

UNIVERSITAT DE BARCELONA

Caracterización arqueométrica de cerámica tardorromana de cocina del nord-este de la península ibérica

Jerònima Riutort Riera

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (**www.tdx.cat**) i a través del Dipòsit Digital de la UB (**diposit.ub.edu**) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (**www.tdx.cat**) y a través del Repositorio Digital de la UB (**diposit.ub.edu**) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (**www.tdx.cat**) service and by the UB Digital Repository (**diposit.ub.edu**) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

Tesis Doctoral

Caracterización arqueométrica de cerámica tardorromana de cocina del nord-este de la península ibérica

Jerònima Riutort Riera

Director: Miguel Àngel Cau Ontiveros

Doctorat en Societat i Cultura: Història i Arqueologia

Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia

Facultat de Geografia i Història, Universitat de Barcelona



UNIVERSITAT DE BARCELONA

2018

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados del estudio de caracterización arqueométrica de un conjunto de cerámicas de cocina tardoantiguas (siglos IV-VIII) halladas en yacimientos del nordeste de la península ibérica y más concretamente en el *ager* de *Barcino*. Los yacimientos seleccionados para el estudio son Can Gambús 1, Horts de Can Torras y Plaça Major de Castellar del Vallès, situados en el Vallès Occidental, Ca l'Estrada, en el Vallès Oriental, Torre Llauder y Can Modolell, ambos en el Maresme. En todos los casos se trata de yacimientos rurales, tanto con precedentes de ocupación por villas romanas como de creación nueva a partir del siglo V. A ellos se le añade un muestreo realizado en el contexto urbano de *Iluro*, en el Maresme.

El estudio arqueológico de las cerámicas tardoantiguas en la zona de estudio revelan una dos tendencias. En primer lugar, entre los siglos IV y VI se percibe un predominio de las cerámicas de cocina importadas, especialmente del norte de África, siguiendo la tradición romana. A partir del siglo IV estas importaciones empiezan a descender de forma que en el siglo VI su presencia es muy escasa y ya a finales del VII prácticamente han desaparecido.

Paralelamente a esta reducción de importaciones, se observa cómo las producciones locales van en aumento hasta ser predominantes a partir del siglo VI. A pesar de que inicialmente se mantienen las formas y tipologías, este cambio de tendencia en la adquisición de utillaje culinario se traslada también a las formas y técnicas. De esta forma, se aprecia una reducción progresiva de las cazuelas a favor de las ollas, que en el siglo VI ya se han afianzado como forma mayoritaria. Por otra parte, se percibe también un cambio tecnológico, con pastas de granulometría más gruesa, simplicidad tipológica y preferencia por atmósferas de cocción reductoras que confieren coloración oscura a las cerámicas. Esta tendencia evoluciona más rápido en el interior que en la costa o en las ciudades, donde el intercambio comercial se mantiene durante más tiempo.

Los materiales muestreados se han analizado arqueométricamente combinando el análisis químico por Fluorescencia de Rayos X (FRX), análisis mineralógico por Difracción de Rayos X (DRX), análisis petrográfico por Microscopia Óptica (OM) y el posterior tratamiento estadístico de los datos obtenidos con estos análisis.

Los resultados de estos análisis permiten la caracterización de estas cerámicas y establecer hipótesis de su proveniencia. El conjunto muestreado es poligénico, con pastas predominantemente graníticas o bien graníticas con aportación metamórfica. Los grupos definidos coinciden en su mayor parte con la geología de la región, por lo que se han podido definir URCPs propias del Vallès, otras propias del Maresme e incluso se han identificado algunas producciones locales específicas de los yacimientos concretos.

De esta forma, se puede identificar una escasa red de intercambios comerciales de cerámica de cocina entre ambas regiones. Por otra parte, y a pesar de que las importaciones en esta época son muy escasa, se han observado en el Maresme, algunos grupos de pequeño tamaño cuya composición no coincide con la geología regional, considerándose así como importaciones.

Agradecimientos

Esta Tesis Doctoral ha sido posible gracias al apoyo y colaboración de distintas personas que de alguna manera han contribuido a que sea una realidad.

En primer lugar, quiero agradecer al Dr. Miguel Ángel Cau, director de esta tesis, por haber aceptado este proyecto, iniciado ya como trabajo de fin de máster que él mismo dirigió. Así mismo, le agradezco haberme integrado como miembro colaborador del Equip de Recerca Arqueològica i Arqueomètrica de la Universitat de Barcelona (ERAAUB), ya durante mi período de máster con dos becas de colaboración en este mismo grupo.

Este trabajo no hubiese sido posible sin la financiación de los proyectos de Plan Nacional I+D+I "Arqueología y arqueometría de cerámicas de cocina tardorromanas en el Mediterráneo occidental: una aproximación integral" (LRCWMED) (ref. HAR2009-08290, subprograma HIST) y "Cerámicas tardorromanas en el Mediterráneo Occidental: explorando el comercio regional y de larga distancia a través de ciencias experimentales" (LRPWESTMED) (ref. HAR2013-45874-P), concedido en ambos casos por el Ministerio de Economia y Competitividad, Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, con la colaboración del Fondo Europeo de Desarrollo Regional. Nuestro trabajo se enmarca dentro de las actividades del Equip de Recerca Arqueològica i Arqueomètrica de la Universitat de Barcelona (ERAAUB) (2014 SGR 845) gracias al soporte del Comissionat per a Universitats i Recerca del DIUE, Generalitat de Catalunya.

Quiero agradecer también a todos los compañeros del ERAAUB su apoyo y ayuda, en especial al Dr. Leandro Fantuzzi, cuyos consejos y guías han sido muy valiosos y de gran utilidad para el desarrollo de este trabajo, así como su paciencia y comprensión en el asesoramiento. También un especial agradecimiento a la Dra. Evanthia Tsantini, por su apoyo constante, consejos, asesoramiento y ayuda. Agradecer también el apoyo y disposición de los miembros del equipo, la Dra. Verónica Martínez, la Dra. Alessandra Pecci, el Dr. Francesc Tuset y la Dra. Gisela Ripoll. Así mismo, agradecerle a la Dra. Catalina Mas mis primeros pasos en el equipo, tutorizando las becas de colaboración, así como su soporte, consejos y ánimos durante estos años. Finalmente, cabe mencionar el apoyo de los compañeros con quien compartí en algún

momento mi paso por el equipo, la Dra. Fernanda Inserra, el Dr. Bartomeu Vallori, la Dra. Daniela Deriu, la Dra. Rafaella de Luca y el Sr. Joan Tuset.

Han sido también de gran ayuda la colaboración de diversas instituciones y profesionales facillitando los materiales cerámicos para el desarrollo de este trabajo, llevando a cabo las gestiones burocráticas y proporcionando información valiosa sobre el contexto arqueológico de tales materiales. En este sentido, cabe mencionar y agradecer al Museu de Mataró y en especial a Mireia Blesa y Joaquim García, al Museu de Granollers; a los arqueólogos Jordi Roig y Manel Coll, de Arrago S.L., quienes han facillitado valiosa información arqueológica tanto de los contextos del Vallès como de Torre Llauder; y a los arqueólogos de Abel Fortó, Vanessa Muñoz y Pablo Martínez, por los contextos de Ca l'Estrada.

Dentro de esta mención a profesionales e instituciones debemos incluir menciones para los Serveis Cientifico Tècnics de la Universitat de Barcelona y aquellas personas que han ayudado a la realización de las muestras, Elisenda Seguí, para Fluorescencia de Rayos X, Xavier Alcobé y María Barba para la Difracción de Rayos X. También agradecemos a Massimo Sbrana la preparación de las láminas delgadas para la observación petrográfica.

Asimismo quisiera expresar mi agradecimiento al Fitch Laboratory, de la British School at Athens, por aceptarme en el curso de formación "Introduction to Ceramic Petrology", donde pude adquirir los fundamentos de petrografía que han resultado esenciales en el desarrollo del trabajo. Un especial agradecimiento para la Dra. Evangelia Kiriatzi y la Dra. Ruth Siddall, tanto por la docencia impartida como por la cálida acogida y disposición. También a los compañeros del curso con los que compartí aquellas semanas en dicha institución.

Quisiera hacer una mención de agradecimiento al Dr. Enrique García Riaza y a la Dra. María Luisa Sánchez León, de la Universitat de les Illes Balears, tanto por sus conocimientos impartidos como por motivar en mi el espíritu científico y afán de investigación arqueológica e histórica en mis inicios universitarios.

Más allá de los agradecimientos en el ámbito de la investigación y desarrollo de esta tesis, quiero dar las gracias a mi familia y de forma especial a mi madre, cuyo apoyo incondicional me ha empujado a poder llegar hasta aquí. Ella ha estado siempre a mi lado, brindándome su comprensión, ayuda y disposición siempre que la he necesitado, así como animándome de forma constante e incansable.

Le agradezco a Pau estos años y todos los que nos quedan por delante, su comprensión, sus consejos y su ayuda, haciéndome el día a día más fácil, pero también su apoyo constante y por estar a mi lado.

No puedo olvidar el apoyo y comprensión de mis amigos más cercanos, Jessica y Eva, que han estado siempre ahí, José Antonio, Fernando y de mis compañeros de la oficina, por su interés y ánimos en el día a día. También quiero mencionar a los compañeros de la facultad, Patricia, Sergi, Ruth, Edu, Laia, Marta, María, Frans, Juanjo.

Finalmente quiero darle las gracias a mi abuelo, a quien le hubiese gustado ver este trabajo y cuyos valores me han ayudado a seguir siempre adelante.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **XII**

ÍNDICE LÁMINAS ..... **XV**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **XVI**

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN **1**

CAPÍTULO 2: LAS CERÁMICAS DE COCINA TARDOANTIGUAS **1**

2.1. LA CERÁMICA DE COCINA: CONCEPTO Y CONSIDERACIONES 1

2.1.1. Concepto y tecnología de la cerámica *1*

2.1.1.1. La cadena operativa 2

2.1.2. Dimensiones socioeconómicas de la cerámica *13*

2.1.3. La cerámica de cocina *17*

2.1.3.1. Tecnología y producción 18

2.1.3.2. Formas y funciones 23

2.1.3.3. La alimentación y la cocina 24

2.2. SÍNTESIS HISTÓRICA DE LAS INVESTIGACIONES SOBRE CERÁMICAS TARDOANTIGUAS DE COCINA EN EL ÁREA DE ESTUDIO 28

2.2.1. Aproximación a las investigaciones sobre cerámica de cocina *28*

2.2.2. Aproximación a las investigaciones arqueométricas *35*

2.2.2.1. Investigaciones arqueométricas en cerámica de cocina 38

CAPÍTULO 3: MARCO HISTÓRICO Y ARQUEOLÓGICO **45**

3.1. APROXIMACIÓN AL CONTEXTO HISTÓRICO 45

3.1.1. Los primeros siglos de la Tardoantigüedad: s. IV-V *45*

3.1.2. El Reino Visigodo: s. VI-VIII *51*

3.2. CONTEXTOS GEOGRÁFICOS Y GEOLÓGICOS 57

3.2.1. Contexto geográfico *57*

3.2.1.1. El Vallès 57

3.2.1.2. El Maresme 58

3.2.2. Contexto geológico *58*

3.2.2.1. El Vallès 60

3.2.2.2. El Maresme *64*

3.3. LOS EMPLAZAMIENTOS TARDOANTIGUOS EN LA ACTUAL CATALUÑA 65

3.3.1. Las ciudades *66*

3.3.1.1. *Tarraco* 66

3.3.1.2. *Barcino* 71

3.3.1.3. Otros contextos urbanos: *Baetulo* y *Egara* 75

3.3.1.4. *Gerunda* 76

3.3.1.5. Sant Martí d'Empúries 77

3.3.1.6. Rhode 79

3.3.1.7. Ciudades del interior 81

3.3.2. Pervivencia o reutilización de los núcleos romanos rurales *86*

3.3.2.1. *Tarraco* 87

3.3.2.2. *Barcino* 90

3.3.2.3. *Iluro* 92

3.3.2.4. *Gerunda* 93

3.3.2.5. Sant Martí d'Empúries 95

3.3.2.6. Yacimientos del interior de Cataluña 96

3.3.3. Núcleos creados ex novo *99*

3.3.4. Otros tipos de emplazamientos *105*

3.4. LOS YACIMIENTOS ANALIZADOS 108

3.4.1. El Vallès ... *109*
3.4.1.1. Can Gambús 1 ... 109
3.4.1.2. Horts de Can Torras ... 111
3.4.1.3. Plaça Major de Castellar del Vallès ... 113
3.4.1.4. Ca l'Estrada ... 116
3.4.2. El Maresme ... *119*
3.4.2.1. Torre Llauder ... 119
3.4.2.2. Can Modolell ... 126
3.4.2.3. *Iluro* ... 130

CAPÍTULO 4: LOS MATERIALES CERÁMICOS ... 135

4.1. LA CERÁMICA DE COCINA TARDOANTIGUA EN LA PENÍNSULA IBÉRICA ... 135
4.1.1. Las cerámicas de cocina tardías en Cataluña ... *138*
4.1.1.1. La cerámica de los siglos IV- VI: Predominio de las importaciones ... 144
4.1.1.2. La cerámica de los siglos VI-VIII ... 148
4.1.1.3. La continuidad de la cerámica de cocina Tardoantigua ... 154
4.2. LOS MATERIALES DEL VALLÈS ... 155
4.2.1. Los materiales cerámicos de Can Gambús ... *155*
4.2.1.1. Los materiales seleccionados de Can Gambús ... 157
4.2.2. Los materiales cerámicos de Horts de Can Torras ... *164*
4.2.2.1. Los materiales seleccionados de Horts de Can Torras ... 165
4.2.3. Los materiales cerámicos de Plaça Major de Castellar del Vallès ... *169*
4.2.3.1. Los materiales seleccionados de Plaça Major de Castellar del Vallès ... 170
4.2.4. Los materiales cerámicos de Ca l'Estrada ... *173*
4.2.4.1. Los materiales seleccionados de Ca l'Estrada ... 177
4.3. LOS MATERIALES DEL MARESME ... 177
4.3.1. Los materiales cerámicos de Torre Llauder ... *177*
4.2.2.1. Los materiales seleccionados de Torre Llauder ... 179
4.3.2. Los materiales cerámicos de Can Modolell ... *186*
4.3.2.1. Los materiales seleccionados de Can Modolell ... 193
4.3.3. Los materiales cerámicos de Iluro ... *195*
4.3.2.1. Los materiales seleccionados de *Iluro* ... 196

CAPÍTULO 5: MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO ... 197

5.1. EL ESTUDIO ARQUEOMÉTRICO DE LA CERÁMICA ARQUEOLÓGICA: CARACTERIZACIÓN, TECNOLOGÍA, PROVENIENCIA ... 197
5.1.1. Las alteraciones en la composición ... *208*
5.1.2. Primera aproximación: la observación macroscópica ... *210*
5.2. TÉCNICAS DE ANÁLISIS ... 212
5.2.1. Análisis químico ... *213*
5.2.1.1. La Fluorescencia de Rayos X (FRX) ... 216
5.2.1.2. Rutina analítica propia de FRX ... 217
5.2.2. Análisis mineralógico ... *220*
5.2.2.1. La Difracción de Rayos X (DRX) ... 222
5.2.2.2. Rutina analítica propia de Difracción de Rayos X (DRX) ... 224
5.2.3. Análisis petrográfico ... *225*
5.2.3.1. Microscopía Óptica (MO) ... 233
5.2.3.2. Rutina analítica propia ... 234
5.2.4. Análisis de arcillas por preparación de briquetas ... *235*
5.2.4.1. Rutina analítica propia ... 237
5.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS COMPOSICIONALES ... 241
5.3.1. Rutina propia del tratamiento estadístico ... *252*

CAPÍTULO 6: ESTUDIO ARQUEOMÉTRICO DE LOS MATERIALES CERÁMICOS ... 255

6.1. EL VALLÉS ... 255

6.1.1. Can Gambús 1 ..... *255*
6.1.1.1. Petrografía y mineralogía 255
6.1.1.2. Análisis químicos 269
6.1.1.3. Integración de los resultados 274
6.1.2. Horts de Can Torras *278*
6.1.2.1. Petrografía y mineralogía 278
6.1.2.2. Análisis químicos 287
6.1.2.3. Integración de los resultados 291
6.1.3. Plaça Major de Castellar del Vallès *293*
6.1.3.1. Petrografía y mineralogía 294
6.1.3.2. Análisis químicos 316
6.1.3.3. Integración de los resultados 322
6.1.4. Ca L'Estrada *327*
6.1.4.1. Petrografía y mineralogía 327
6.1.4.2. Análisis químicos 337
6.1.4.3. Integración de los resultados 341
6.2. EL MARESME 344
6.2.1. Torre Llauder *344*
6.2.1.1. Petrografía y mineralogía 344
6.2.1.2. Análisis químicos 361
6.2.1.3. Integración de los resultados 368
6.2.2. Can Modolell *372*
6.2.2.1. Petrografía y mineralogía 372
6.2.2.2. Análisis químicos 386
6.2.2.3. Integración de los resultados 391
6.2.3. Iluro *394*
6.2.3.1. Petrografía y mineralogía 394
6.2.3.2. Análisis químicos 398
6.2.3.3. Integración de los resultados 404
6.3. ANÁLISIS DE ARCILLAS POR BRIQUETAS 405
6.3.1. Petrografía y mineralogía *405*
6.3.2. Análisis químicos *410*
6.3.3. Integración de los resultados *412*

CAPÍTULO 7: INTEGRACIÓN DE LOS RESULTADOS ARQUEOMÉTRICOS 415

7.1. INTEGRACIÓN REGIONAL 433
7.1.1. Integración de los individuos del Vallès *433*
7.1.2. Integración de los individuos del Maresme *439*
7.2. INTEGRACIÓN POR FÁBRICAS 444
7.2.1. URCP graníticas *444*
7.2.2. URCP metamórficas *460*
7.2.3. Otros grupos e individuos cerámicos *472*
7.3. INTEGRACIÓN Y CONSIDERACIONES 478

CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES 481

CAPÍTULO 9: BIBLIOGRAFÍA 489

ANEXOS Y TABLAS 537

DIFRACTOGRAMAS: 625

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Tipos de hornos cerámicos según el "Dossier de l'archeologie" nº61974. 9
Fig. 2. Fábricas establecidas por Peacock 39
Fig. 3. Mapa geológico simplificado de las eras de la costa catalana y sus rangos. Basado y modificado del mapa de Cantarero Abad, 2013....59
Fig. 4. Mapa geológico de la región con lasprincipales áreas petrográficas. Basado en Berastegui y Losantos, 2001, 2007, Cirés y Berastegui, 2011a, 2011b, ICGC, 2005a, 2005b, 2005c, 2006 60
Fig. 5. Mapa geológico completo. Basado y modificado de Berastegui y Losantos, 2001, 2007, Cirés y Berastegui, 2011a, 2011b, ICGC, 2005a, 2005b, 2005c, 2006....63
Fig. 6. Plano de Tarraco en la Antigüedad Tardía con las cuatro áreas diferenciadas....67
Fig. 7. Plano de Barcino con los principales yacimientos tardoantiuos intra y extra muros....71
Fig. 8. Plano de Gerunda 76
Fig. 9. Plano de Iesso....82
Fig. 10. Horno de cerámica de Poble Sec....90
Fig. 11. Horno de Can Roqueta / Torre Romeu....102
Fig. 12. Horno de La Solana....104
Fig. 13. Mapa con la situación de los yacimientos estudiados 108
Fig. 14. Planimetría de Can Gambús 1 (Roig Buxó, 2011)....110
Fig. 15. Fotografía de las excavaciones de Can Gambús 1 (Roig Buxó; Coll Riera, 2006) 111
Fig. 16. Planimetría del yacimiento de Horts de Can Torras (Coll Riera, 2003)....112
Fig. 17. Plano general de Plaça Major de Castellar del Vallès (Roig y Coll 2005)....114
Fig. 18. Planimetría de las fases tardías de Plaça Major de Castellar del Vallès (Roig y Coll 2005)....115
Fig. 19. Planimetría de los estratos Tardoantiguos de Ca l'Estrada (Martínez, Fortó, Muñoz, 2007) 117
Fig. 20.Fotografía de la Masía de Torre Llauder, que da nombre al yacimiento, antes de su demolición (Garcia, 2012)....119
Fig. 21. Planimetría de todo el complejo arqueológico de Torre Llauder , con la delimitación de las zonas protegidas (Garcia, 2012) 121
Fig. 22. Planimetría de Torre Llauder según las excavaciones de 1984 (Clariana Roig y Járrega Domínguez, 1994) 122
Fig. 23. Fotografía de la zona de balnea de la villa romana de Torre Llauder que ejemplifica la suntuosidad de la villa (Garcia, 2012) 124
Fig. 24. Planimetría de Can Modolell (Clariana Roig; Járrega Domínguez, 1995)....127
Fig. 25. Planimetría de Iluro con las excavaciones tardías señaladas (Revilla; Cela, 2006) 131
Fig. 26. Gráfico de líneas aproximativo del volumen de cerámica de cocina local e importada hallada en los yacimientos tardíos de Cataluña. Realizado en base a la bibliografia de los yacimientos del apdo. 3.3....143
Fig. 27. Gráfico circular con las formas cerámicas seleccionadas de Can Gambús 157
Fig. 28. Diagrama de barras con la distribución cronológica de la selección de Can Gambús....159
Fig. 29. Gráfico circular con las formas cerámicas seleccionadas de Horts de Can Torras 165
Fig. 30. Gráfico circular con las formas cerámicas seleccionadas de Horts de Can Torras 165
Fig. 31. Diagrama de barras con la distribución cronológica de la selección de Horts de Can Torras....166
Fig. 32. Gráfico circular con las formas cerámicas seleccionadas de Plaça Major de Castellar del Vallès 170
Fig. 33. Diagrama de barras con la distribución cronológica de la selección de Plaça Major de Castellar del Vallès....172
Fig. 34. Gráfico circular con las formas cerámicas seleccionadas de Torre Llauder....179
Fig. 35. Diagrama de barras con la distribución cronológica de la selección de Torre Llauder 186
Fig. 36.Gráfico circular con las formas cerámicas seleccionadas de Can Modolell....193
Fig. 37. Diagrama de barras con la distribución cronológica de la selección de Can Modolell 194
Fig. 38. Gráfico circular con las formas cerámicas seleccionadas de Iluro....196

Fig. 39. Diagrama de flujo de la investigación arqueométrica en la cerámica (Buxeda et al. 1995) 198
Fig. 40. Diagrama del proceso de investigación por análisis químicos (Nigra et al. 2015) 198
Fig. 41. Interrelaciones entre niveles y técnicas de análisis arqueométricos (Gurt y Martínez, 2008) 212
Fig. 42. Derivación geométrica o dispersión de la ley de Bragg (Stanjek; Häuser, 2004) 223
Fig. 43. Tipos de rocas metamórficas según su grado de metamorfismo 227
Fig. 44. Texturas metamórficas (Bard, 1986). 1-3 texturas granoblásticas; 4 textura lepidoblástica; 5 textura nematoblástica; 6 textura profidoblástica; 6-9 diferentes texturas granoblásticas 228
Fig. 45. Esquema de los distintos grados de empaquetamiento de sandstones y su nomenclaura de cada uno (Castro Dorado 1989) 229
Fig. 46. Esquema de los distintos grados de sorting de las inclusiones 230
Fig. 47. Tipos de forma y esfericidad de las inclusiones 232
Fig. 48. Difentes tipos de poros y cavidades formadas en la matriz 232
Fig. 49. Mapa geológico con la ubicación de las muestras de arcillas y los yacimientos del Vallès 238
Fig. 50. Veta y extracción de la arcilla 1 239
Fig. 51. Arcillas extendidas para el secado 239
Fig. 52. Briquetas crudas secas previas a la cocción 240
Fig. 53. Briquetas cocidas 240
Fig. 54. Representación de las distancias euclídea y manhattan en el n-space 248
Fig. 55. Dendrograma de Can Gambús 1 con distancia euclídea cuadrada y método del centroide 270
Fig. 56. Gráfico del análisis de componentes principales de Can Gambús 1 271
Fig. 57. Gráfico del análisis de correspondencias de Can Gambús 1 272
Fig. 58. Dendrograma de remuestreo de bootstrap con distancia euclídea, método del centroide y 0.95 de confianza, con los valores au en rojo 273
Fig. 59. Dendrograma de Horts de Can Torras con distancia euclídea cuadrada y método del centroide 288
Fig. 60. Análisis de componentes principales de Horts de Can Torras 289
Fig. 61. Análisis de correspondencias de Horts de Can Torras 290
Fig. 62. Dendrograma de remuestreo de bootstrap de Horts de Can Torras, con método del centroide, distancia euclídea y confianza de 0.95 291
Fig. 63. Dendrograma de Plaça Major de Castellar del Vallès con distancia euclídea cuadrada y método del centroide 318
Fig. 64. PCA de Plaça Major de Castellar del Vallès 319
Fig. 65. Análisis de correspondencias de Plaça Major de Castellar del Vallès 320
Fig. 66. Dendrograma de remuestreo de bootstrap para Castellar del Vallès, incluyendo los p-valores insesgados para una confianza de 0.90 322
Fig. 67. Dendrograma de Cal l'Estrada con distancia euclídea cuadrada y método del centroide 338
Fig. 68. PCA de Ca l'Estrada 339
Fig. 69. Análisis de correspondencias de Ca l'Estrada 340
Fig. 70. Dendrograma de remuestreo de bootstrap de Ca l'Estrada con distancia euclídea, método del centroide y 0.95 de confianza con los pvalores 341
Fig. 71. Dendrograma de Torre Llauder con distancia euclídea cuadrada y método del centroide 362
Fig. 72. PCA de Torre Llauder 364
Fig. 73. Análisis de correspondencias de Torre Llauder 365
Fig. 74. Dendrograma remuestreo de bootstrap para Torre Llauder con método del centroide, distancia euclídea y confianza de 0.95 365
Fig. 75. PCA de Torre Llauder sin TLL01 366
Fig. 76. Dendrograma remuestreo de bootstrap para Torre Llauder sin TLL01, con método del centroide, distancia euclídea y confianza de 0.95 367
Fig. 77. Análisis de correspondencias de TLL sin TLL01 367
Fig. 78. Dendograma de Can Modolell con distancia euclídea cuadrada y método del centroide 387
Fig. 79. Dendograma de Can Modolell con remuestreo de bootstrap, distancia euclídea, método del centroide y confianza de 0.95 389
Fig. 80. PCA de Can Modolell 390
Fig. 81. Dendrograma de Iluro con distancia euclídea cuadrada y método del centroide 399

Fig. 82. PCA de Iluro 400
Fig. 83. Análisis de correspondencias de Iluro 401
Fig. 84. Dendrograma de remuestreo de bootstrap para Iluro con distancia euclídea y método del centroide 402
Fig. 85. Dendrograma de los individuos con estudio petrográfico de Iluro 403
Fig. 86. Dendrograma de las arcillas muestreadas con distancia euclídea cuadrada y método del centroide 411
Fig. 87. Análisis de correspondencias de las arcillas muestreadas 412
Fig. 88. Dendrograma de todo el muestreo con distancia euclídea al cuadrado y método del centroide 417
Fig. 89. PCA de todos los individuos y composición completa 421
Fig. 90. PCA de todos los individuos y composición de 21 elementos 421
Fig. 91. Anáslisis de correspondencias con todos los individuos y componentes 422
Fig. 92. Análisis de correspondencias con todos los individuos y 21 componentes 423
Fig. 93. Regresión linear con Fe_2O_3 y SiO_2 424
Fig. 94. Regresión linear con TiO_2 y Fe_2O_3 424
Fig. 95. Diagramas ternarios del conjunto de todos los individuos analizados 425
Fig. 96. Diagrama ternario 426
Fig. 97. Dendrograma del Cluster 5 con distancia euclídea cuadrada y método del centroide 427
Fig. 98. PCA del Cluster5 428
Fig. 99. Análisis de correspondencias del Cluster 5 429
Fig. 100. Dendograma de las cerámicas analizadas, con distancia euclídea cuadrada y método del centroide 430
Fig. 101. PCA de las cerámicas analizadas 432
Fig. 102. Análisis de correspondencias de las cerámicas analizadas 433
Fig. 103. Dendrograma del Vallès, con método del centroide y distancia euclíde al cuadrado 435
Fig. 104. PCA de la región del Vallès 437
Fig. 105. Análisis de correspondencias de la región del Vallès 438
Fig. 106. Dendrograma del Maresme, con distancia euclídea al cuadrado y método del centroide 440
Fig. 107. PCA de la región del Maresme 443
Fig. 108. Análisi de correspondencias de la región del Maresme 444
Fig. 109. Dendograma del grupo granítico completo con método del centroide y distancia eyclídea al cuadrado 446
Fig. 110. PCA del grupo granítico 447
Fig. 111. Análisis de correspondencias del grupo granítico 448
Fig. 112. Regresión lineal para el grupo granítico con SiO_2 y Al_2O_3 449
Fig. 113. Diagrama ternario del grupo granítico 450
Fig. 114. Diagrama ternario del grupo granítico 450
Fig. 115. Dendrograma del grupo metamórfico con distancia euclídea cuadrada y método del centroide 462
Fig. 116. PCA del grupo metamórfico 463
Fig. 117. Análisis de correspondencias para el grupo metamórfico 464
Fig. 118. Regresión linear del grupo metamórfico con Al_2O_3 y SiO_2 464
Fig. 119. Regresión linear del grupo metamórfico con $Fe2_2O_3$ Y TiO_2 465
Fig. 120. Diagrama ternario para el grupo metamórfico 465
Fig. 121. Diagrama ternario para el grupo metamórfico 466
Fig. 122. Correspondencias de los grupos regionales, grupos cerámicos (según dendrograma Fig.99) y de las fábricas composicionales 479

ÍNDICE LÁMINAS

Lám. 1. Materiales de Can Gambús 1: Barreños, jarras, bol y plato. Dibujos de Arrago S.L. 160
Lám. 2. Materiales de Can Gambús1: Morteros, cazuelas y ollas. Dibujos de Arrago S.L. 161
Lám. 3. Materiales de Can Gambús 1: Ollas. Dibujos de Arrago S.L. 162
Lám. 4. Materiales de Can Gambús 1: Ollas y puchero. Dibujos de Arrago S.L. 163
Lám. 5. Materiales de Horts de Can Torras: Ollas. Dibujos de Arrago S.L. 167
Lám. 6.Materiales de Horts de Can Torras: Jarras, sargén, dolia. Dibujos de Arrago S.L. 168
Lám. 7. Materiales de Ca l'Estrada 174
Lám. 8. Materiales de Ca l'Estrada 175
Lám. 9. Materiales de Ca l'Estrada 176
Lám. 10. Materiales de Torre Llauder: Ollas 181
Lám. 11. Materiales de Torre Llauder: Ollas 182
Lám. 12. Materiales de Torre Llauder: Ollas 183
Lám. 13. Materiales de Torre Llauder: Cazuelas, tapadera 184
Lám. 14. Materiales de Torre Llauder: Cazuelas, barreño, morteros 185
Lám. 15. Materiales de Can Modolell :Ollas 188
Lám. 16. Materiales de Can Modolell:Ollas 189
Lám. 17. Materiales de Can Modolell:Ollas 190
Lám. 18. Materiales de Can Modolell:Cazuelas 191
Lám. 19. Materiales de Can Modolell: Cazuela, tapadera,jarras, barreños 192
Lám. 20. Micro fotografías petrográficas del grupo granítico de Can Gambús 1 263
Lám. 21. Micro fotografías petrográficas del grupo granítico de Can Gambús 1 264
Lám. 22. Micro fotografías petrográficas de Can Gambús 1: 1A-1E, Grupo CG-2; 1F-1H, Grupo CG-2.1 265
Lám. 23. Micro fotografías petrográficas de Can Gambús 1: 1A-1D, Grupo GCMicro fotografías petrográficas de Can Gambús 1: 1A-1D, Grupo CG-2.2; 1E-1H, Grupo CG-2.3 266
Lám. 24. Micro fotografías petrográficas de Can Gambús 1: 1A-1D, Grupo Calcáreo; 1E-1H, Loners.. 267
Lám. 25. Micro fotografías petrográficas de Horts de Can Torras: Grupo Granítico 282
Lám. 26. Micro fotografías petrográficas de Horts de Can Torras: 1A-1E, HCT-1.1; 1F-1H, HCT-1.2 .283
Lám. 27. Micro fotografías petrográficas de Horts de Can Torras: 1A-1D, Metamórficas; 1E-1H, Loners 284
Lám. 28. Micro fotografías de Plaça Major de Castellar del Vallès: Grupo Granítico 301
Lám. 29. Micro fotografías de Plaça Major de Castellar del Vallès: 1A-1F, Grupo PMCV-1.1; 1G-1H, Grupo PMCV- 1.2 302
Lám. 30. Micro fotografías de Plaça Major de Castellar del Vallès: 1A-1C, Grupo PMCV-1.3; 1D, Grupo PMCV- 1.4; 1E-1H, Grupo PMCV-1.5 303
Lám. 31. Micro fotografías de Plaça Major de Castellar del Vallès: Grupo Metamórfico 307
Lám. 32. Micro fotografías de Plaça Major de Castellar del Vallès: 1A-1C, Grupo PMCV-2.1; 1D, Grupo PMCV- 2.3; 1E-1F, Grupo PMCV-2.2;1G-1H, Grupo PMCV-2.4 308
Lám. 33. Micro fotografías de Plaça Major de Castellar del Vallès: 1A-1D, Grupo PMCV-2.5; 1E-1H, Grupo PMCV- 2.6 309
Lám. 34. Micro fotografías de Plaça Major de Castellar del Vallès: 1A-1B, Grupo PMCV-2.7; 1E-1F, Calcáreas; 1G-1H, Loners 310
Lám. 35. Micro fotografías de Ca l'Estrada: Grupo Granítico 331
Lám. 36. Micro fotografías de Ca l'Estrada: Grupo Granítico 332
Lám. 37. Micro fotografías de Ca l'Estrada: Grupo Granítico; 1G-1H, metamórfico 333
Lám. 38. Micro fotografías de Torre Llauder: Grupo Granítico 351
Lám. 39. Micro fotografías de Torre Llauder: 1A-1D, Grupo Granítico; 1E-1H, Grupo TLL-1.1 352
Lám. 40. Micro fotografías de Torre Llauder: 1A-1C, Grupo TLL-1.2; 1D-1F, Grupo TLL-1.3;1F-1H, Grupo TLL-1.4 353

Lám. 41. Micro fotografías de Torre Llauder: 1A-1C, individios biotítios; 1D-1F, individuos calcáreos; 1F-1H, individuos finos 354
Lám. 42. Micro fotografías de Torre Llauder: 1A-1C, Metamórficas; 1D-1F, Loner 360
Lám. 43. Micro fotografías de Can Modolell: Grupo Granítico 379
Lám. 44. Micro fotografías de Can Modolell: 1A-1B, MDL-1.1; 1C-1D, MDL-1.2;1E-1F, MDL-1.3; 1G-1H, MDL-1.4 380
Lám. 45.Micro fotografías de Can Modolell: 1A-1B, MDL-2;1C-1D, MDL-3;1E-1F, MDL-4;1G-1H, finas 381
Lám. 46. Micro fotografías de Can Modolell: Loners 384
Lám. 47. Micro fotografías de Iluro: 1A-1B, ILU-2; 1C, ILU-1; 1D, ILU-3.3; 1E-1F, ILU-3.1; 1G-1H, ILU-3.2 396
Lám. 48. Micro fotografías de las briquetas 407

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen fábricas occidentales de cerámica de cocina tardía 539
Tabla 2. Materiales arqueológicos muestreados de Can Gambús 1 541
Tabla 3. Materiales arqueológicos muestreados de Horts de Can Torras 542
Tabla 4. Materiales arqueológicos muestreados de Plaça Major de Castellar del Vallès 543
Tabla 5. Materiales arqueológicos muestreados de Ca l'Estrada 544
Tabla 6. Materiales arqueológicos muestreados de Torre Llauder 545
Tabla 7. Materiales arqueológicos muestreados de Can Modolell 546
Tabla 8. Refecencia de las arcillas recogidas y muestreadas 547
Tabla 9. Referencias del análisis cuantitativo de FRX. Procedencia de las muestras geológicas de referencia y rectas de calibraje 548
Tabla 10. Datos químicos crudos de Can Gambús 1 con LOI. Elementos mayores expresados en % y trazas en ppm. 550
Tabla 11. Resumen estadístico de los datos químicos de Can Gambús 1. Se expresa el valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento 551
Tabla 12. Medias y desviaciones estándar de Can Gambús 1 para cada uno de los clusters resultantes 552
Tabla 13. Matriz de variación composicional de Can Gambús 1 con todas las variables 553
Tabla 14. Matriz de variación composicional de Can Gambús 1 excluyendo P_2O_5 y Pb 554
Tabla 15. Matriz de variación composicional de Can Gambús 1 sin CaO 555
Tabla 16. Datos químicos crudos de Horts de Can Torras con LOI. Elementos mayores expresados en % y trazas en ppm 556
Tabla 17. Resumen estadístico de los datos químicos de Horts de Can Torras. Se expresa el valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento 557
Tabla 18. Medias y desviaciones estándar de Horts de Can Torras para cada uno de los clusters y ramas 558
Tabla 19.Matriz de variación composicional de Horts de Can Torras con todas las variables 559
Tabla 20. Matriz de variación composicional de Horts de Can Torras excluyendo P_2O_5 y Pb 560
Tabla 21. Matriz de variación composicional de Horts de Can Torras sin CaO 561
Tabla 22. Datos químicos crudos de Plaça Major de Castellar del Vallès con LOI. Elementos mayores expresados en % y trazas en ppm 562
Tabla 23. Resumen estadístico de los datos químicos de Plaça Major de Castellar del Vallès . Se expresa el valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento 564
Tabla 24. Medias y desviaciones estándar de Plaça Major de Castellar del Vallès para cada uno de los clusters resultantes 565

Tabla 25. Matriz de variación composicional de Plaça Major de Castellar del Vallès con todas las variables 566
Tabla 26. Matriz de variación composicional de Plaça Major de Castellar del Vallès excluyendo P_2O_5 y Pb 567
Tabla 27. Matriz de variación composicional de Plaça Major de Castellar del Vallès sin CaO 568
Tabla 28. Datos químicos crudos de Ca l'Estrada con LOI. Elementos mayores expresados en % y trazas en ppm 569
Tabla 29. Resumen estadístico de los datos químicos de Ca l'Estrada. Se expresa el valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento 570
Tabla 30. Medias y desviaciones estándar de Ca l'Estrada para cada uno de los clusters resultantes 571
Tabla 31. Matriz de variación composicional de Ca l'Estrada con todas las variables 572
Tabla 32. Matriz de variación composicional de Ca l'Estrada excluyendo P_2O_5 y Pb 573
Tabla 33. Matriz de variación composicional de Ca l'Estrada sin CaO 574
Tabla 34. Datos químicos crudos de Torre Llauder con LOI. Elementos mayores expresados en % y trazas en ppm 575
Tabla 35. Estadística de los datos de Torre Llauder: valor mínimo, valor del 1er cuantil, media, mediana, valor del 3er cuantil y valor máximo de cada elemento 576
Tabla 36. Medias y desviaciones estándar de Torre Llauder para cada uno de los clusters resultantes 577
Tabla 37. Matriz de variación composicional de Torre Llauder con todas las variables 578
Tabla 38. Matriz de variación composicional de Torre Llauder excluyendo P_2O_5 y Pb 579
Tabla 39. Matriz de variación composicional de Torre Llauder sin CaO 580
Tabla 40. Datos químicos crudos de Can Modolell con LOI. Elementos mayores expresados en % y trazas en ppm 581
Tabla 41. Resumen estadístico de los datos químicos de Can Modolell. Se expresa el valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento 582
Tabla 42. Medias y desviaciones estándar de Can Modolell para cada uno de los clusters resultantes 583
Tabla 43. Matriz de variación composicional de Can Modolell con todas las variables 584
Tabla 44. Matriz de variación composicional de Can Modolell excluyendo P_2O_5 y Pb 585
Tabla 45. Datos químicos crudos de *Iluro* con LOI. Elementos mayores expresados en % y trazas en ppm 586
Tabla 46. Datos químicos crudos de las muestras de arcillas para briquetas, con LOI. Elementos mayores expresados en % y trazas en ppm 587
Tabla 47. Matriz de variación composicional de *Iluro* con todas las variables y todos los individuos 588
Tabla 48. Matriz de variación composicional de *Iluro* sin CaO y todos los individuos 589
Tabla 49. Resumen estadístico de los datos integrados (n=270). Se expresa: valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento 590
Tabla 50. Valores intercuartílicos y de los cuatro cuantiles para el conjunto de datos integrados 590
Tabla 51. Medias y desviaciones estándar de los datos integrados para cada uno de los clusters 591
Tabla 52. Matriz de variación composicional de los datos integrados sin CaO, Pb ni P_2O_5 592
Tabla 53. Matriz de variación composicional de los datos integrados sin Cu, CaO, Pb ni P_2O_5 593
Tabla 54. Medias y desviaciones estándar de los datos del cluster 5, basado en los datos integrados, para cada uno de los clusters 594
Tabla 55. Matriz de variación composicional para el cluster 5, basado en el conjunto de datos integrados con 23 elementos, sin CaO, Pb ni P_2O_5 595
Tabla 56. Medias y desviaciones estándar de los datos cerámicos integrados (n=266) para cada uno de los clusters 596
Tabla 57. Matriz de variación composicional de los datos cerámicos integrados (n=266) sin CaO, Cu, Pb ni P_2O_5 597
Tabla 58. Resumen estadístico de los datos químicos de la región del Vallès. Se expresa: valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento 598
Tabla 59. Medias y desviaciones estándar de los datos de la región del Vallès para cada uno de los clusters 599

Tabla 60. Matriz de variación composicional para la región del Vallès con 23 elementos 600
Tabla 61. Matriz de variación composicional para la región del Vallès, con 22 elementos, excluyendo CaO 601
Tabla 62. Matriz de variación composicional para la región del Vallès, con 22 elementos, excluyendo CaO y Na2O 602
Tabla 63. Resumen estadístico de los datos de la región del Maresme. Se expresa: valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elementor cuantil y valor máximo de cada element 603
Tabla 64. Medias y desviaciones estándar de los datos de la región del Maresme para cada uno de los clusters 604
Tabla 65. Matriz de variación composicional para la región del Maresme con 23 elementos 605
Tabla 66. Matriz de variación composicional para la región del Maresme con 22 elementos, excluyendo CaO 606
Tabla 67. Matriz de variación composicional para la región del Maresme con 22 elementos, excluyendo CaO y Cu 607
Tabla 68. Resumen estadístico de los datos del Grupo Granítico. Se expresa: valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento 608
Tabla 69. Medias y desviaciones estándar de los datos del Grupo Granítico para cada uno de los clusters 609
Tabla 70. Matriz de variación composicional de los datos del Grupo Granítico 610
Tabla 71. Matriz de variación composicional de los datos del Grupo Granítico sin Cu, CaO, Pb ni P_2O_5 611
Tabla 72. Resumen estadístico de los datos del Grupo Metamórfico. Se expresa: valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento 612
Tabla 73. Medias y desviaciones estándar de los datos del Grupo Metamórfico para cada uno de los clusters 613
Tabla 74. Matriz de variación composicional de los datos del Grupo Metamórfico 614
Tabla 75. Matriz de variación composicional de los datos del Grupo Metamórfico sin Cu, CaO, Pb ni P_2O_5 615
Tabla 76. Tabla resumen de las fábricas petrográficas de cada yacimiento 616
Tabla 77. Resumen mineralógico de los análisis de DRX. Nomenclatura según Kretz (1983): Qtz-cuaro, Pl-plagioclasa, Kfs- feldespato potásico, Ill-Ms-illita moscovita, Sp-espinela, Hem-hematitas, Cal-calcita, Di-diopsido, Gh-gehlenita, Cbz-chabacita. Frecuencia señadala con + para presente y trz para picos traza 621

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Esta tesis, titulada *Caracterización arqueométrica de cerámica tardorromana de cocina del Nord-este de la Península ibérica* ha sido realizada bajo la dirección del Dr. Miguel Ángel Cau Ontiveros, dentro del proyecto LRPWESTMED (HAR2013-45874-P)[1]. Este trabajo tiene por objeto la caracterización arqueométrica de la cerámica de cocina tardoantigua en el nordeste de la península ibérica y de forma más acotada, de las producciones cerámicas que se encuentras en los alrededores de *Barcino- Barcinona*.

La cerámica de cocina y común es un tipo de material que al ser precisamente utillaje cotidiano puede aportar conocimientos sobre las costumbres de las poblaciones y sociedades tardoantiguas. En primer lugar, aportan información sobre dietas y formas de alimentación a partir de los utensilios utilizados para preparar y cocinar estos alimentos. Además, la tipología y técnica de las piezas indican claras diferencias culturales entre los pobladores de los siglos IV-V y los de los siglos V-VIII en la región estudiada. También se pueden percibir influencias de las ciudades sobre los asentamientos rurales y villas a partir de las similitudes entre los contextos hallados entre los que se incluyen los utensilios culinarios. Finalmente, y con la ayuda de las técnicas arqueométricas, se pueden establecer las proveniencias de las piezas tanto las de fabricación local/ regional y su ámbito de difusión como las de importación.

[1] Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, Subdirección General de Proyectos de Investigación, con la contribución de fondos FEDER. Este proyecto forma parte de las actividades de investigación del Equip de Recerca Arqueològica i Arqueomètrica de la Universitat de Barcelona (ERAAUB), Grupo Consolidado (2014 SGR 845).

La cerámica de cocina de esta región y época se presupone de producción local o regional, por lo que con este trabajo se pretende profundizar en esta hipótesis y con ello establecer dichos ámbitos de producción y difusión. Estas piezas presentan unas características macroscópicas similares, por lo que la caracterización arqueométrica resulta fundamental para determinar posibles proveniencias y ámbitos de influencia de los materiales cerámicos tardoantiguos.

En el segundo capítulo se presentan los conceptos generales de la cerámica, sus aspectos tecnológicos, con la cadena operativa desde la selección y recolección de materias primas, hasta la reutilización y descarte del artefacto al finalizar su vida útil. En este aspecto, caben mencionar las dimensiones sociales y económicas de la cerámica (Albero, 2014a; Arnold, 1988; Kolb, 1989; Rice, 2005, 1991), desde su desarrollo productivo, con diferentes sistemas de producción, pasando por el *household industry* que impera en estos siglos tardíos, hasta su desarrollo como producto susceptible de ser comercializado a gran escala. Esta tradición sociocultural junto con la accesibilidad a los recursos implica que el desarrollo de los alfareros de una receta de la pasta cerámica acorde con la funcionalidad y forma de las piezas.

Dentro de este capítulo se especifica la producción y uso de la cerámica de cocina. La funcionalidad de estos utensilios, que entran en contacto directo con el fuego, requiere de una propiedades tecnológicas y mecánicas concretas y determinadas para poder resistir los cambios de temperatura y choques térmicos sin fracturarse. Estas características han captado el interés de los investigadores, con numerosos estudios en los últimos años (Allegretta et al., 2014; Hein et al., 2009, 2008; Maggetti, 1982; Müller et al., 2014, 2012; Picon, 1976; Tite et al., 2001). De esta forma se puede observar, por ejemplo, la idoneidad de unas materias primas respecto a otras, tanto en lo que respecta a arcillas como a inclusiones, o bien la selección de unas técnicas de producción, como la inclusión de desgrasantes o tipos de modelado.

A pesar de que este trabajo se centra en los recipientes cerámicos de cocina, no debe olvidarse la función principal como contenedor de alimentos durante su preparación y cocción. Por este motivo, se incluye en este capítulo una mención a la dieta y alimentación tardoantigua, incluyendo sus dimensiones socioeconómicas y la relación entre formas cerámicas y platos o recetas (Arthur, 2007a, 2007b; Donnelly, 2015; Pecci y Cau Ontiveros, 2014).

Un segundo apartado dentro de este capítulo presenta de forma sintética la historia de la investigación, centrada en la cerámica de cocina tardoantigua del Mediterráneo Occidental, tanto desde un aspecto arqueológico como arqueométrico.

Estas cerámicas fueron definidas por Hayes como Late Roman Coocking Wares (LRCW) o cerámicas de cocina tardorromanas, a partir del estudio de los materiales de las excavaciones de Cartago (Hayes, 1976, 1972). A partir de este momento, se inicia el interés por estas piezas, con los estudios de Peacock sobre los modelos de producción y distribución de esta LRCW (Peacock, 1982) o los de Fulford y Peacock sobre los materiales de la Misión Británica de Cargado (Fulford y Peacock, 1984; Peacock, 1984a), donde se iniciaron estudios petrográficos fundamentales para el desarrollo de la investigación. Por otra parte, a partir también de la década de los años 80 se percibe un incremento del interés por la cerámica de cocina tardía en la Península ibérica e Islas Baleares, con estudios detallados en el levante peninsular, como los de Reynolds en el País Valenciano (Reynolds, 1993, 1985), de Macías en Tarragona (Macías Solé, 2003, 1999; Macías Solé y Remolà Vallverdú, 2000) o los de Cau en las Islas Baleares (Buxeda Garrigós et al., 2005; Buxeda i Garrigós y Cau Ontiveros, 1998; Buxeda et al., 1997; Cau Ontiveros, 2003, 1999, 1996; Orfila y Cau, 1994). Por otra parte, a pesar de que los estudios arqueométricos sobre LRCW en el nordeste peninsular han sido menos numerosos, son cada vez más frecuentes, como por ejemplo los estudios sobre los materiales de la Plaça de Rei de *Barcino* (Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 2006; Buxeda i Garrigós y Cau Ontiveros, 2005), *Iluro* (Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 2004) o *Iesso* (Uscatescu y García Jiménez, 2005).

El tercer capítulo está dedicado a contextualizar este trabajo desde un punto de vista histórico, ofreciendo una síntesis de aspectos políticos, sociales y económicos que tienen su reflejo en la arqueología con la configuración de nuevas formas de poblamiento, hábitat y espacios socioeconómicos. En este sentido, se puede observar una clara evolución cronológica, con un primer momento en los siglos IV-V de tradición romana que progresivamente va evolucionando y adaptándose a nuevas realidades entre los siglos V-VII. Así, por ejemplo, se observa una tendencia hacia la ocupación rural, dejando la ciudad como sede burocrática, mientras que el grueso de la población opta por una vuelta al campo.

Por otra parte, las ciudades sufren importantes transformaciones, tal y como se puede ver en *Tarraco*, ampliamente estudiada, *Barcino*, *Iluro*, Empúries o Roses, entre otras, donde cada vez adquiere mayor relevancia la presencia de espacios religiosos y

las necrópolis, mientras que las zonas productivas parecen menguar.Por su parte, la zona rural, inicialmente surtida de *villae*, sufre también transformaciones con el abandono total o parcial de las mismas y la modificación fisionómica de las partes aún activas. Se trata de profundas transformaciones que se inician en el siglo IV y que se van consolidando, tal y como revelan los numerosos estudios al respecto (Chavarría Arnau, 2007; López Quiroga, 2009; Ripoll López y Arce, 2001)

Se observan nuevos modelos de asentamiento, los *vicus*, de tradición más propiamente centroeuropea que romana. Este nuevo modelo se asemejan a granjas, con una estructura que, a grandes rasgos, se compone de hábitats sencillos uni o plurifamiliares y con frecuencia construidos con materiales perecederos, y que suelen constar de una zona de almacenaje y un área de producción o procesado de productos agrarios (Roig Buxó, 2009).

Dentro de este modelo encontramos los yacimientos estudiados en este trabajo. En este capítulo, ofrecemos un recorrido de las investigaciones y excavaciones de cada caso. Se incluye la descripción e interpretación arqueológica, así como una síntesis de los restos arquitectónicos y hallazgos, de forma que se pueda aportar así una mejor visión sobre los yacimientos y la zona muestreada.

Los yacimientos seleccionados se contextualizan geográfica y geológicamente. Todos ellos se encuentran en el espacio rural entre *Barcino* e *Iluro*. Tres de ellos se sitúan en el Vallès Occidental, Can Gambús 1, Horts de Can Torras y Plaça Major de Castellar del Vallès; uno en el Vallès Oriental, Ca l'Estrada y dos en el Maresme, Torre Llauder y Can Modolell. Los yacimientos de la zona del Vallès se caracterizan por haber sido excavados y estudiados en arqueología preventiva, mientras que los dos del Maresme son trabajo de arqueología programada, con excavaciones aún en vigor y periódicas en Torre Llauder y trabajos más antiguos en el caso de Can Modolell. Este último yacimiento es el más peculiar al tratarse de la reocupación de un santuario mitraico, mientras que los demás yacimientos son asentamientos rurales con villa romana anterior o bien de creación ex novo, pero en todos los casos cumpliendo la estructura mencionada de zona de almacenaje y procesado de productos agrarios, mientras que la parte habitable no siempre se ha conservado.

Por otra parte, la geología de la zona apunta a abundancia de materiales graníticos y sedimentarios con afloramientos metamórficos en el Vallès, mientras que el Maresme se encuentra en un batolito granodiorítico.

El cuarto capítulo está dedicado a los materiales analizados desde un punto de vista arqueológico y tipológico. Se trata aquí en primer lugar la evolución de la cerámica de cocina, pudiéndose percibir dos tendencias. Mientras que en los siglos IV-VI predomina la importación de cerámicas norteafricanas, poco a poco estas importaciones se reducen hasta casi desaparecer en el siglo VII. Esta reducción de cerámica exógena es proporcional al aumento de las producciones locales o regionales.

Se puede así establecer una relación entre la evolución de los asentamientos del capítulo anterior con la evolución de las cerámicas de cocina, de forma que la disminución de la importancia de las ciudades, conlleva la progresiva reducción de las importaciones cerámicas y un aumento de las producciones locales o regionales. Aún así, se perciben ciertas excepciones ya que las ciudades portuarias, como *Tarraco*, continúan recibiendo importaciones, aunque en menor volumen.

El cambio se percibe también en la tecnología de esta cerámica, dejando atrás las cerámicas de paredes finas, depuradas y de ambiente de postcocción oxidante, tal y como predomina en la cocina norteafricana. En su lugar, empiezan a instaurarse las pastas de granulometría gruesa (también conocidas como groseras), poco depuradas, con inclusiones visibles de tamaños mayores y más variadas, paredes más espesas y cocción irregular, tanto por temperatura como por atmósfera, aunque predominando la reductora. Las formas se simplifican, de forma que se encuentran menos tipos cerámicos, que a su vez presentan una tipología menos variada y más sencilla. Así mismo la decoración se elimina quedando únicamente líneas incisas paralelas en algunas piezas.

A continuación de describen y analizan arqueológicamente las cerámicas muestreadas de cada yacimiento. Predominan las ollas de diversos tamaños y bordes, con formas globulares de perfil en S o bitroncocónicas. En una proporción mucho más reducida hay cazuelas, muy numerosas entre las importaciones norteafricanas de los siglos IV-VI pero que en la producción local de siglos posteriores va perdiendo importancia a favor de las ollas. Se han seleccionado también otras formas accesorias de cocina como tapaderas, morteros, jarras, pucheros, algunos barreños y boles y algunos fragmentos de dolias. A pesar de que estas formas no son para ir al fuego, forman parte del ajuar culinario.

Las formas halladas en los yacimientos seleccionados, junto con las transformaciones de sus estructuras, parecen indicar una posible producción de

autoconsumo, donde el comercio de excedentes se limitaría a corta distancia, sin sobrepasar los límites regionales.

El quinto capítulo está dedicado a la metodología utilizada para el desarrollo de este trabajo. Cada vez más estudios arqueológicos incluyen o inician estudios arqueométricos para dar respuesta a las cuestiones arqueológicas que van más allá del estudio tipológico de la cerámica. En el caso de la cerámica tardoantigua, persisten importantes dificultades en la identificación, debido a la proveniencia local o regional de las piezas, que supone variantes tipológicas relacionadas con el citado posible autoconsumo y producción a microescala.

Los estudios arqueométricos cuentan con una larga tradición internacional desde los años 70 y hasta la actualidad, con numerosos trabajos metodológicos y casos de estudio (véanse, por ejemplo algunos trabajos pioneros: (Bennet et al., 1989; Bishop et al., 1982; Bishop y Neff, 1989; Harbottle, 1982; Picon, 1973; Schneider et al., 1978; Sheppard, 1964). Sus primeras investigaciones se centraron en los análisis químicos, aunque poco a poco se empezó a tener en cuenta la selección y procesado de las materias primas y los aspectos tecnológicos como factores determinantes en la caracterización cerámica (Heimann, 1982; Maggetti, 1981; Schiffer y Skibo, 1987; Tite y Maniatis, 1975). A pesar de la importancia de esta disciplina, su aplicación en estudios de cerámica de cocina tardía en la Península ibérica tiene un recorrido más reciente y, por tanto, escaso, con los previamente citados estudios sobre *Barcino*, *Iluro*, *Iesso* y las Baleares, como principales puntos de partida.

En la primera parte del capítulo se repasan los conceptos arqueométricos de caracterización, proveniencia y tecnología. La caracterización o identificación, se realiza en tres niveles de estudio, químico, mineralógico y petrográfico.

La proveniencia se basa en el postulado de proveniencia, por el que las diferencias de composición química, mineralógica y petrográfica entre dos zonas distintas son mayores que las diferencias dentro de una misma zona y, por tanto, la variabilidad dentro de un mismo grupo cerámico debe ser inferior a la variabilidad entre dos grupos diferentes. De esta forma, la identificación geoquímica de la cerámica permite compararla con zonas geológicas y así establecer posibles áreas de producción y con ello, de intercambios y redes comerciales. En este punto, se introducen los conceptos de grupo de referencia (GR), utilizado para la cerámica de centros productores con proveniencia conocida y de unidades de referencia composicional de

pasta (URCP), para las cerámicas de centros receptores con proveniencia incierta (Buxeda et al., 1995).

La tecnología se relaciona con aspectos cronológicos y culturales y con la cadena operativa, focalizándose en aspectos referidos a la arcilla, el modelado, la cocción y tratamientos posteriores a la cocción. El estudio de este aspecto se puede iniciar con una aproximación macroscópica de las características más evidentes, como color, distribución o porosidad pero es fundamental la observación petrográfica para apreciar tanto su composición geológica como sus características tecnológicas.

Este apartado contiene una referencia sobre las contaminaciones y alteraciones que pueden sufrir las cerámicas tanto durante su producción, en su vida útil como en su deposición y abandono. Consideramos que es importante esta referencia debido a que estas posibles alteraciones pueden afectar a los resultados arqueométricos en cualquiera de sus tres niveles y por ello deben tenerse en cuenta.

Tras estos conceptos arqueométricos generales, se pasa a detallar y explicar cada uno de los niveles de aproximación, químico, mineralógico y petrográfico, con las técnicas y rutinas analíticas utilizadas en este trabajo. Así mismo, se incluye un apartado sobre el análisis de arcillas, también utilizado en este estudio y la explicación del análisis estadístico llevado a cabo.

El primer nivel es el análisis químico que en esta ocasión se ha obtenido a través de la fluorescencia de rayos X (FRX). El análisis químico aporta la composición de la arcilla junto con las diferentes inclusiones, tanto naturales como artificiales. Por tanto, con este método no se obtiene la composición de la veta de donde se ha extraído la arcilla sino de la pasta ya tratada con la que se ha modelado la pieza analizada. Con esta técnica se obtienen datos cualitativos, identificando elementos mayores, menores y trazas y cuantitativos, con las concentraciones de tales elementos.

Estos datos son los que se tratan estadísticamente, utilizando para ello softswares específicos, especialmente R. Siguiendo los estudios de los diferentes autores que han aplicado la estadística a la arqueometría y arqueología (Baxter, 2003, 1994, 1992; Buxeda, 2001; Drennan, 2009), se ha analizado la variabilidad de los datos y a partir de aquí, se han llevado a cabo análisis bivariantes y multivariantes de forma que se puedan obtener agrupaciones y similitudes geoquímicas entre los individuos y variables analizadas. Para ello se han llevado a cabo dendrogramas jerárquicos con datos transformados, análisis de componentes principales (PCA), análisis de correspondencias (CA) y en los casos que se ha requerido, remuestreos de *bootstrap* y

análisis de regresiones. Todo ello permite tanto la detección de los individuos que actúan como loners o outliers, como la definición de agrupaciones de individuos y variables.

El segundo nivel, el mineralógico, se ha obtenido con la difracción de rayos X (DRX), por la que se detectan los compuestos y minerales primarios, existentes previos a la cocción y secundarios, formados durante y tras la cocción. De esta forma, se puede obtener la temperatura de cocción esquivalente (TCE) de los individuos analizados.

El tercer nivel es la observación petrográfica de las láminas delgadas con el microscopio óptico (MO). De esta forma, se pueden identificar los diferentes tipos de inclusiones, tanto minerales como fragmentos de roca, así como las características de la matriz. Para ello se han seguido los estándares de descripción establecidos por Whitbread y Quinn (Quinn, 2013; Whitbread, 1989, 1986), estableciendo criterios de empaquetamiento, grado de frecuencia de las inclusiones, coloración, actividad óptica o distribución de las inclusiones. Los resultados de esta observación se pueden comparar con el mapa geológico de la región estimada para establecer hipótesis de proveniencia de las cerámicas y de las materias primas.

El siguiente capítulo, el sexto, está dedicado a los resultados y análisis arqueométricos de cada conjunto analizado, separados por yacimientos: Can Gambús 1, Horts de Can Torra, Plaça Major de Castellar del Vallès, Ca l'Estrada, Torre Llauder, Can Modolell e *Iluro*. En cada caso, se aporta la descripción petrográfica por grupos pudiéndose establecer un gran grupo granítico y un gran grupo con aportaciones metamóficas. En cada yacimiento se pueden establecer diversos sub-grupos en cada uno de estos conjuntos, separados por tipos de inclusiones (e.g. grupo biotítico) o más frecuentemente, por criterios texturales.

Además de estos dos grandes bloques, granítico y metamórfico, se encuentran también individuos que forman grupos calcáreos muy poco numerosos, así como loners o grupos con escasa representatividad. El caso más diferente lo encontramos en *Iluro*, en primer lugar, por ser el único yacimiento urbano analizado y en segundo lugar por el tipo de muestreo llevado a cabo. Mientras que todos los yacimientos han contado con un trabajo arqueológico y documental previo al muestreo y con la recogida de los materiales analizados in situ en el depósito del museo (yacimientos del Maresme y Ca l'Estrada) o en la sede arqueológica donde se llevaban a cabo los estudios (yacimientos del Vallès Occidental), el estudio de *Iluro* es una revisión de los análisis de Buxeda y Cau (Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 2004), por lo que nos encontramos que el

conjunto analizado químicamente es mucho más numeroso que las láminas delgadas realizadas. Se trata por tanto, de un caso singular donde la integración química y petrográfica ha resultado distinta y menos completa que en los demás yacimientos seleccionados para este trabajo.

Tras la descripción petrográfica, se aporta el análisis químico de cada conjunto por yacimiento, pudiéndose encontrar la matriz de variación composicional, el dendrograma jerárquico con su análisis detallado con medias (m) a partir de los cuales se establecen los principales elementos químicos que marcan la diferenciación de grupos. También se ha llevado a cabo en cada caso el análisis de componentes principales (PCA) y el análisis de correspondencias (CA).

Cada uno de los apartados se cierra con la integración de los análisis petrográficos y químicos. Así mismo, se ha llevado a cabo una integración de estos resultados arqueométricos con la información arqueológica referente a las formas, cronologías y situación de cada yacimiento.

En el séptimo capítulo se ha llevado a cabo la integración arqueométrica de todos los individuos muestreados de todos los yacimientos, incluyendo las arcillas. En este punto se presenta un análisis químico de este conjunto completo, con diversas exploraciones, que presentan la variación y variabilidad del conjunto. Con estos datos se han hecho exploraciones multivariantes con dendrograma jerárquicos, PCA, CA y gráficos de regresiones. Con estos datos se ha podido acotar y establecer tres grupos diferenciados: grupo granítico, grupo metamórfico y otros grupos, donde se sub-divide entre grupos calcáreos, moscovíticos e individuos aislados. Cada uno de estos grupos se ha integrado con la descripción petrográfica y mineralógica, estableciéndose así diversas URCPs. Para cada una de ellas se ha realizado también una exploración de la variación, dendrograma jerárquico, PCA, CA, análisis de regresión, así como análisis ternario. De esta forma, se observa una predominio de las cerámicas graníticas ricas en hierro y aluminio.

Finalmente, se aporta en el último capítulo unas conclusiones generales fruto del análisis arqueométrico y de su integración con los datos e información arqueológica de cada yacimiento. De esta forma, se puede llegar al objetivo esencial de caracterizar arqueométricamente las cerámicas tardorromanas de cocina del nordeste de la península ibérica a través del estudio de los yacimientos seleccionados. Este estudio permite establecer URCPs de cerámica de cocina tardía de forma que se pueda establecer su proveniencia y con ello hallar puntos característicos y distintivos entre los materiales de

diferentes regiones, especialmente entre el Maresme y el Vallès. A partir de estas URCPs y su posibles proveniencias, se pueden establecer hipótesis de intercambios y redes comerciales, a pesar de que se debe tener en cuenta la ausencia de hallazgos de estructuras de hornos para estas cronologías, materiales y zonas.

CAPÍTULO 2: LAS CERÁMICAS DE COCINA TARDOANTIGUAS

2.1. La cerámica de cocina: concepto y consideraciones

2.1.1. Concepto y tecnología de la cerámica

La cerámica es el resultado del tratamiento, modelaje y cocción de la arcilla y, por tanto, primer material sintético[2] creado por el hombre y uno de los más utilizados a lo largo de la historia (Caro, 2006; Glascock et al., 2004; Rice, 2005). Su buena conservación hace que sea un producto valioso y de éxito, adaptable a diversas situaciones y, por tanto, importante en la vida cotidiana. Precisamente esta propiedad hace que sea un importante material arqueológico, aportando tanto cronológica como información acerca de la técnica, identificación de culturas o intercambios comerciales.

Las primeras evidencias del uso de la arcilla se encuentran ya en el Paleolítico Superior como parte de los grabados y pinturas murales de cuevas con alto grado de humedad y, por tanto, susceptibles a que se creen depósitos arcillosos en su interior. Hacia el 30000 BC aparecen las primeras piezas de arcilla modelada, figuras de diosas y animales, en Dolni Vestonice, en Chequia o los bisontes de Tuc d'Ausubert en Francia (Rice, 2005). La cerámica como tal, es decir, arcilla modelada y cocida, no aparecerá

[2] En un sentido geológico sería una roca artificial metamórfica - sedimentaria con la arcilla como principal componentes, debido al proceso de cocción y deformación a altas temperaturas (Glascock et al., 2004; Riccardi et al., 1999)

hasta el 10000 aC en Japón y el 8500-8000 aC en Anatolia. Su aparición se gesta con la agricultura y la ganadería ante la necesidad de recipientes duraderos y operativos que respondiesen a las necesidades del nuevo modelo económico y alimentario y que a su vez perdurasen con materiales más perecederos como la cestería, la madera, el cuero o la yeso, así como a la necesidad de almacenaje que surge con la sedentarización (Humphrey, 2006). La utilización de los recipientes cerámicos permite la mejora de los hábitos alimentarios al permitir su cocinado, facillitar su transporte y almacenamiento.

Su funcionalidad y uso es muy amplia, aplicable a gran parte de los ámbitos de la vida doméstica, desde los usos más frecuentes como sería la preparación de alimentos, utillaje culinario, vajilla de mesa, transporte, almacenaje o material constructivo, a funciones menos visibles pero que no deben olvidarse, como elementos decorativos, iluminación, fines lúdicos, rituales o usos funerarios. Así mismo, su bajo coste económico aumenta su popularidad y favorece el uso cotidiano.

2.1.1.1. La cadena operativa

El concepto de cadena operativa o *chaine opératoire*, puede considerarse como el marco teórico para definir y organizar los diferentes estadios de la producción de un artefacto (Albero, 2014a), desde la obtención de la materia prima hasta el resultado final del mismo, combinando todos los elementos necesarios para la producción, desde los recursos necesarios, materiales, espacios productivos, conocimientos técnicos o esfuerzo humano, lo que Albero (Albero, 2014a) ha resumido en materialidad, actividad y conocimiento. En este sentido, está estrechamente ligado a la noción de tecnología, entendida como el proceso desde la selección de materias primas, manufactura, funciones y significado de los artefactos (Albero, 2014a; Schiffer, 2004).

Este concepto fue acuñado por el arqueólogo André Leroi-Gourhan en los años 60, adaptado de la etnología y que hace referencia a la conexión entre la cerámica y la tecnología (Leroi-Gourhan, 1971). A partir de los años 70 este concepto tuvo muy buena acogida entre los arqueólogos de la escuela francesa, desde donde se fue generalizando al resto de escuelas hasta estar totalmente establecido en la actualidad.

La cadena operativa está estrechamente ligada con la artesanía y la tecnología, donde un individuo o diversos integrantes del grupo se coordinan según sus capacidades para llevar a cabo todo el proceso técnico y hasta la obtención del artefacto a elaborar. Las decisiones de estos grupos humanos, tomadas bajo consenso social, son las que

configuran una cultura y una tecnología concreta, desde la elección de unas arcillas en vez de otras, una técnica de modelaje en concreto, diferentes técnicas según los usos de las piezas, el uso de un tipo de cocción concreta o bien la aplicación de decoración y los motivos elegidos. Se plasma así la adaptación de un grupo humano a su entorno económica y funcionalmente (Albero, 2014a). La tecnología cerámica por tanto está ligada a una cultura material y a una sociedad en concreto, donde sus alfareros toman decisiones en cuanto a los diferentes estadios de la cadena operativa y, por tanto, representan unos rasgos identificativos concretos. El cambio en alguna de las fases tecnológicas implica modificaciones en las otras etapas, como podría ser la selección de una materia prima diferente, que puede conllevar a resultados distintos en cuanto al modelaje o cocción.

En el caso de los artefactos cerámicos, pueden considerarse siete etapas: Obtención de las materias primas, preparación de las materias primas, modelado, tratamiento posterior, secado al sol, cocción y tratamiento final.

- *Obtención de las materias primas*

La cerámica es un material compuesto por arcilla, agua e inclusiones naturales o artificiales, en cuyo caso se conocen como desgrasantes (Rice, 1991; Sheppard, 1995, 1965, 1964). La arcilla es el resultado de la descomposición de la roca por los diferentes procesos erosivos, por lo que según la procedencia e impurezas que contenga, puede adquirir tonalidades desde el blanco hasta los rojizos y marrones. Los desgrasantes se mezclan con la arcilla para facillitar el modelaje o cocción y suelen ser sobre todo cuarzo, calcita o materiales orgánicos. Las inclusiones artificiales de arena también son abundantes en las regiones próximas a cursos de agua (Heidke y Miksa, 2000). Este desgrasante puede ser característico de una cultura concreta, como por ejemplo, en el caso de la Prehistoria en Mallorca se identifica desgrasante calcáreo en época Talayótica y desgrasante orgánico en la Post-Talayótica (Albero, 2010).

A pesar de que su composición química puede ser compleja, principalmente está formada por silicatos de aluminio hidratados, óxido de aluminio, magnesio y bario (Rice, 2005). Se puede distinguir la cerámica refractaria, como el caolín, por su alto contenido en Al_2O_3 que supera el 20% y bajo en Na_2O y K_2O, inferiores al 3%, así como la cerámica calcárea, con un porcentaje entre el 15-20% de CaO (Tite, 1999). Por

otra parte, los minerales que la forman originariamente son difíciles de identificar ya que las elevadas temperaturas de cocción los transforman y modifican (Tite, 1999).

Esta arcilla se encuentra en la naturaleza, en depósitos primarios o estáticos, es decir, sin ningún tipo de actuación antrópica y con propiedades poco plásticas, donde la descomposición se lleva a cabo in situ por la erosión y las presiones terrestres, como el caolín. La arcilla primaria se transporta y oxigena, creándose lo que se conoce como arcillas secundarias o sedimentarias que pueden ser ferruginosas, calcáreas o silíceas (Caro, 2006). En estos depósitos secundarios, la descomposición geológica se traslada de un punto a otro, como ocurre con los cursos fluviales, arrastrando además otros materiales no arcillosos que se mezclan con la matriz haciéndola menos pura pero más plástica que los depósitos primarios. Cada depósito de arcilla, tanto primario como secundario, tiene una franja de tamaño de grano característica y diferente de otros depósitos, por , lo que determina la ratio de las partículas de arcilla y, por tanto, su textura (Albero, 2014a).

La selección de la materia prima responde sobre todo a dos factores: las propiedades de plasticidad y fractura de la arcilla, pero también a la distancia que los yacimientos se encuentran de los asentamientos poblacionales (Arnold, 2011, 1988; Tite, 1999). Sobre las propiedades, no todas las arcillas tienen las mismas, lo que depende de la composición mineralógica, tamaño de las partículas, cristalinidad, plasticidad y cantidad de sales solubles, ya que de eso dependerá el añadido de desgrasantes artificiales, su tipo y cantidad. Respecto a las distancias, a partir de los estudios etnológicos de Arnold (Arnold, 1988) se pudieron establecer las distancias de recogida de materias primas desde el emplazamiento de la población que las manufacturaba. Siguiendo a este autor, se propone una distancia máxima de 7-8 Km, con una media de 3-5 Km como el recorrido más frecuente para la obtención de las materias primas, tanto la arcilla como el combustible y el agua. Estas distancias dependen también de la accesibilidad del filón o veta y del esfuerzo que supone su recogida, como el relieve, la climatología o la facilidad del transporte. De esta forma, el mismo Arnold expone casos donde estos factores hacen que los recorridos sean mucho mayores, como Grecia, con zonas en las que se recorren distancias de 10-12 Km o Egipto, donde se dan las distancias más largas, llegando a los 25 Km hasta obtener materias primas apropiadas. Otros ejemplos son la cerámica prehistórica portuguesa donde se estiman distancias de hasta 20 Km (Jorge, 2009) o Paria (Bolivia) con distancias de hasta 30 Km (Szilágyi y Szakmány, 2009). A pesar de que puede existir el

transporte a larga distancia de materias primas, se trataría de casos aislados y poco frecuentes, por lo que se considera que la obtención de las materias primas se realiza en un ámbito local o regional, dejándose el comercio para el artefacto manufacturado.

Asimismo, no todas las arcillas son apropiadas para las diferentes clases cerámicas por lo que los alfareros seleccionan éstas en función del tipo de cerámica que quieran manufacturar. En otros casos, la presencia de sólo determinados tipos de arcilla en las cercanías de un centro productor da lugar a procesos de especialización en la producción cerámica. De esto se encuentran numerosos ejemplos en estudios etnoarqueológicos y etnoarqueométricos. Un ejemplo se puede encontrar en el centro productor de Pòrtol (Mallorca, España), donde se preparan dos tipos de pasta diferentes: una roja refractaria no calcárea destinada a cerámica de cocina y otra blanquecina calcárea usada para la vajilla y piezas que no van al fuego, puesto que una vez cocidas resultan cerámicas porosas (Albero y Puerta, 2009; Day et al., 2015). Esta diferenciación de pastas se ve en otros puntos geográficos como en Aegina en cronologías prehistóricas y arcaicas. Aquí se identifica el uso de dos pastas, una gresa, rojiza, no calcárea, utilizada para cerámica de cocina y otra naranjada o beige, calcárea y menos gruesa para las piezas de almacenaje (Gauss et al., 2015). Un proceso de especialización se observa por ejemplo en Pereruela (Zamora, España) donde domina la producción de cerámica de cocina a partir de una pasta preparada con una mezcla de caolín y tierra roja (o bermejo) produciendo unas cerámicas altamente refractarias (Buxeda Garrigós et al., 2003).

Una vez recogida la arcilla, ésta puede pasar por un proceso de decantación o refinamiento en la que se filtra de impurezas e inclusiones para obtener así una pasta fina y depurada mucho más plástica con la que trabajar. Debido a que la arcilla no es porosa de forma natural, se añaden distintos desgrasantes artificiales, tanto orgánicos, inorgánicos, chamota[3] o mezcla de arcillas, para evitar así fracturas durante los procesos de cocción (Humphrey, 2006; Tite, 1999). No siempre resulta fácil distinguir entre el desgrasante artificial y las inclusiones naturales de la arcilla. Según autores como Tite o Rice (Rice, 2005, p. 409; Tite, 1999, p. 185), mediante la observación petrográfica de láminas delgadas se pueden llegar a diferenciar a partir de criterios de esfericidad, tamaño y distribución de las partículas. A pesar de ello, son criterios que no pueden generalizarse y no son válidos en todas las cerámicas por igual. Las inclusiones

[3] La chamota o *grog* se obtiene de la fractura de cerámica ya existente que ha perdido su funcionalidad o bien un preparado especial de arcilla cocida (Middleton, 1997).

naturales redondeadas son más apropiadas que los desgrasantes angulares ya que favorecen el modelado y en caso de utilizar el torno, evita la abrasión de las manos de los alfareros (Albero y Puerta, 2009; Schiffer et al., 2001; Schiffer y Skibo, 1987; Skibo, 1992; Tite, 1999).

El desgrasante mineral más común es el cuarzo, resistente a los cambios físicos y químicos que favorecen a la pieza en sus propiedades térmicas al minimizar el impacto del choque térmico (ver capítulo 2.1.3.1). Seguidamente abundan los feldespatos, que pueden aparecer como feldespato potásico (K-Feldspar) o plagioclasas y las calcitas. En menor medida aparecen silicatos como micas, tanto moscovita como biotita o clorita, anfíboles y piroxenos. Los menos frecuentes son los minerales pesados como granate, circón, titanita o apatito (Riederer, 2004). Abundan también las inclusiones artificiales orgánicas con microfósiles, fragmento de conchas o plantas.

Dependiendo del tipo de artefacto que el alfarero vaya a producir, la arcilla se depurará más o menos o bien se añadirán inclusiones artificialmente. Las inclusiones pueden ser naturales de la propia materia prima que se ha dejado sin depurar intencionadamente o bien inclusiones añadidas artificialmente. En este caso, pueden ser de múltiple naturaleza, generalmente fragmentos machacados de minerales o rocas pero también inclusiones vegetales, cenizas, microfósiles o bien mezclas de arcillas diferentes. Las pastas poco depuradas (ya sea de forma natural o gracias a la adición de desgrasantes), tienen una menor plasticidad[4] y humedad y, por tanto, su modelado resulta más difícil, pero confiere a las piezas un secado más rápido y sobre todo una mayor resistencia al choque térmico durante la cocción, por lo que este tipo de pastas de granulometría gruesa resultan muy apropiadas para la cerámica de cocina que tiene que entrar en contacto constante con focos de calor. Con el secado, se crea alrededor de las inclusiones un espacio vacío fruto de la evaporación del agua que, junto con las inclusiones y la porosidad, facillita la expansión de la dilatación de la matriz al calentarse en la cocción, reduciendo así las posibilidades de fracturas en las piezas. Arnold (Arnold, 1988) establece las proporciones ideales para el secado óptimo de la cerámica sin fracturarse en un 25% de inclusiones dentro de la matriz de la pasta.

El agua se añade a la arcilla para conferir la plasticidad necesaria para el modelado y se evapora en el secado cambiando la plasticidad por dureza. Así, la arcilla

[4] Las arcillas más plásticas contienen c.15% de partículas minerales de >2 μm. Cuanto más fina es la granulometría de las arcillas, mayor es su plasticidad (Albero, 2014a; Rice, 2005)

seleccionada tiene que ser suficientemente plástica para favorecer el modelado pero permitir la contracción durante el secado para prevenir fracturas.

A pesar de que no forman parte de la composición cerámica, no se deben olvidar otras materias primas esenciales como son el combustible para los hornos y el agua, lo cual también aportan información sobre la tecnología y radio de actuación de una comunidad humana (Meyer et al., 2016). Se puede establecer una relación directa entre el tipo de combustible, cantidad del mismo y tiempo de cocción, como el uso de madera verde para generar más humo y obtener efectos ennegrecidos o la mezcla de madera con otros materiales combustibles (Arnold, 1988).

- *Elaboración de la cerámica*

Una vez que la pasta está preparada, se procede al modelado de la pieza deseada. Para ello, el artesano puede elegir diversas técnicas dependiendo del tipo de artefacto que quiera realizar, del esfuerzo a invertir y de la tecnología y conocimientos ligada a la cultura a la que pertenece el productor. Las diferentes técnicas de modelaje pueden identificarse a partir de las trazas que el proceso de modelado deja en las piezas y que se pueden reconocer con microscopía óptica, microscopía electrónica o radiografías, como marcas de torno, juntas, grietas, porosidad y distribución de los desgrasantes. De esta forma, las inclusiones y cavidades que siguen un patrón espiral corresponden a un modelado a torno mientras que la alineación horizontal se relaciona con la técnica del urdido (Tite, 1999).

Generalmente, se puede distinguir entre modelado a mano, a molde o a torno. El modelado a mano se relacionó inicialmente con culturas primitivas, aunque rápidamente se pudo observar que este tipo de modelado se utilizó también para la cerámica tosca tardoantigua y medieval e incluso en algunos casos de alfares actuales.

La técnica a mano más sencilla es el modelado directo de la pasta hasta la obtención de la forma buscada. También se pueden elaborar piezas por placas, superponiendo y uniendo formas finas e irregulares de cerámica similares a placas. Otra de las técnicas es el urdido o adujado, que consiste que elaborar cilindros de arcilla que se superponen unos con otros, juntándolos entre sí y alisando las paredes interior y exterior de la pieza de forma manual. Un ejemplo de esta técnica se ha podido identificar en las cerámicas medievales de L'Esquerda, Osona donde a través de un estudio petrográfico mediante láminas delgadas se ha podido observar que la

direccionalidad de las inclusiones respecto a la matriz correspondería a este tipo de técnica de modelado (Travé et al., 2013b).

Otro método de modelado es el uso de moldes, técnica muy común para la elaboración de *terra sigillata* puesto que facillita la elaboración de decoración en relieve pudiéndose así obtener motivos ornamentales de gran complejidad. En esta técnica, la pastase aplica a un molde del que se extrae la pieza cruda tras el secado al sol y, por tanto, volumétricamente comprimida tras la pérdida de agua. Tras añadirle los pies, asas y acabados finales, las piezas están listas para su cocción.

El método más frecuente es el torno, que puede ser rápido o lento, llamado también torneta. En ambos casos se trata de la utilización de un utensilio giratorio sobre el que se coloca la pasta que se eleva y se modela. La velocidad y esfuerzo invertido son la principal diferencia entre ambos utensilios. Por una parte, la torneta implica un mayor esfuerzo humano al ser de giro manual, lo que implica una menor velocidad de rotación, mientras que el torno conlleva una mayor velocidad y minimización del esfuerzo al constar de un sistema de impulso con doble rueda. Arqueológicamente resulta difícil distinguir el modelado a mano del modelado a torneta (Rice, 2005; Rye, 1981, 1977; Skibo y Schiffer, 2008; Solaun Bustinza, 2005).

Una vez que la pieza está modelada, se añaden los diversos acabados como pueden ser las asas, pies, bordes picudos o de formas específicas, así como las decoraciones previas a la cocción como son todas aquellas que implican cierto relieve, peinada, incisa, estampillada, esgrafiada, bruñido o la aplicación de barnices que con la cocción se convertirán en vidriados.

Finalmente, las piezas terminadas se dejan secar para que se evapore el agua añadida durante la preparación de las arcillas, adquiriendo un primer grado de dureza y solidificación y facillitando así la cocción. Durante este proceso puede llegar a evaporarse alrededor del 10% del agua de la pieza (Humphrey, 2006). Esta evaporación es inferior en las paredes internas de la pieza que en las externas, que están en contacto más directo con el clima (Tite, 1999). El tiempo y eficacia del secado depende de varios factores (Arnold, 1988): la permeabilidad, relacionada con la cantidad de inclusiones; la mineralogía, ya que algunos grupos de arcillas, como la esmectita, absorben más agua; la forma y tipología, puesto que los volúmenes de gran tamaño tardan más en secarse; y el clima, influyendo la temperatura, viento y humedad relativa del ambiente, por lo que un clima seco y soleado con poca humedad favorece el correcto secado de la cerámica.

- *Cocción y resultado final*

Una vez que la pieza ha evaporado una parte del agua y la humedad mediante el secado, está preparada para su cocción. Este proceso normalmente se lleva a cabo en hornos de cerámica, aunque en sus inicios se realizaba en hogueras planas sobre el suelo donde el combustible y las piezas se colocaban conjuntamente (Fig. 1). Para conservar el calor e incrementar la temperatura de cocción, estas hogueras pueden ser excavadas en el suelo y recubiertas con combustible perecedero o bien con tierra (Fig.1.2). Otra variante son las hogueras planas o excavadas con cubiertas construidas y selladas, que pueden tener a su vez ventilación lateral o inferior (Fig. 1.3 a 1.4). En estas construcciones, el combustible y las piezas se colocan juntas en una misma cámara. En estos hornos sin estructura la temperatura aumenta rápidamente entre 500 y 900ºC, aunque generalmente oscila entre 600 y 800ºC, llegando a su máxima a los 20 o 30 minutos, y manteniéndose poco tiempo (Tite, 1999). Las atmósferas de cocción cambian rápidamente de oxidante a reductora ya que resulta difícil el control de la entrada de oxígeno y salida del humo.

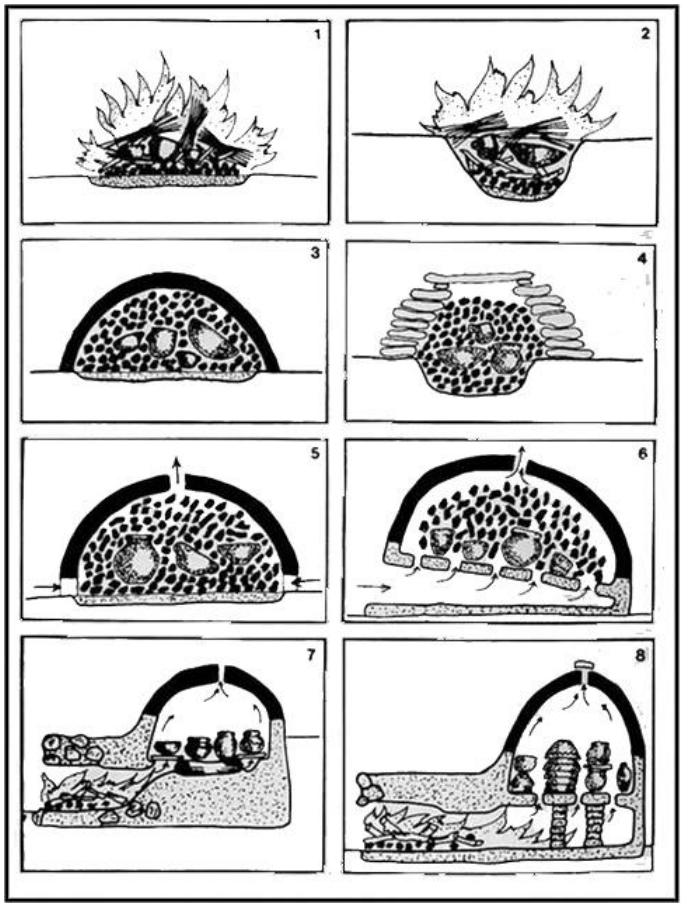


Fig. 1. Tipos de hornos cerámicos según el "Dossier de l'archeologie" nº61974.

La evolución de estas hogueras dio paso a los hornos con doble cámara, que son los más usuales en época histórica, aunque no exclusivos (Fig. 1.6 a 1.8). Los primeros hornos se atribuyen a la Edad de Bronce en la Grecia micénica y minoica, con construcciones cilíndricas simples que alcanzaban temperaturas de 1200º (Humphrey, 2006). En estas estructuras, la temperatura aumenta paulatinamente para alcanzar su máxima una hora después pudiendo mantenerse durante unos 30 minutos. Aunque

pueden llegar a altas temperaturas, las cocciones se realizan generalmente entre los 750-950ºC (Tite, 1999). La temperatura y el tiempo de cocción[5] puede estimarse a partir de la mineralogía, a través de la difracción de rayos X (DRX), la microestructura con el SEM, que aporta información sobre la porosidad y vitrificación de las cerámicas y con los cambios en el hierro a través de espectroscopía Mössbauer (Tite, 1999).

A pesar de sus múltiples tipologías, los hornos constan de tres partes fundamentales, un corredor, una cámara inferior donde colocar el combustible y una cámara superior para situar las piezas, separada de la cámara inferior por una parrilla. Estos hornos están generalmente cerrados con una cubierta semicircular que consta de ventilación superior o lateral. Frecuentemente se encuentra una antecámara o espacio previo al horno propiamente dicho, destinado al almacenaje del combustible o a zona de trabajo. Los hornos más complejos conocidos hasta el momento son los de *terra sigillatas*, que constan de una estructura de canalizaciones tubulares verticales a lo largo de la cámara superior del horno que conectan la cámara inferior con la chimenea de forma que la cocción de las piezas se realiza por el calor conducido a través de estas estructuras sin que las piezas entren en contacto directo con el fuego ni con el humo. En siglos posteriores los hornos se adaptarán y harán más complejos añadiendo arcos transversales o pilares centrales, como en los hornos romanos, así como en los del siglo IX o un pilar central en los siglos XI-XII. En el caso de la península ibérica evulucionan hasta la el horno moruno árabe del siglo XIII (Solaun Bustinza, 2005).

Tampoco hay que olvidar los hornos que se adaptan a las estructuras geográficas y geológicas preexistentes, como es el caso del alfar medieval de Anoia, (Padilla et al., 2011, 2008; Travé y Padilla, 2013), o el complejo de hornos de Casampons (Padilla, 1984), ambos casos destinados a la cerámica gris de los siglos X-XIV. Este sistema se conoce como *cave-dwelling production system* y tiene paralelos en el Sur de Francia (Travé et al., 2014b).

En la península ibérica, se aprecia una evolución entre los hornos romanos, situados en llanuras próximos a cursos de agua y los medievales, situados en el interior, cerca de las poblaciones hasta quedar integrados en la ciudad ya en época islámica y Baja Edad Media (Carvajal y Day, 2014, 2013; Travé y Padilla, 2013). En el caso de Cataluña, los hornos romanos se sitúan, además, en las proximidades de las ciudades, como el hallado en la C/Princesa de Barcelona de los siglos I-II dC, con planta circular

[5] Ver capítulo 5.2 sobre metodología

y pilar central con zona de obrador (Casas Blasi y Martínez Ferreras, 2006). Estos hornos romanos entran en desuso durante la Antigüedad Tardía hasta su completa desaparición en el siglo X, momento en que han sido sustituidos por centros productores, más pequeños y sencillos (Padilla, 1984). Se encuentran también en la zona interior de Cataluña una serie de hornos de difícil datación entre Antigüedad Tardía y Edad Media. Se trata de hornos excavados con tiro vertical y doble cámara con parrilla y planta circular, como Can Vinyet y Sant Pere de Ribes o cuadrangular como el Horno de les Planes o el Horno de C/Vídula Vives (Travé y Padilla, 2013).

La forma y el uso de los hornos está estrechamente relacionado con el ambiente de cocción. Debido a su tipología con parrilla de separación de cámaras, el humo del fuego asciende a la cámara de cocción confiriendo a las piezas una cocción reductora, relacionada con tonalidades grises y negras. La post-cocción o enfriamiento de las piezas en el horno, una vez extinguido el fuego, puede llevarse a cabo en esta misma atmósfera reductora sin dejar que salga el humo y entre el aire, o bien abrir la chimenea y facillitar este intercambio de aire, aportando así una post-cocción oxidante, relacionada con coloraciones marrones y rojizas en las pastas que dependiendo de la intensidad y del tiempo de ambas fases puede llegar a adquirir diferentes tonalidades visibles en la fractura fresca de la matriz[6]. Menos frecuente es la cocción oxidante y post-cocción reductora, ya que implica la apertura de la chimenea durante la actividad del fuego y su cerramiento durante el enfriamiento. Únicamente a la *terra sigillata* se les puede atribuir una cocción y post-cocción oxidante, ya que la estructura de sus hornos evita la entrada del humo dentro de la cámara y, por tanto, la adquisición de las tonalidades oscuras propias de la cocción reductora.

La temperatura de cocción también confiere diferentes propiedades y texturas a la cerámica que se pueden clasificar en un sentido genérico en terracota, aludiendo a cerámica tosca muy porosa de cocción a baja temperatura inferior a los 1000º. La loza[7] denomina cerámicas de cocción entre los 900 y 1200º con una porosidad media entre el 10 y el 25% y entre un 5 y 10% de limo. Las cerámicas más duras y compactas es el

[6] Frecuentemente este tipo de pastas adquieren diversas tonalidades que en fractura fresca aparecen en gradación o bien en un color para las paredes de la pieza y otro para el interior del corte, lo que comúnmente se ha denominado pasta tipo sándwich.

[7] Estos términos corresponden a *earthenware* y *stoneware*. Al igual que *stoneware* se ha traducido como gres, resulta difícil encontrar un vocablo para definir *earthenware*, que literalmente correspondería a loza o cerámica de barro. Todas las cerámicas seleccionadas para la realización de este trabajo estarían enmarcadas dentro del concepto de *earthenware*.

gres[8], con una TCE más alta entre 1100 y 1400º, con escasa porosidad inferior al 2% y abundancia de cuarzo como inclusiones. En épocas posteriores a partir de la Ilustración, aparecerán nuevos tipos de cerámica como la porcelana, con una porosidad máxima del 1% y temperaturas altas por encima de los 1100º (Rice, 2005; Tite, 2008), que por motivos cronológicos no se tratarán en este estudio.

Finalmente, las piezas la superfícies de las piezas pueden tratarse o decorarse. Estos procesos pueden llevarse a cabo tanto antes como después de la cocción. Técnicas decorativas como las incisiones, el estampillado, el espatulado o el estriado se realizan previamente al secado, ya que requieren remover arcilla ya modelada. En este punto cabe mencionar la cerámica realizada a molde, donde la decoración forma ya parte del mismo molde. La decoración posterior puede ser base de pintura, barnices o esmaltes con funciones ornamentales. Estos procesos decorativos responden a motivos estéticos y ornamentales pero también culturales, como por ejemplo, decoración geométrica y vegetal propia de época islámica o el uso del crismón en época paleocristiana.

Además de la decoración, la cerámica puede tener tratamientos funcionales de la superficie, con el engobe y los vidriados. Su principal función es impermeabilizar las piezas y habillitarlas para el contenido de líquidos sin que transpiren por la porosidad inherente al material cerámico. El engobe es un peparado líquido de arcilla y agua que se aplica a la pieza justo antes de la cocción, generalmente sumergiendo la pieza en el preparado o aplicándolo a mano o con un paño. Este tratamiento cambia el color, el brillo y la calidad de la cerámica. El principal problema del engobe es la distinta velocidad de secado y cocción respecto al cuerpo cerámico, lo que provoca una menor adhesión a los poros de la pieza. Para evitar esto e incrementar dicha adhesión, se suele aplicar tras el secado de la pieza, especialmente en las cerámicas de cocción a baja temperatura. Por otra parte, la expansión térmica de las cerámicas durante la cocción a altas temperaturas puede estropear este tratamiento.

El vidriado es una capa vítrea fundida sobre la superficie de la cerámica que se utilizan para impermeabilizar la pieza así como para su decoración. A diferencia del engobe, se aplica en cerámicas cocidas a altas temperaturas e impermeabiliza por completo la pieza. Su composición es variada, principalmente a base de silica y óxidos metálicos que actúan como colorante (Rice, 2005). Las características decorativas del

[8] El gres o *stoneare* es propio de cronologías posteriores, hallándose en Oriente a partir del siglo XI y en Europa a partir del XIV, respondiendo a la especialización de los artesanos alfareros y a la demanda de utensilios más compactos y duros.

vidriado pueden implicar también factores culturaes y cronológicos, como la cerámica verde manganeso de la península ibérica en época andalusí o la cerámica vidriada azul de época moderna.

- *Formas y usos*

Los artefactos cerámicos son polifuncionales por naturaleza, por lo que una misma pieza puede ser utilizada en diversidad de contextos y con funciones diferentes. Se pueden establecer dos usos principales de la cerámica: un uso práctico y, uno simbólico, si bien la mayor parte de la cerámica responde a funcionalidades prácticas, entre las que encontramos la cerámica común y de cocina destinada a la preparación de alimentos, cerámica de servicio o vajilla de mesa y piezas de almacenaje y transporte. Así mismo la cerámica también se utiliza en ámbitos artesanales para la elaboración de utensilios no alimentarios, como los moldes para artefactos de metal o moldes de cerámica.

Por otra parte, también se utiliza la cerámica en figurillas simbólicas y religiosas o elementos decorativos. Dentro de esta connotación ritual, cabe mencionar el uso de cerámica en ámbitos funerarios como, ya sea como ajuar o como urnas de cremación o inhumación.

Dependiendo de los usos que se les dé a las piezas junto con las particularidades cronológicas y geográficas, tendrán una tipología determinada. De esta forma, un grupo de cerámicas homogéneas pueden identificar un grupo humano tanto social, étnico, religioso o tecnológico.

Por otra parte, una vez que la cerámica ha finalizado su vida útil, bien por fractura o bien por falta de utilidad, estas pizas tienden a reutilizarse con otros usos, como por ejemplo, como contenedores, ollas como macetas o el uso más frecuente, como mortero o material constructivo, como es el caso de la cerámica romana usada como pozzolana, mezcla de materiales alumino-silicatos con limo con fines constructivos (Karatasios et al., 2014).

2.1.2. Dimensiones socioeconómicas de la cerámica

La producción cerámica implica unas connotaciones tanto sociales como económicas desde la organización de la producción, fabricación, distribución y

consumo. La cerámica está ligada a la cultura material de una sociedad al invertir ésta esfuerzo y mano de obra en su elaboración y en el uso de sus materias primas. La conjunción de cadena operativa con las actividades del artefacto se conoce como *cadena conductual* (Albero, 2014a; Schiffer, 2004; Schiffer y Skibo, 1997; Skibo y Schiffer, 2001; Tite, 1999).

Inicialmente, la cerámica se producía únicamente en los momentos en que la población no tenía que trabajar en el campo o bien en las sociedades donde mientras el hombre cultiva, la mujer se dedica a las tareas domésticas y a la producción de cerámica, adquiriendo así un rol dentro de la economía del grupo (Arnold, 1988; Silva, 2008; Solaun Bustinza, 2005). De esta forma, la sobrepoblación se convierte en un factor de innovación y progreso tecnológico ya que al haber menos tierras para el cultivo, parte de la población podría dedicarse a actividades distintas a la subsistencia, como es la producción cerámica de forma especializada, con la aparición de utensilios como el torno, que permite producir más cantidad de piezas en menos tiempo o los hornos, con el consecuente control de las temperaturas y atmósferas de cocción. El conocimiento tecnológico para la producción de cerámica se transmite de generación en generación y sus cambios suelen ser fruto de cambios socio culturales que desembocan en la especialización (Winther-Jacobsen, 2015). Poco a poco la cerámica se va especializando e incluso se da el caso de barrios especializados en actividad ceramista, como en Egipto durante la Edad de Bronce (Ownby y Bourriau, 2009).

La técnica utilizada para hacer estas primeras cerámicas no especializadas lleva a pensar en la hipótesis de que se pueda tratar de una industria doméstica conocida como *household industry* en la que la agricultura se complementaría con la actividad industrial alfarera de la que se encargarían las mujeres y que producirían solamente para el autoconsumo con excedentes para la venta (Cau Ontiveros, 1999). En la producción de cerámica, se pueden identificar diferentes tipos según el nivel de especialización y de producción (Flad y Hruby, 2007; Peacock, 1982; Tite, 1999; Williams, 1992). En primer lugar, la *household production*, basada en la producción para el autoconsumo; a continuación la ya definida *household industry*; el siguiente estadio es el *individual workshop*, en el que los hombres se dedican a la alfarería como método de subsistencia durante una parte del año; a continuación está el *nucleated workshop*, con una producción seriada de las piezas; las *factories* son el siguiente estadio y se pueden identificar con fábricas cerámicas; finalmente está el *estate production*, basado en el

autoabastecimiento y la venta de productos no solamente alfareros sino también como contenedores de otros productos.

A pesar de que a clasificación de Peacock (Peacock, 1982) es la más conocida y aceptada, otros autores han propuesto clasificaciones basadas en parámetros diferentes. Así, se pueden establecer cuatro factores distintivos para la organización de la producción (Costin, 1991; Tite, 1999): el contexto, entendido como trabajo individual o bien su organización por parte de las elites; la concentración o dispersión de los recursos y facilidades productivas; la escala, diferenciando la pequeña producción de la de gran escala; la intensidad o tiempo invertido en la producción que implicaría la dedicación exclusiva a la cerámica o bien la combinación de esta actividad con otros quehaceres.

Por otra parte, la especialización y funcionalidad, tanto de las piezas como de los centros productores (Rice, 2005, 1991) pueden ser los factores determinantes en la organización de la producción. De esta forma, el primer factor a tener en cuenta sería la especialización de la materia prima al elegir una arcilla determinada para cada tipo de artefacto. En un segundo peldaño estaría la especialización de la mano de obra con grupos de artesanos dedicados específicamente a unos tipos cerámicos, tanto por funcionalidad como por tipología. Al crecer los grupos humanos se pasaría a los centros de producción especializados donde un grupo concreto se dedicaría exclusivamente a la producción cerámica. Finalmente y como último estadio, se encuentra la especialización del artesano.

Esta organización del trabajo alfarero desemboca en la estandarización o grado de homogeneidad de las piezas, de forma que el índice de especialización se relaciona con la proximidad espacial y cronológica (Kreiter et al., 2009; Tite, 1999) por lo que las cerámicas próximas en un mismo contexto geográfico y cronológico tienden a la similitud. Un ejemplo son las cerámicas islámicas de La Vega (Granada) donde se ha podido relacionar el cambio tecnológico con el proceso de transformación cultural del siglo VIII (Carvajal y Day, 2014, 2013). En este proceso de identifica la estandarización tecnológica, al desaparecer el modelado a mano por el torno y tipológica, con formas lineares simples.

En relación a este concepto está el de innovación tecnológica, que se desarrolla paralelamente al aumento de la demanda que incentiva el consumo y comercio de los utensilios cerámicos. El primer signo de innovación tecnológica es la selección de materias primas adecuadas y las condiciones climáticas igualmente adecuadas para el

secado de las piezas (Arnold, 1988; Tite, 1999). Así mismo, los utensilios cerámicos suponen un avance tecnológico al poder sustituir otros materiales menos apropiados para el transporte y almacenaje de productos a gran escala, como el caso de las ánforas.

A medida que los ceramistas van adquiriendo más experiencia y habilidad, pueden producir mayores cantidades de productos acabados en menor tiempo, por lo que su coste se abarata y se introducen estas piezas dentro de la vida cotidiana, alejándose de su consideración elitista y de prestigio (Tite, 1999)[9]. Finalmente, el último estadio de la innovación tecnológica se encuentra en los acabados vidriados y en las cerámicas de altas temperaturas, como la porcelana o el gres.

La vida de un artefacto también está relacionada con estas connotaciones socioeconómicas, en el momento en que se opta por el uso y posterior descarte o bien en su reutilización y reciclaje. Todo artefacto, una vez elaborado, pasa por la fase de utilización con la finalidad para la que se ha realizado. Con el paso del tiempo, se va desgastando y es cuando se puede optar por su abandono o bien por su reparación para continuar con dicho uso inicial, generalmente por ensamblaje de cerámica o con grapas de metal. Una vez que las cerámicas han perdido su funcionalidad original, se pueden descartar, reutilizar o bien reciclar (Peña, 2007; Tite, 2008). La reutilización de los artefactos puede darse en tres vertientes, funcionalidad similar a la original con pocas modificaciones del objeto, aplicaciones distintas con pocas modificaciones o bien aplicaciones diferentes a la vez que transformación de las piezas. Por otra parte, el reciclaje de las piezas sería su transformación física para usos distintos, como chamota para nuevas cerámicas, mortero o rellenos de muros y elementos constructivos.

Finalmente, la cerámica supone así mismo una actividad económica en cuanto a su distribución y comercialización. Por una parte, encontramos la cerámica local / regional, que es la que permanece en el centro productor y sus alrededores. Por el contrario, los excedentes de producción o en sociedades con economías productivas especializadas, las cerámicas se distribuyen y comercializan por otras regiones dando lugar a la cerámica importada en centros receptores. Poco a poco la cerámica importada dejará de ser excedentaria para elaborarse a gran escala con fines específicamente comerciales, tanto de corta como larga distancia, como la ARS de Túnez entre los siglos I-VII (Baklouti et al., 2014). Para esta distribución son necesarias las figuras de los

[9] Para el tema de la producción cerámica como elemento de prestigio, Tite se basa en las obras de Hayden (Hayden, 1998, 1995).

intermediarios (Peña, 2007), como los transportistas o tenderos[10], entre otros, que surgen y proliferan con el aumento de la demanda de los centros receptores así como de la producción en los centros de origen.

2.1.3. La cerámica de cocina

El aspecto tosco de la cerámica de cocina, junto con la similitud de formas a lo largo del tiempo, ha sido uno de los principales motivos, , por los que los estudios ceramológicos no han prestado atención a esta cerámica hasta fechas relativamente recientes, centrándose mucho más los estudios en la vajilla y las ánforas. Inicialmente, aquellas piezas de funcionalidad diversa que se encuentran en la cocina, recibieron el término de cerámica común, tanto si se trataba de utensilios para ir al fuego como piezas complementarias de esta estancia. También se puede encontrar cerámica común que sirva para almacenaje o bien como servicio de mesa, casos que no corresponden al objeto de estudio de este trabajo. A medida que avanzan los estudios, se empieza también a diferenciar entre las piezas destinadas para cocinar y, por tanto, para ir al fuego y el resto de objetos cerámicos de cocina. Esta diferenciación se hace considerando estas primeras piezas con el nombre de cerámicas de cocina para fuego, CCPF (Cau Ontiveros, 2003; Macías Solé, 1999). Hasta la década de los años '90, se consideraba con frecuencia que la cerámica de cocina y común constituían un mismo grupo, el grupo de los utensilios cerámicos que se encuentran en la cocina.

Actualmente se considera ya una diferenciación entre la cerámica común y la de cocina, considerando la de cocina como todo aquel objeto cerámico destinado a cocinar alimentos al fuego (es decir, las CCPF) y la común el resto de utensilios que se pueden encontrar en una cocina, que no van al fuego y que ayudan a la preparación de los alimentos y a su almacenaje. Es esta línea, Aguarod considera que se puede diferenciar entre los utensilios destinados a la elaboración de los alimentos en caliente y, por tanto, destinados al fuego y los alimentos preparados en frío. Los utensilios para ir al fuego son parecidos tanto en la cerámica de tradición romana como en la tardía y serían piezas planas, poco profundes con tapadera, como las cazuelas o también otras formas más altas, como las ollas. Por otra parte, los utensilios de elaboración en frío,

[10] El comercio de época romana está repleto de estos agentes intermediarios como podrían ser los *negotiatores*, para prestar capital con intereses y compras al por mayor, los *argentarii*, con funciones pecuniarias o los *mercatores* o tenderos.

por tanto cerámica común, más frecuentes son los morteros, de tradición romana también (Aguarod Otal, 1991).

La cerámica de cocina y común no solo se diferencian por su funcionalidad sino también por su tipología y técnica de fabricación, ya que la cerámica es un material poco conductor y, por tanto, poco apropiado para entrar en contacto directo con el fuego y la forma y técnica deben ayudar al aumento de esta conductividad.

A pesar de que la cerámica no es un buen conductor, resulta un material idóneo para la cocción de alimentos ya que adquiere temperatura de forma gradual y una vez retirada del fuego, continúa manteniendo el calor de su interior y su desgaste es menor que otros materiales perecederos como la cestería o fibras vegetales. Arnold (Arnold, 1988) afirma que la cocción de alimentos hervidos o al vapor a 100ºC elimina toxinas de los alimentos crudos, evita la carbonización de los alimentos, además de darles un sabor más apetitoso.

2.1.3.1. Tecnología y producción

La cerámica de cocina requiere unas propiedades específicas que le permitan entrar en contacto con el fuego y que no son necesarias en ningún otro tipo de piezas. Estas propiedades hacen referencia al tipo de materia prima utilizada, a las inclusiones de la pasta, a la porosidad y a los tratamientos de superficie (Cau Ontiveros, 2003). Estas cerámicas tienen que poder retener los líquidos que contengan a la vez que tienen que resistir el impacto por el rápido cambio de temperatura al entrar en contacto con el fuego (Tite et al., 2001). Así, de forma general, la cerámica de cocina para ir al fuego está hecha con arcillas no calcáreas, mucho desgrasante, tanto natural como artificial y cocida a baja temperatura (Cau Ontiveros et al., 1997a), preferiblemente con el 20-30% de inclusiones graníticas o plutónicas >1.5 μm para el aumento de la conductividad térmica[11] y maximizar la porosidad (Hein et al., 2008; Whitbread, 2015). Con porcentajes menores de inclusiones se facillita la aparición de microfracturas (Kilikoglou et al., 1998; Smith, 2008). En algunas ocasiones, las arcillas se depuran poco o nada para aprovechar las inclusiones naturales y así evitar la necesidad de añadir desgrasante artificial (Boileau et al., 2009).

[11] La conductividad térmica mide la transmisión de calor al material (Müller et al., 2015)

Relacionado con las cerámicas de cocina está el concepto de ratio de calor o efectividad de cocción o de calor (η). Se define como la ratio a la que aumenta la temperatura del contenido de la cerámica de cocina ante la aplicación de calor externo y se puede expresar de la siguiente forma (Hein et al., 2015):

$$\eta = \frac{E\ (contenido)}{Q\ (calor)}$$

Uno de los principales factores a tener en cuenta en la elaboración de esta cerámica es la resistencia al choque térmico al que están sometidas a causa de los constantes cambios de temperatura en su uso diario. En este sentido, cabe diferenciar entre fuerza o resistencia, entendida como la habilidad para absorber el estrés sin que se inicie la fractura y dureza[12], que corresponde a la habilidad de mantener la estructura sólida de la pieza una vez iniciada la fractura. En el caso de las cerámicas gruesas y de cocina, la dureza es una propiedad más importante que la fuerza (Müller et al., 2015, 2014; Whitbread, 2015).

Esta resistencia es un parámetro que depende de las propiedades físicas de la pieza y de las condiciones del choque térmico y se define como la habilidad del material para soportar cambios de temperatura bruscos y rápidos (Müller et al., 2014; Tite y Kilikoglou, 2002). El principal motivo de las fracturas es la expansión no uniforme de la cerámica ante las diferentes temperaturas que adquiere. Durante la cocción de los alimentos, las piezas llegan a diferentes temperaturas al mismo tiempo de forma que el interior puede contener líquidos en ebullición alrededor de los 100ºC mientras que las paredes externas, en contacto directo con el fuego, alcanzan los 450ºC (Müller et al., 2014, 2012). Estas fracturas se propician cuando la dureza de la cerámica es escasa, lo que se puede relacionar con la temperatura de cocción y con las inclusiones (Vekinis y Kilikoglou, 1998). Se pueden así diferenciar dos tipos de presión o estrés (Müller et al., 2014), por una parte la fuerza flexional[13], definida como la presión máxima que se puede aplicar a una pieza sin que la fractura se extienda, y el estrés de fuerzas extremas, por el que las fracturas se propagan por las cerámicas.

[12] Originalmente se mencionan como *strenght* y *toughness*, que se han traducido respectivamente por fuerza o resistencia (*strenght*) y dureza (*toughness*), para evitar posibles confusiones terminológicas.
[13] Citada por los autores como *flexual stress* y conocida como resistencia flexional o flexural o también como módulo de ruptura. Se representa matemáticamente con el símbolo σ y se puede sintetizar en el resultado de la fuerza ejercida entre el grosor del material que opone resistencia. Tanto la fuerza como la resistencia dependen de la microestructura del material.

La resistencia de la fractura (σ) se podría definir como el estrés máximo que la pieza puede soportar en el punto de la quiebra y puede expresarse de la siguiente forma (Tite et al., 2001):

$$\sigma = 2\sigma\ (c/p)^{1/2}$$

Donde σ representa el estrés de la fractura, c la media de la longitud de la fractura y p su radio. Las fracturas y su propagación dependen de las características físicas de la matriz, del tamaño de sus partículas y su *packing*, y de la TCE y grado de vitrificación de la pasta de forma que a mayor cantidad de partículas, menor es la extensión de la fractura. De esta forma, las piezas cocidas a 950º o temperaturas inferiores, o bien con abundancia de inclusiones, presentan matrices más estables con fracturas menores (Kilikoglou et al., 1998; Tite et al., 2001).

Cabe destacar los estudios sobre tecnología y resistencia térmica de las cerámicas de Müller, Hein, Day y Kilikoglou (Hein et al., 2009, 2008; Kilikoglou et al., 1998; Müller et al., 2014, 2012; Tite et al., 2001; Vekinis y Kilikoglou, 1998), donde se utiliza el *Finite Element Method* (FEM) para visualizar la distribución del estrés en un objeto digitalizados con la previa parametrización de las cargas aplicadas (Hein et al., 2015; Müller et al., 2012). Así, se subdivide la superficie de la pieza en pequeñas regiones, lo que facillita el cálculo de la deformación estructural a la que se somete la pieza en diferentes grados de presión. La gradación de la parte linear de la curva que se crea al iniciarse la fractura se mide con el módulo de Young (Kilikoglou et al., 1998).

Este estrés térmico está estrechamente relacionado con la tipología, con especial tensión en los vértices y formas angulares, por lo que las piezas que cocina tienden a ser redondeadas, predominando las bases cóncavas sobre las planas. Debido a este estrés térmico al que están sometidas, son propicias a la aparición de fracturas y grietas, por lo que generalmente, la vida media de este tipo de utensilios estaba alrededor de un año (Gurt i Esparraguera y Martínez Ferreras, 2008; Peña, 2007; Whitbread, 2015).

El alfarero que fabrica cerámica de cocina tiene que poder calcular las variables que hacen que la pieza sea o no apropiada para el fuego. Dentro de estos parámetros se tiene que considerar en primer lugar, el tipo de pasta, ya que no todas las arcillas son igual de buenas para estas piezas. Así se puede establecer una primera diferenciación entre las arcillas calcáreas y las no calcáreas. Las arcillas calcáreas son

menos apropiadas por su menor conductividad del calor y, por tanto, mayor facilidad de fractura, llegando a un índice de fractura del 0.6% de presión y facillitando las probabilidades de fractura en piezas de cocción oxidante a baja temperatura, inferior a 900ºC (Albero, 2014b, 2010; Müller et al., 2014, 2012). Solamente si se cuecen a altas temperaturas, superiores a 950ºC, adquieren una conductividad y una dureza suficiente para ser espuestas al fuego (Picon, 1976). Por otra parte, Arnold considera que el desgrasante de calcita es apropiado para las cerámicas de cocina (Arnold, 1988).

Otro factor a considerar son las inclusiones que se añaden, tanto por lo que respecta al tamaño, la forma y su distribución por la matriz. Para que la pieza sea resistente al choque térmico, el alfarero tiene que conseguir un equilibrio entre la matriz y las inclusiones para que la dilatación no provoque fracturas que se propaguen por la pieza. Así, una determinada porosidad, superior a los 5 mm y las partículas no plásticas evitan o retrasan la aparición de fracturas provocadas por los cambios de temperatura, por lo que las cerámicas cocidas a altas temperaturas adquieren mayor resistencia térmica, aunque sin llegar a la fase de vitrificación, ya que en este estado la porosidad es menor e incluso inexistente en algunos casos, lo que propicia las fracturas (Müller et al., 2014). Además, no todos los minerales que forman parte de las inclusiones tienen las mismas propiedades y, por tanto, no se dilatan igual, por lo que hay elementos más adecuados, como la chamota o cerámica triturada, y los minerales de cuarzo, illita-moscovita y fillita, y otros menos apropiados, como la calcita, feldespato, circón y rocas similares (Albero y Puerta, 2009; Cau Ontiveros et al., 1997a, 1997b; Müller et al., 2014; Vekinis y Kilikoglou, 1998; Whitbread, 2015). Arnold (Arnold, 1988) afirma que la expansión térmica es menor en las rocas basálticas, como la diorita o el gabro y mucho mayor en las rocas ácidas, como el granito, mientras en el caso de las inclusiones metamórficas y sedimentarias depende del tipo de roca que predomina. Algunos estudios han puesto de manifiesto que la fillita es apropiada solo en cocciones altas a partir de 1050º, mientras que en cocciones inferiores propicia el choque térmico (Abbott et al., 2008; Müller et al., 2015, 2014). Así mismo, las inclusiones orgánicas, como los fragmentos de conchas, resultan poco apropiados para este tipo de cerámica a causa de su escasa dilatación y, por tanto, crean menos espacio para absorber las posibles fracturas por choque térmico (Tite y Kilikoglou, 2002). Por otra parte, la elección última de las materias primas dependerá también de la geología local y del acceso a las materias primas que tenga el alfarero.

Se tienen que considerar también los tratamientos de superficie que impermeabilizan y mejoran la conductividad y finalmente, las técnicas de modelaje y cocción de la pieza. La distinción entre el modelaje a mano y a torneta no siempre es evidente a simple vista y además, se debe añadir la posible utilización de técnicas mixtas usando la torneta para hacer una parte y el modelado a mano para otras.

Una vez finalizada su función culinaria, estas piezas podían reutilizarse con diversos usos como contenedores, recipientes industriales, osarios, fines decorativos, relleno de estructuras constructivas, entre otros ejemplos (Peña, 2007). Así mismo, durante la vida útil de estas piezas, era fundamental su mantenimiento con constante limpieza para eliminar el carbón procedente del fuego al que estaban expuestas y los restos de alimentos y residuos del interior de las paredes para evitar transferir alimentos y sabores entre la cocciones de diferentes platos. A pesar de que se desconocen las técnicas de mantenimiento y limpieza, Peña propone el uso de esponjas, telas o cepillos para el caso de la cerámica romana que podrían extrapolarse a estas cronologías (Peña, 2007).

Durante la Antigüedad Tardía se puede percibir un cambio en la producción cerámica en el Mediterráneo (ver capítulo 4). Hasta el siglo VI hay una gran variedad de tipos y formas que a partir de este momento se van reduciendo hasta quedar, en el siglo VII, la cerámica de cocina y común como mayoritaria. Este cambio se detecta también en la tecnología de las piezas que hasta el siglo VI eran principalmente cerámicas hechas a torno, tanto importaciones africanas como producciones locales. En el caso de Cataluña, este fenómeno de reducción de formas y cambio tecnológico se inicia ya en el siglo IV. A partir de este momento y coincidiendo con la reducción de formas, aumentará la producción a mano o a torno lento, lo que implica una dificultad añadida para los arqueólogos en el momento de establecer la clasificación y funcionalidad de estas piezas (Cau Ontiveros, 2003).

Esta simplificación de las formas y el aparente retroceso tecnológico no implica el desconocimiento de las técnicas para hacer más variedad tipológica y piezas más finas sino que se debe más bien a la necesidad de utilizar las técnicas y formas más apropiadas para conseguir la finalidad para la que se fabrican estos tipos cerámicos. Por otra parte, la cerámica común, debido a su funcionalidad diferente a la de cocina, no necesita de estas técnicas de fabricación específicas y se pueden encontrar con una variedad más amplia de pastas, de modelajes y de formas.

2.1.3.2. Formas y funciones

La cerámica de cocina para fuego, CCPF, son formas sencillas, con poca decoración y frecuentemente de coloraciones negras debido a la atmósfera de cocción reductora/ reductora. Hasta época romana esta cerámica es bien conocida y periodizada, pero la reducción tipológica que se ve a partir del siglo III implica que sea más dificil establecer una periodización de las cerámicas de cocina tardoantiguas. Así mismo, se han buscado en estas piezas tardoantiguas los precedentes de la cerámica gris medieval, a pesar de que las similitudes entre ambas radican en la funcionalidad de las piezas más que en su continuidad tecnológica (Cau Ontiveros et al., 1997a).

Las formas de la cerámica de cocina tienen también una doble funcionalidad, por una parte, se adecúan a la presión térmica a la que están sometidas y, por otra parte, aportan soluciones al tipo de dieta y, por tanto, a la de platos que se preparan en ellas.

Respecto a la primera función, las piezas para ir al fuego se caracterizan por tener el fondo convexo a pesar de que también puede haber piezas con bases planas, aunque éstas son minoritarias. Otra característica es el grosor de las paredes, ya que se observan dos tendencias: por una parte, se reduce el grosor para aumentar la conductividad pero disminuyendo así su resistencia térmica y haciendo con ellos las piezas más quebradizas y, por otra, parte se mantienen las paredes gruesas dificultando la conductividad pero también las fracturas (Cau Ontiveros et al., 1997a, 1997b). Actualmente se han podido constatar mediante la etnoarqueología y la etnoarqueometría las dos tendencias dentro de la península ibérica, ya que hay regiones donde la tendencia es hacer utensilios con las paredes finas y compactas y otras zonas donde los mismos útiles se elaboran con paredes muy gruesas y repletas de inclusiones (Albero y Puerta, 2009; Buxeda Garrigós et al., 2003; Day et al., 2015).

La segunda función está relacionada con el tipo de alimentos que se elaboran, por lo que se requiere la impermeabilización de la cara interna de las piezas. Así, se pueden distinguir entre formas abiertas, sobre todo cazuelas, propias del Mediterráneo y del norte de África y formas cerradas, como las ollas, más comunes en el interior y norte de Europa. Las formas cerradas sirven para elaborar platos calientes con caldos y pastas, ya sean purés o papillas, mientras que las formas abiertas se utilizan más para asados que no necesitan mantener el calor durante tanto tiempo. Esto se relaciona con la geografía donde se encuentren ya que cuanto más fría es la región, más predominio de las formas cerradas y viceversa, cuando más cálida es la zona habrá una mayor

presencia de las formas abiertas. Esta tipología también se relaciona no sólo con la temperatura de los preparados sino también con los alimentos cárnicos utilizados. En este sentido, se puede ver como en las regiones frías hay una mayor presencia de ganadería bovina mientras que en el norte del Mediterráneo se crían y consumen principalmente suidos y en el Norte de África y Mediterráneo Oriental predominarían los ovicápridos (Arthur, 2007a). Así mismo, la cocción de alimentos que contengan líquidos o papillas hacen necesaria la impermeabilización de las paredes interiores de estos utensilios.

Así, según Arthur y Cau (Arthur, 2007a; Cau, 2007) las cazuelas son las piezas que mejor responden a la dieta mediterránea representadas con los ejemplos norteafricanos conocidos como ARS (*African Red Slip*), especialmente las formas Hayes 23 y 197, juntamente con otras piezas tanto locales como importadas que se han podido documentar en las excavaciones de Cartago entre el 425 y el siglo VII. Por otra parte, las formas cerradas como las ollas son poco frecuentes en esta región (Bonifay, 2004) y en las Islas Baleares (Cau, 2007). Esta tendencia que tiene su origen en el Norte de África se extiende en el siglo V a Cerdeña, Sicilia, el Norte de Apulia y partes de la península ibérica. Esta expansión podría ser la causa de las nuevas redes comerciales provenientes de África (Arthur, 2007a).

Se puede considerar que predominan las piezas importadas del Norte de África entre los siglos IV- VI y que a partir de este momento y hasta finales del siglo VIII, momento en que este trabajo tiene su límite cronológico, se pueden percibir una disminución de las piezas foráneas y un aumento de la producción local o regional. A partir del siglo VI se puede ver un cambio de tendencia en la zona catalana con cada vez más presencia de ollas que de cazuelas hasta pasar a ser la forma mayoritaria y casi exclusiva en los siglos VII-VIII.

2.1.3.3. La alimentación y la cocina

La alimentación y la comida son fundamentales para la existencia humana. El cocinado de alimentos se relaciona incluso con la evolución humana, al hacer digeribles las plantas y alimentos y maximizar su valor nutricional (Villing y Spataro, 2015).

Este proceso supone un esfuerzo y gasto de energía, desde la obtención del alimento hasta la preparación y obtención del plato cocinado final. Un ejemplo es el tiempo de preparación de ciertos platos, como las legumbres que tardarían dos horas o

guisos de carne o pescado, que necesitarían 45 minutos de cocción (Morrison et al., 2015). Por tanto, la alimentación y su entorno está estrechamente relacionado con la cultura y la sociedad hasta suponer una característica de identidad propia, con hábitos y tabúes determinados. De esta forma se pueden identificar migraciones o procesos de aculturación ligados a formas cerámicas que suponen la preparación de ciertos platos y considerar los cambios morfológicos de los utensilios culinarios como indicadores culturales, como sucede en el levante de la Península ibérica, con el paso de predominancia de cazuelas norteafricanas en los siglos IV-VI a abundancia de ollas y formas cerradas de producción local o regional en los siglos VI-VIII y posteriores.

Así mismo, puede plasmar diferenciaciones jerárquicas y sociales, como por la presencia o ausencia de utensilios de cocina determinados o de ciertos materiales, o el tipo de cerámica de mesa que se encuentra. De esta manera, pueden verse diferencias entre pueblos, villas e incluso entre diferentes viviendas en la misma villa, plasmado tanto en los utensilios como en los restos de fauna hallados (Colominas et al., 2014).

La evolución y complejidad de la cocina supone el desarrollo de una cadena operativa culinaria que pasa por la instalación de una cocina o espacio para la preparación de alimentos, la obtención del fuel (carbón, madera o similares), obtención de alimentos, su preparación y cocción en utensilios especializados para ello. Este proceso suele ser una actividad propiamente femenina (Villing y Spataro, 2015).

Respecto a la instalación de la cocina, arqueológicamente se relaciona con el hallazgo de grandes cantidades de cerámica o utensilios de cocina y fauna, aunque se conoce poco sobre las infraestructuras y la disposición arquitectónica de este espacio. En el Noreste de la Península ibérica se identificó un espacio de cocina del siglo III dC en Vilauba (Girona): una habitación con espacio para almacenar ollas y sartenes de cerámica africana o imitación local, pero también con piezas de metal (trípode y cuchillo), vidrio, muchos restos faunísticos y contenedores o piezas para la preparación de alimentos, como morteros. Con estas evidencias, se estableció que el espacio tendría funciones de preparación y cocinado de productos, servicio de mesa y almacenaje (Colominas et al., 2014).

Las primeras evidencias de utensilios e infraestructuras de cocina se encuentran en los hornos de pan en Mesopotamia, principal alimento de esa sociedad (Balossi Restelli y Mori, 2014). En Europa, la aparición de la cerámica de cocina, se remonta al Neolítico. La cerámica y utensilios de cocina permiten una mejor preparación y elección de los alimentos y con ello, la especialización culinaria. Se puede así establecer una

primera diferenciación entre formas abiertas y cerradas (Arthur, 2007a; Lis, 2015; Villing y Spataro, 2015). Las primeras facillitan la evaporación de los líquidos y, por tanto, se usarían para asados y similares, relacionados con ovicápridos. Las formas cerradas mantienen los líquidos y, por tanto, serían más apropiados para sopas y guisos, relacionados con la carne porcina. De esta forma, se podrían relacionar la abundante presencia de ollas en latitudes frías, puesto que se requerirían platos calientes (e.g. interior de la Península ibérica) y las cazuelas con latitudes más cálidas (e.g. Norte de África) donde no serían necesarios los platos calientes y se basarían más en asados y similares (Arthur, 2007a). Así, la abundancia de cerámica de cocina norteafricana, basada en cazuelas y formas abiertas, podría indicar una asimilación de los hábitos culinarios a estos utensilios de los centros receptores del Mediterráneo central y occidental (Ikäheimo, 2005).

Se aprecia también una multifuncionalidad de las piezas, a pesar de la relación entre forma y tipo de plato cocinado. Así mismo, las formas planas requieren un mayor control de la temperatura de cocción, para lo que ayudan las asas y los trípodes (Lis, 2015), o el diseño de la base de las cacerolas norteafricanas permite una mejor distribución del calor que se puede concentrar y mantener al poder colocar una tapa a estas piezas (Colominas et al., 2014).

En este sentido, los primeros libros de cocina incluyen también los utensilios que se tienen que utilizar y cómo (Donnelly, 2015). El primer caso, Apicio, recopila recetas romanas del siglo I dC en su obra *De re coquinaria* y menciona diversos utensilios relacionándolos con determinados alimentos. Así, en época de Apicio la olla se usaría para hervir y estofar (Apicio 6.2.1; 6.8.10), el *caccabus* (cazuela) para salsas y sopas (Apicio 2.1.5, 4.4.2), la *patina* para huevos y platos con salsas (Apicio 4.2.35), la *patella* para carnes con diversos tipos de preparación, la *sartago* para freír (Apicio 10.1.5) y se menciona también el horno. Ya en época tardía encontramos el compendio de recetas de Vinidario, titulado *Apici excerpta*, del siglo V-VI dC, que reduce las formas a tres básicas, aunque con clara tradición romana. En este caso, se menciona la *patina* (fusionado con la *patella*), para platos con salsa (Vinidario, 14; 15), el *cacabus* (fusionado con la olla) para hervir, carnes y huevos (Vinidario, 27) y la *sartago* (Vinidario, 3; 4). Otro ejemplo es Anthimo, que recopila recetas francas del siglo VI dC en su obra *De observatione ciborum* y que limita las formas a ollas (Anthimo, 3), para hervir y cocinar, *spumeum* para huevos (Anthimo, 34) y una evolución de la patina que denomina *ganata* (Anthimo, 34). También los hornillos de cocina reflejan los cambios

sociales y culturales a través de sus diferentes tipologías ligadas a cronologías o regiones, como el caso de Italia durante el I milenio, donde conviven tres tipologías (circular, el forma de herradura y monolito cerrado) con tres culturas, griega, latina y etrusca (Banducci, 2015).

Además de la forma, se deben tener en cuenta otros factores, como el tamaño y capacidad de las piezas que están relacionados con el número de comensales y, por tanto, con el tamaño de la unidad familiar o bien como indicador social al ser utensilios para banquetes[14].

Para el estudio de la alimentación, además de las fuentes escritas, formas cerámicas y los restos de fauna, resulta muy útil el análisis de residuos orgánicos. La cerámica es un material poroso en el que se adhieren fácilmente residuos de los productos que han entrado en contacto con ella como aceites vegetales, frutas, raíces, hierbas, especias, alcohol, productos animales o resinas. Los biomarcadores de este tipo de productos pueden identificarse a través de la cromatografía de gases. La presencia de colesterol y ácido esteárico alto apuntan a la cocción de productos de origen animal. La identificación de los ácidos grasos permiten distinguir los rumiantes, porcino y aves, que puede relacionarse con los restos de fauna que se encuentren en el yacimiento. En el caso de Sa Mesquida en Mallorca, en época tardía se pudieron identificar trazas de estos tres grupos de animales, junto con grasas y aceites vegetales, aunque sin que se pueda relacionar una forma cerámica concreta con un solo tipo de alimento. Por otra parte, resulta interesante que las trazas de pescado se encuentren solamente en sartenes y no en ollas (Pecci y Cau Ontiveros, 2014).

En el caso del estudio de residuos orgánicos en cerámicas romanas (Cramp y Evershed, 2015), se pudo establecer la abundancia de lípidos de origen animal, principalmente rumiantes (vaca, oveja y cabra), seguidos de cerdo. En ánforas se han podido identificar residuos de pescado y *garum*, aceite de oliva, cera vegetal y de abeja, plantas, vino y cerveza. Los residuos más comunes identificables en las ánforas son el aceite de oliva y el vino, cuyos marcadores de ácidos y lípidos son característicos y reconocibles con la cromatografía. Cabe destacar que la reutilización de las cerámicas implica que se detecten residuos de diferentes productos, como ocurre precisamente con las ánforas (Pecci et al., 2013).

[14] Los banquetes se relacionan con la *slow cuisine* o *haute cuisine*, un tipo de cocina propia de las clases altas en ámbitos palaciegos, identificada por las fuentes escritas, iconografía y restos de fauna relacionada con formas cerámicas determinadas. Cabe destacar que esa *haute cuisine* estaba en manos de hombres, contrariamente a lo que ocurre con la cocina cotidiana (Villing y Spataro, 2015).

Esta tendencia parece mantenerse en cronologías tardoantiguas, con el hallazgo de trazas de rumiantes y suidos en las cerámicas de cocina de Horts de Can Torras. Así mismo, cabe destacar que las jarras, utensilios de servir y no culinarios, presentaron evidencias de vino pero también de grasas animales, por lo que pudo contener sopas o caldos cárnicos (Inserra, 2016; Inserra et al., 2015).

A partir de época romana se ve una predominancia de la cocina de platos cárnicos con preferencia por los rumiantes y el cerdo, seguidos de las aves. La caza, como el conejo, está también presente, como en Vilauba, pero de forma secundaria sin que se pueda incluir como alimento básico (Colominas et al., 2014). Los restos cárnicos se identifican con animales domésticos adultos, por lo que la obtención de carne no habría sido su principal función, especialmente del ganado vacuno que se habría utilizado como ayuda en el campo y por los productos derivados como la leche (Colominas et al., 2014; Inserra et al., 2015).

2.2. Síntesis histórica de las investigaciones sobre cerámicas tardoantiguas de cocina en el área de estudio

2.2.1. Aproximación a las investigaciones sobre cerámica de cocina

La cerámica de cocina, así como sucede con la común son materiales arqueológicos que debido a sus características estéticas poco espectaculares han pasado desapercibidas dentro de la arqueología tradicional. Estas cerámicas, con frecuencia no se estudiaban e incluso llegaban a no recogerse durante las primeras excavaciones arqueológicas, en las que se buscaban solamente los objetos antiguos que se pudiesen considerar piezas de arte (García Porras, 2013).

Los primeros estudios sobre cerámica de cocina y común en el Mediterráneo aparecen a partir de la década de 1970, con cuatro obras pioneras en la materia. En 1973 Vegas analiza los materiales romanos del Mediterráneo Occidental a partir de dos niveles, el de circulación de ámbito local o regional y el de los materiales comercializados en todo el Imperio (Vegas, 1973). Poco después, en 1975, aparece el trabajo de Alarçao sobre cerámica común prehistórica y romana de Coimbra (Alarçao, 1975). Al año siguiente, Dyson presenta un estudio sobre la cerámica común del yacimiento romano de Cosa (Ansidónia, Italia) donde también se incluyen las formas de cerámica a mano, hasta entonces olvidadas por los investigadores (Dyson, 1976).

Finalmente, en 1979, se publica el estudio de las cerámicas comunes galo-romanas de Aquitania (Santrot y Santrot, 1979). En ese mismo año aparecen también las primeras referencias de cerámica de cocina modelada a mano o a torneta del levante peninsular dentro de la publicación de las excavaciones de la Ciutadella de Roses (Martí et al., 1979).

Además de estas primeras obras, también supone un punto de inflexión y un gran impulso para este tipo de estudios los trabajos realizados en Cartago donde las diferentes misiones internacionales divulgan los resultados de estas investigaciones, entre las que se incluye la cerámica de cocina y común.

Cartago se ve como la principal área alfarera del Mediterráneo Occidental, por lo que estas excavaciones permiten el estudio de las producciones fabricadas en el Norte de África y que se encuentran a lo largo de los yacimientos del Mediterráneo Occidental (Macías Solé, 1999). En este sentido, el trabajo más importante y que hoy en día aún se utiliza como obra de referencia es el volumen publicado por Hayes (Hayes, 1972), donde se estudian, identifican y definen macroscópicamente una serie de grupos de cerámica de cocina africana tardía que se definieron como "Late Roman Cooking Ware" (LRCW), con una numeración secuencial para cada forma y fábrica. En 1976 y en 1978 el mismo Hayes continúa con la publicación de los materiales hallados y estudiados en las excavaciones internacionales de Cartago, diferenciando otros tipos cerámicos como las Late Roman Buff Wares y las Late Roman Basin Type (Hayes, 1978, 1976).

Dentro de los estudios sobre el material tardío de Cartago también se tienen que mencionar los trabajos de Riley y de la misión americana, a principios de los años ’80 sobre los materiales hallados en una de las cisternas que incluían este tipo de cerámicas (Riley, 1981) y los de Neuru y la misión canadiense (Neuru et al., 1980). También en esta década aparecen los resultados preliminares de la misión británica, presentados por Peacock que caracteriza diez fábricas de cerámicas modeladas a mano. Este autor utiliza la etnoarqueología para presentar la problemática de la producción, distribución y comercialización de la cerámica romana, incluyendo ejemplos de producción a mano de Pantelleria (Peacock, 1982). A partir de este trabajo quedó evidenciada la importancia de la producción cerámica de esta isla. Por último, también puede mencionarse el trabajo de Tomber de 1988 sobre los materiales tardíos del circo y del cementerio bizantino de Cartago (Tomber, 1988).

Similares a estos trabajos se encuentran los de Mackensen sobre cerámica oriental del Norte de África y corredor sirio, basado en las excavaciones de Resafa y que proliferaron durante los años '80 (Mackensen, 1998, 1984).

Estos estudios sobre Cartago continúan a lo largo de los años 90 con diferentes Misiones internacionales que excavan, estudian y publican los resultados de sus investigaciones, entre las que se incluye la cerámica.

Durante la década de los 80 se incrementan los estudios sobre cerámica común y de cocina en otros puntos del Mediterráneo. Así, a partir de 1982 se publican los materiales de "*Schola Praeconum*" en Roma (Whitehouse et al., 1985, 1982), iniciándose una serie de trabajos sobre este tipo de materiales cerámicos en Italia. De esta forma, a partir de 1983 aparecen diversos estudios que incluyen la cerámica de cocina y común en Italia, como las obras de Fiumi y Prati sobre el puerto de Classe (Fiumi y Prati, 1983), el estudio de Freed sobre Sant Giovanni (Freed, 1983) o el de Villedieu en 1984 sobre Turris Libisonis, en Cerdeña, donde se recogen ejemplos de cerámicas de cocina hechas a mano y a torneta (Villedieu, 1984), el de D'Agostino y Marazzini, con el estudio de los materiales tardíos de Lacco Ameno (D'Agostino y Marazzi, 1985) o el trabajo de Cann y Lloyd sobre la cerámica tardía de Molise (Cann y Lloyd, 1984).

También se publican estudios focalizados sobre la cerámica tardoantigua o altomedieval en Italia basados en la cronología, incluyendo todo tipo de producciones y funcionalidades, como el estado de la cuestión que Salvatore realiza sobre estos materiales en la zona de Italia Meridional (Salvatore, 1982) o el de Whitehouse y Arhur para la misma región (Whitehouse y Arthur, 1982). En 1986, sale a la luz el tercer volumen de la *Società romana e impero tardoantico*, en la que habla de las corrientes comerciales del Mediterráneo durante la Antigüedad Tardía y ubica las principales áreas de producción utilizando para eso los principales yacimientos excavados, como Cartago. Por otra parte, esta obra se centra principalmente en la cerámica de mesa, relegando a un segundo plano las producciones comunes y de cocina (Giardina, 1986).

Estos estudios proliferan también en Francia desde finales de los años 70 y durante la década de los años 80. Se pueden mencionar los diversos estudios de Tuffreau sobre cerámica galo-romana en la zona Norte y centro-norte de Francia, donde se incluyen las cerámicas comunes y de cocina desde época romana (Tuffreau-Libre, 1978a; Tuffreau-Libre y La Geniere, 1980). Cabe destacar uno de los trabajos basado en la cerámica con mica dorada, dando lugar así a una primera clasificación macroscópica

por criterios petrográficos (Tuffreau-Libre, 1978b). También se encuentran algunos trabajos sobre la cerámica de Amiens, de época romana y tardía (Bayard y Fournier, 1978; Ben Redjeb, 1985). A pesar de ello, la principal proliferación de estudios se produce en el sur de Francia, con los trabajos de Bonifay y Pelletier sobre los depósitos de La Bourse en Marsella en 1983 (Bonifay y Pelletier, 1983) o el de Thiriot sobre la cerámica gris altomedieval de la cuenca del Ródano (Thiriot, 1986).

En esta década, se realiza el primer trabajo de CATHMA (*Ceramiques Antiquité Tardive Haut Moyen Age*), grupo de investigadores surgido por la intensificación y unificación de los estudios cerámicos y la actualización de la disciplina arqueológica en el sur de Francia. A pesar de que este grupo se interesa por todo tipo de materiales, cabe destacar su trabajo de 1987 sobre cerámica común tardía (CATHMA, 1993, 1987). En él, presentan una serie de resultados fruto del análisis de los materiales de los yacimientos del sur de Francia y algunos del levante de la península ibérica en los que proponen la existencia del comercio de cerámica común y de cocina en el Mediterráneo Occidental durante la Antigüedad Tardía.

Por otra parte, las regiones interiores y más alejadas del Mediterráneo, presentan menos interés por las cerámicas de cocina y común, así como por los tardoantiguos en general. A pesar de ello, se pueden citar los estudios de *Carnuntum* (Grünewald, 1986, 1980) donde se han estudiado los materiales cerámicos romanos y tardíos, sobre los que se llevó a cabo también un estudio arqueométrico en 1991 (Gassner y Sauer, 1991) o el estudio sobre los materiales tardíos de Arrabona (Szonyi, 1984).

Los estudios sobre la costa levantina plasman la interacción con el Mediterráneo con la presencia de cerámicas importadas. En este sentido, cabe destacar el estudio sobre las cerámicas tardías de Begastri (Lloret, 1984), los de Blasco sobre las cerámicas comunes importadas de Valencia (Blasco et al., 1994; Blasco Nacher, 1989), los estudios de Santa Pola (Sánchez Fernández, 1983) o los trabajos de Reynolds sobre la cerámica alicantina, en los que se identifican dos conjuntos diferentes de piezas, un conjunto de cerámica local y otro de importada con paralelos en Cartago (Reynolds, 1993, 1985). A partir de 1984, destaca la labor de la revista murciana *Arqueología y Cristianismo* en la que continuamente se publican trabajos preliminares sobre esta cerámica en Murcia durante los siglos tardíos (Macías Solé, 1999). En 1988, aparece también un ensayo tipológico sobre cerámicas de los siglos VI-VII en Cartagena (Láiz Reverte y Ruiz Valderas, 1988).

Por otra parte, los yacimientos peninsulares más alejados de esta costa levantina, muestran el desarrollo de los estudios de la cerámica visigoda, donde apenas aparecen las importaciones mediterráneas y, por tanto, presentan un carácter muy diferente a los trabajos de esas regiones. Las primeras excavaciones tardías de esta región se centran en espacios funerarios visigodos, puesto que ofrecen gran cantidad de materiales en buen estado de conservación, aunque la cerámica es lo que tendrá menor consideración. Hasta los años 60, la datación de la cerámica fue muy genérica debido a la dificultad para vincularla con los ajuares, a pesar de que éstos podían datarse por las monedas o fíbulas encontradas. De esta forma, se encuentran cronologías muy amplias que pueden ir del siglo V al VII para una misma pieza (Aranda González, 2014). A pesar de ello, cabe destacar el caso de la necrópolis de Piña de Esgueva, donde en 1932 se llevó a cabo la primera distinción de los colores de las pastas de la cerámica común encontrada, diferenciando entre negra bien cocida, roja de baja calidad y amarillo bárbaro (Aranda González, 2014).

En 1966, García Guinea publica un estudio sobre cerámica de estas cronologías, situándola en la Alta Edad Media y diferenciando dos tipos estéticos, uno estriado exterior, de los siglos VII-IX y otro pintado lineal del siglo VII (García Guinea et al., 1966). Este autor utiliza el térmico "cerámica de repoblación", aludiendo a los materiales de los siglos VIII-X, hallados en la Meseta y a los que vincula con el pasado visigodo. No será hasta 1977 cuando de la mano de Izquierdo se realice el primer compendio de cerámica visigoda, consistentes en un acopio descriptivo de piezas de museo (Izquierdo, 1977). Durante los años '80, proliferan las excavaciones arqueológicas de este tipo de yacimientos, con breves menciones a la cerámica común y de cocina, pero con escasas publicaciones al respecto, pudiéndose mencionar la obra de Caballero como la síntesis más completa sobre estas piezas (Caballero, 1989).

Durante la década de los años 90 continúan las excavaciones en Cartago y el Norte de África, con los estudios y publicaciones de los materiales hallados, entre los que se encuentra cerámica común y de cocina. En 1990 Peacock presenta un compendio sobre cerámica tunecina de Peacock (Peacock et al., 1990) y en 1994 aparece la publicación de Fulford y Peacock sobre el puerto de Cartago y sus materiales (Fulford y Peacock, 1994) y la publicación sobre los trabajos de la misión alemana (Rakob, 1997). A pesar de ello, en estos años destaca la investigación sobre cerámica ARS (*African Red Slip*) que se llegó a caracterizar químicamente en los años posteriores (Mackensen, 1998; Mackensen y Schneider, 2002; Taylor y Robinson, 1996).

A partir de 1990 el incremento de la investigación arqueológica mediterránea hace que haya un aumento de los estudios ceramológicos, tanto en memorias de excavación que recogen estos materiales, como monografías específicas. En Italia, se pueden encontrar, por ejemplo, los estudios de Olcese sobre la cerámica de *Albintimilum*, en Italia (Olcese, 1993), o el trabajo de Valenti de clasificación tipológica de la cerámica local tardoantigua de Siena (Valenti, 1991). Cabe destacar la publicación en 1996 del Seminario Tardoantiguo y Altomedieval, focalizado en cerámicas de la zona norte y centro y que supuso la recopilación de diversos trabajos sobre este tema (Brogiolo y Gelichi, 1996) o el trabajo de Carsana sobre cerámica de cocina tardía (Carsana, 1994). En 1994 aparece la publicación de "*Ad Mensam*", donde se presenta una recopilación bibliográfica de los estudios ceramológicos italianos hasta el momento y una síntesis que confronta utensilios de diversos materiales (Siena, 1994).

Por su parte, en el territorio francés se pueden mencionar los estudios monográficos sobre el asentamiento rural de Castellu de Córcega de Pergola y Vismara (Pergola y Vismara, 1989), sobre la evolución cerámica tardía y medieval de Saint-Martin à Taradeau (Bérat y Krol, 1998) o diversos yacimientos de Narbona estudiados por Reynaud (Raynaud, 1993, 1991) como la villa Lunel Viel, Herault o la basílica clos de la Lombarde. Así mismo, destaca el trabajo de CATHMA de 1993 consistente en la recopilación de la cerámica de la región del Languedoc entre los siglos VII-XI (CATHMA, 1993) y la recopilación de Truffeau de cerámica galo-romana del Norte de Francia (Tuffreau-Libre, 1992).

Los estudios sobre cerámica tardoantigua, común y de cocina, continúan siendo escasos en las regiones continentales interiores y de habla germana. Apesar de ello, se encuentran algunos estudios que las incluyen como parte de la investigación, como el monográfico sobre los materiales merovingios de Renania (Bernhard, 1997), los estudios de Gross sobre cerámica germánica (Gross, 1999, 1996, 1994, 1992). En 1998 aparece un compendio de cerámica en el Sud-oeste alemán, que incluye un capítulo dedicado a las producciones tardoantiguas y altomedievales (Schreg, 1998).

En el caso del levante de la península ibérica, en esta década se siguen haciendo estudios y publicaciones sobre la cerámica de cocina y común tardía, pudiéndose mencionar los trabajos de Reynolds sobre Vinalopó, en Alicante (Reynolds, 1993) y sobre la confrontación de diversos yacimientos (Reynolds, 1995), el estudio arqueométrico de la cerámica de cocina tardía de Cartagena (Cau Ontiveros, 1996) o la tesis de Cau de 1997 sobre cerámica de cocina tardía en las Islas Baleares, desarrollada

desde un punto de vista arqueométrico y arqueológico que supone una publicación imprescindible para el estudio de este tipo de material (Cau Ontiveros et al., 1997a). También se tiene que reseñar la labor sobre el estudio de cerámica de cocina y común tardías de la villa romana de Sa Mesquida, en Mallorca, iniciada por Orfila y Cau (1994) y culminada con un monográfico del 2008 en el que se incluyen estudios arqueométricos de estos materiales, que principalmente son alto-imperiales (Orfila y Cau, 1994; Tsantini et al., 2008).

Respecto a la zona interior de la Península ibérica, destaca la publicación en 1991 de las actas del congreso de cerámica medieval, donde se presenta un trabajo de sintesis y estandarización de formas de la cerámica visigoda que supuso el primer paso para la unificación de criterios tipológicos (Acien Almansa et al., 1991). Es a partir del cambio de siglo cuando los estudios sobre estos yacimientos y materiales empiezan a tener su auge, con estudios sobre yacimientos tardoantiguos a lo largo de todo el interior y vertiente atlántica de la Península ibérica. Destaca el trabajo de Vigil-Escalera sobre la evolución tipológica de la cerámica (Vigil-Escalera Guirado, 1999) y la publicación de un monográfico sobre cerámica visigoda en 2003, donde se incluyeron estudios de caso con aportaciones de cerámica de cocina y común de distintos puntos de la Península (Caballero et al., 2003).

Así mismo, a partir de la década de los 90 se han hechos numerosos estudios de cerámica de cocina y común en diversos lugares del noreste peninsular. Un ejemplo son los estudios de Darró (López Mullor y Fierro Macía, 1993) o los del yacimiento de La Solana, en Cubelles (Barrasetas Dunjó y Járrega Domínguez, 1997; López Mullor et al., 1998). Destaca el caso de *Tarraco*, donde las numerosas excavaciones tanto en la ciudad como en sus villas colindantes dan lugar a la proliferación de memorias arqueológicas y estudios que incluyen la cerámica común y de cocina. Fruto de estos trabajos pueden encontrarse algunos estudios de recopilación cerámica (Macías Solé et al., 1997), como el de cerámica de cocina importada de toda la *Tarraconensis* (Aguarod Otal, 1991) o la tesis de Macias (Macías Solé, 1999) sobre cerámica común de diversos contextos de la ciudad de *Tarraco* y villas de su *ager*.

Otros contextos cerámicos tardíos destacables son los de las excavaciones de Barcelona, con especial relevancia en la Plaza del Rei (Beltrán de Heredia, 2005a, 2005b; Beltrán de Heredia y Nicolau Martí, 2000; Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 2006; Fierro Macía et al., 2004; Járrega Domínguez, 2005a), con estudios arqueométricos más recientes sobre la producción hallada en este último yacimiento.

Hay también diversos contextos estudiados en *Iluro* (Mataró) (Bonamusa Roura, 2007; Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 2004; Cela Espín y Revilla Calvo, 2004). Así mismo, dentro de las excavaciones arqueológicas de yacimientos rurales, se recogen materiales cerámicos tardíos de cocina y comunes que se incluyen en las memorias arqueológicas y que incluso pueden generar estudios cerámicos específicos fuera de estas memorias. Algunos ejemplos que se podrían citar serían los trabajos de recopilación cerámica de López Mullor (López et al., 1997; López Mullor et al., 1997), el monográfico sobre la villa de Aiguacuit (Barrasetas Dunjó et al., 1994), el estudio de cerámica importada de Puig Rodon (Nolla Brufau y Casas Blasi, 1990) o el compendio sobre cerámica hallada en yacimientos rurales catalanes (Coll Riera et al., 1997b).

En los últimos años, la investigación sobre cerámica común y de cocina ha continuado, al igual que en la década anterior, con estudios dentro de las memorias de excavación y con publicaciones específicas sobre estos materiales y sus contextos. Dentro de estos estudios se tienen que destacar las publicaciones del congreso *Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean (LRCW)*, que constan ya de seis ediciones con volúmenes publicados entre 2005 y 2017, el último de los cuales se encuentra actualmente en prensa (Bonifay y Tréglia, 2007; Disneaux, 2017; Gurt et al., 2005; Menchelli et al., 2010; Poulou-Papadimitriou et al., 2014), dedicados al estudio de la cerámica de cocina, común y de las ánforas principalmente de la Antigüedad Tardía en ele Mediterráneo, tanto en sus aspectos arqueológicos como arqueométricos.

2.2.2. Aproximación a las investigaciones arqueométricas

La aplicación de técnicas analíticas a materiales arqueológicos se remontan al siglo XVII con la actuación de la Royal Society of London. En este mismo siglo Caylus realiza el primer estudio arqueométrico sobre cerámica arqueológica, focalizado en los barnices de cerámica ática (Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 1995; Rice, 2005).

Entre finales del XIX y principios del XX se incrementa la aplicación de la metodología analítica y, por tanto, la arqueometría. Los primeros estudios se remontan a 1840 con el trabajo de Göbel sobre las aleaciones del cobre del Báltico. En 1851 Sorby desarrolla el primer microscopio de luz polarizada para la observación de las láminas delgadas geológicas, iniciando así la investigación petrográfica. En 1878 aplicó estos

métodos científicos al estudio de proveniencia de cerámicas romanas y medievales de East Anglia (Worley y Quinn, 2009). Poco a poco se va generalizando hasta la década de 1890s, con los estudios de la cerámica de Mesa Verde de Nordenskiöld, de 1893 y de la caracterización de cerámicas áticas de Richards de 1895 (Buxeda et al., 1995; Quinn, 2013).

En los años 50 y gracias al desarrollo de diversos métodos analíticos, se da un impulso a la arqueometría como método de investigación arqueológica aplicada a los diversos materiales. En este sentido, en 1956 Anna Shepard publicó *Ceramics for the archaeologist*, una de las obras de referencia dentro de los inicios de los estudios arqueométricos (Sheppard, 1995). Esta misma autora lleva a cabo diversos estudios cerámicos basados en la petrografía, incluyendo la primera mención al desgrasante artificial de las cerámicas y, por tanto, referencia a la tecnología de estas piezas (Sheppard, 1965, 1964). El año siguiente ve la luz una publicación de Sayre y Dodson sobre las aplicaciones arqueométricas en el estudio de la proveniencia cerámica a partir del estudio de los elementos traza y de los elementos menores con el análisis por activación neutrónica o NAA (Tite, 2008). Estas aplicaciones de las ciencias naturales a las ciencias sociales, en este caso a la arqueología, empiezan a afianzarse en estos años (Rainey y Ralph, 1966; Seaborg, 1964).

El estudio arqueométrico de cerámicas arqueológicas tiene su máximo desarrollo entre los años 70 y 80, momento en que se establecieron sus principales fundamentos teóricos y proliferaron los estudios de esta índole (Bennet et al., 1989; Bishop et al., 1982; Bishop y Neff, 1989; Harbottle, 1982; Jones, 1986; Peacock, 1970; Picon, 1973; Schneider et al., 1978; Weigand et al., 1977). En estos años se desarrollan también diversos estudios sobre las metodologías y aplicaciones para el estudio arqueométrico de las cerámicas, como el microscopio electrónico (Tite y Maniatis, 1975), o el Mössbauer (Maniatis et al., 1981) o los análisis químicos con sus posibles metodologías y su tratamiento matemático (Aitchinson, 1982; Bishop et al., 1982; Harbottle, 1987; Heimann, 1982; Picon, 1984). En 1972 se lleva a cabo en la Università di Roma la primera conferencia internacional sobre arqueometría, bajo el título *Applications of Nuclear Methods in the fields of works of Art,* en la que se proponían aplicaciones arqueométricas a los objetos de arte (Sciuti, 2000). También a finales de los años '60 y principios de los '70 empieza a verse cierto interés por los procesos de alteración y contaminación de la cerámica (Buxeda Garrigós, 1999a).

El desarrollo de esta disciplina está estrechamente ligada con los cambios en las corrientes teóricas de la arqueología. Estas nuevas corrientes procesuales plantean nuevos enfoques sobre el estudio de la cerámica, utilizándola como indicador cronológico y cultural, yendo así más allá de la simple clasificación tipológica que hasta el momento dominaba los estudios ceramológicos. Esta nueva propuesta puede verse en Renfew, quien apunta a la utilidad del estudio de la cerámica desde diversos aspectos, como la funcionalidad y la relación entre forma y función; la plasticidad de la forma, concepto entendido como la diversidad tecnológica o formas de producción para obtener información sociocultural y cronológica; la caracterización química, mineralógica y petrográfica de la materia prima; la tecnología y la datación, ambos determinados por los cambios físico-químicos de las piezas; el uso, obtenido con el análisis de residuos orgánicos adheridos a las paredes porosas de la cerámica; la cadena operativa, incluyendo la reutilización y deposición del artefacto (Renfrew, 1977). En este contexto, surgen los fundamentos de la arqueometría cerámica, como el postulado de proveniencia o la definición de los estudios de identificación o caracterización, proveniencia y tecnología de los artefactos (Buxeda et al., 2008).

A partir de estas, premisas, diversos autores desarrollaron líneas similares, pudiéndose destacar la obra de Kingery, donde habla de "inferencias plausibles" derivadas del estudio de la cerámica arqueológica (Kingery, 1982). Se percibe, por tanto, un interés por relacionar la arqueología con las ciencias naturales que en el caso de la cerámica se traslada a las materias primas y procesos tecnológicos con sus consecuentes transformaciones físicas y químicas fruto del proceso productivo. Este proceso tecnológico y las transformaciones se relacionan con un contexto sociocultural concreto (Arnold, 1975; Matson, 1965).

Desde mediados de los años 80 se desarrolla la arqueología post-procesual y conductual, centrada en el comportamiento y las relaciones entre el hombre y los artefactos. En ete contexto, y en relación con a la producción cerámica, se desarrolla la premisa de cadena conductual o *behavioral chain*, que va más allá de la manufactura del artefacto e implica todas las actividades de la vida de la pieza cerámica (Schiffer et al., 2001; Schiffer y Skibo, 1997; Skibo y Schiffer, 2008, 2001). Así mismo, se empiezan a valorar las elecciones del ceramista para la elaboración del artefacto, desde la selección de la materia prima a los diferentes procesos de manufactura, relacionándolos con contextos culturales y sociales (Lemonnier, 1993; Sillar y Tite, 2000; Tite et al., 2001; Van der Leeuw, 1984; Van der Leeuw et al., 1984).

2.2.2.1. Investigaciones arqueométricas en cerámica de cocina

Los trabajos primeros trabajos arqueométricos sobre cerámicas comunes y de cocina surgen a raíz de diferentes misiones internacionales en Cartago a partir de mediados de los años 80. Las intervenciones británicas en Cartago elaboran una tipología y proceden a una caracterización petrográfica de los materiales estableciendo hipótesis sobre el posible origen externo de algunas formas cerámicas (Macías Solé, 1999). Dentro de esta misión arqueológica es destacable la labor de Fulford y Peacock, publicada en 1984 en la que hacen agrupaciones cerámicas según criterios petrográficos, tipológicos y cronológicos, iniciando con esto un nuevo sistema de trabajo (Fulford y Peacock, 1984). Así mismo, los resultados de las excavaciones de Sabratha publicados durante los años 80, incluyen el estudio de las cerámicas comunes y de cocina, también con caracterización petrográfica (Dore et al., 1989).

Siguiendo esta línea, en 1982 Peacock utiliza la etnoarqueología para presentar la problemática de la producción, distribución y comercialización de la cerámica romana, incluyendo ejemplos de la cerámica de cocina modelada a mano en Pantelleria, con lo que puso de relevancia la importancia de la producción alfarera de esta isla (Peacock, 1982).

Las excavaciones de Cartago son pioneras en el estudio arqueométrico de las cerámicas del Mediterráneo Occidental. El estudio de Peacock sobre la petrografía de la cerámica de Cartago permitió establecer una serie de fábricas a partir de la descripción de la cerámica teniendo en cuenta cinco parámetros: la composición, medida, frecuencia y forma de las inclusiones y el color de la matriz (Peacock, 1984a). Según este trabajo, se distinguen tres grupos diferentes: cerámicas hechas a mano, fábricas en las que predomina el cuarzo y grupo de ánforas y cerámica común. Cada uno de estos grupos incluyen diversas fábricas que pueden sintetizarse en la siguiente tabla (Fig. 2):

Fábrica de Peacock	Características de la fábrica	Proveniencia
1.1 *Pantellerian Ware*	A mano o a torneta, negras rojizas en su núcleo y exterior ahumado. La pasta tiene inclusiones de feldespato y alguna obsidiana verde	Isla de Pantelleria
1.2 *Black-Burnished Ware*	Negras con superficie ahumada e inclusiones de feldespato y cristales blancos, cuarzo y minerales volcánicos	Cerdeña y regiones volcánicas de Italia o Argelia
1.3 *Calcitic Ware*	Negras- grises con superficies ahumadas y	Mediterráneo

	abundantes inclusiones de calcita	central
1.4 *Fossiliferous limestone Ware*	Color beige con superficie ennegrecida e inclusiones de carbonato gris, limos con trazas de fósiles y calcita	Cartago
1.5 *Calcilutite Ware*	Pasta rosada con superficie ocre ennegrecida parcialmente e inclusiones de calcita o calcilutita y algunos fragmentos de cuarzo	Cartago
1.6 *Micaceous Ware*	Color negro con superficie ahumada o quemada. Abundante mica con cuarzo y feldespato y en ocasiones plagioclasa	Cerdeña, Sicilia o del Norte de Italia
1.7 *Sparsely Micaceous Ware*		
1.8 *Mudstone/Slate Ware*	Color rosado y superficies ocres ennegrecidas e inclusiones de *mudstone*, cuarzo y algún fósil marino	
1.9 *Quarz/ Volcanic Ware*	Color marrón-negras con muchas inclusiones rojas y marrones, cuarzo, plagioclasa, feldespato y augita	Cerdeña
1.10 *Quarz Sandstone y Shale/ Slate Ware*	Piezas negras con superficie ennegrecida e inclusiones de cuarzo y arena	
2.1 *African Red Ware*	Tonalidades rojizas con cuarzo abundante	Cartago y sus alrededores
2.2 *White Surface Ware*	Blancas con cuarzo abundante	
2.3 *Black Surface Ware*	Tonalidades negras con cuarzo abundante	
2.4 *Painted Ware*	Color ocre o rosado con pocas inclusiones de cuarzo, roca y fósiles	
2.5 *Cream Sandy Ware*	Superficie pálida con cuarzo y roca arenisca	
3.7 *Coarse Ware with Granite Inclusions*	Color negro-gris con cuarzo, feldespato y fragmentos de roca sedimentaria	Italia
3.8 *Coarse Ware with Granite Inclusions*	Son piezas oscuras con inclusiones de cuarzo y mica dorada con plagioclasa derivada del granito y arena	
3.9 *Coarse Ware Metamorphic Inclusions*	Piezas oscuras con cuarzo y mica dorada con plagioclasa y arena	
3.10 *Coarse Ware with Limestone y fine Quarzite*	Color marrón con inclusiones de cuarzo y roca	
3.11 *Coarse Ware with Quartz y Tourmaline*	Tonalidades lilas con cuarzo y alguna turmalina	
3.12 *Coarse ware with Quarz-mica-schist y plagioclase*	Abundantes inclusiones de cuarzo, mica, arena y plagioclasa	
3.13 *Coarse ware with sedimentary inclusions*	Colores grises con inclusiones de rocas sedimentarias	

Fig. 2. Fábricas establecidas por Peacock

A partir de los años 90 los estudios arqueométricos tanto de técnicas como de materiales arqueológicos en los que se incluyen la cerámica común y de cocina empiezan a ser frecuentes más allá de Cartago. Algunos ejemplos se encuentran en el Mediterráneo Oriental, como el estudio de cerámica de cocina y común *Brittle Ware* de Siria, de los siglos I-X. Para esta cerámica se identificaron cuatro fábricas de coloración marrón-rojiza o bien negras con diferentes composiciones mineralógicas y químicas (Vokaer, 2010).

Los estudios arqueométricos que incluyen cerámicas de cocina y comunes tardías proliferan en Italia. Se pueden citar los estudios sobre *Albintimilium*, un yacimiento con pervivencia hasta los siglos VII-VIII, donde se realizó la caracterización química y mineralógica sobre cerámicas del siglo IV. En este estudio se diferenció entre cerámica calcárea y cerámica silícea, atribuyendo proveniencias distintas, local para la primera e importada del Valle del Ródano para la segunda (Olcese, 1994).

Otros ejemplos de estos estudios se han llevado a cabo sobre la villa romana de San Giusto (Lucera, Italia), donde se han tratado las cerámicas de cocina y las pintadas (Gliozzo et al., 2005). En este yacimiento se pudieron establecer tres grupos mineralógicos y cuatro químicos, que se interrelacionan entre sí y con predominio de cerámicas poco calcáreas. Así mismo, se pudo obtener una relación entre tipología y temperatura de cocción, con temperaturas < 800ºC para la cerámica de cocina y más elevadas para la pintada, hasta 1050ºC.

Destaca el caso de Pantelleria, que ya Peacock identificó como un centro alfarero de referencia. En esta isla se producen cerámicas de cocina de buena calidad, resistentes al choque térmico, con paredes gruesas e inclusiones volcánicas autóctonas. A partir de los estudios arqueométricos se pudieron identificar dos fábricas: una roja con arena fina, feldespato alcalino, cuarzo, augita y hematitas; y otra blanca con caolinita, cuarzo, ópalo y feldespato alcalino (Montana et al., 2007, 2005a, 2005b; Santoro, 2005).

También se encuentran estudios arqueométricos sobre cerámicas de otras islas italianas, evidenciando así la procedencia norteafricana y de Pantelleria de las cerámicas encontradas en Cerdeña, que conviven con la producción local micácea (Sangiorgi, 2005). Otro ejemplo de estos estudios en islas es la caracterización de la cerámica local de Sicilia. Su geología volcánica es una característica específica de esta isla y por tanto, un rasgo distintivo para la caracterización de cerámica de esta región (Amari, 2014; Montana et al., 2011).

Respecto a las zonas interiores y más alejadas del Mediterráneo, se puede citar el caso de *Carnuntum*, ciudad romana del limes germánicos. En este yacimiento se han llevado a cabo estudios arqueométricos sobre la cerámica de cocina, común y lucernas, estableciendo cuatro grupos según la cronología de las piezas. De este yacimiento destaca la cerámica amarilla oxidante y la cerámica vidriada tardía panona, de la que han establecido su proveniencia local de la región de Panonia (Gassner y Sauer, 1991;

Grünewald, 1986). Otro ejemplo es la caracterización de los materiales cerámicos tardíos de la región de los Alpes orientales (Ladstätter, 2003).

- *Los estudios en el levante de la Península ibérica e Islas Baleares*

Referente a la costa mediterránea de la península ibérica, los métodos de Peacock se aplican en el estudio de Reynolds sobre cerámica tardía a mano de Alicante, publicado en 1985, donde se identifican dos tipos diferentes de piezas, un conjunto de cerámica local y otro de importada con paralelos en Cartago (Reynolds, 1985). En los años consecutivos se siguen realizando estudios y publicaciones sobre aspectos arqueométricos de la cerámica, como la tesis de Cau de 1997 sobre cerámica de cocina tardía en las Islas Baleares (Cau Ontiveros, 2003).

Las cerámicas comunes y de cocina de la zona de Alicante han sido caracterizadas por Reynolds con descripciones macroscópicas y algunas láminas delgadas. (Reynolds, 1993, 1985). Para ello se seleccionaron cerámicas modeladas a mano del valle del Vinalopó y como resultado se pudieron establecer nueve grupos, tres de los cuales corresponden a piezas importadas, mientras que los otros seis son de probable producción local o regional del levante peninsular (Reynolds, 1985).

Así mismo, se ha podido caracterizar las producciones de ollas locales de Cartagena, con altas aportaciones de fillita de grano medio y grueso y esquisto accesorio (Cau Ontiveros, 1996). Estas producciones se encuentran además en diferentes puntos de las islas Baleares, evidenciado así intercambios comerciales.

También se ha procedido a la caracterización arqueométrica de una serie de piezas halladas en un vertedero de la calle Unió de Valencia, datado del siglo V (Cau Ontiveros, 2003). En los últimos años, se han añadido caracterizaciones de las cerámicas tardías de la antigua ciudad de *Valentia* que ya habían sido estudiadas desde un punto de vista arqueológico (Ribera y Rosselló, 2007; Rosselló et al., 2010).

Las cerámicas de cocina de las islas Baleares se han caracterizado arqueométricamente en los yacimientos de la vila romana de Sa Mesquida (Santa Ponça, Mallorca), Es Cap des Port (Fornells, Menorca) y Can Sorà (Sant Josep, Ibiza), publicados a raíz de la tesis de Cau de 1997 (Cau Ontiveros, 2003). En dicho trabajo, se comparan con materiales de Darró y Valencia, dos enclaves del levante peninsular. Se trata de cerámicas de cocina, especialmente ollas y cazuelas del siglo V-VI. A partir de la lámina delgada, la DRX y la FRX se establecieron seis grupos diferentes según el

tipo de roca que predomina en la arcilla de las piezas que forman el grupo: filítico, moscovítico, claramente ígneo, mayoritariamente ígneo, sedimentario y otros. Cada uno de estos grupos está formado por diferentes fábricas, según la composición de las pastas, hasta un total de 44 que incluyen tanto producción a mano o a torno lento como a torno y diferentes temperaturas de cocción que no superan los 950º. Se detecta un predominio de la proveniencia alóctona no compatible con la geología de las Baleares (Buxeda Garrigós et al., 2005; Cau Ontiveros, 2003; Tsantini et al., 2004).

Posteriormente, se caracterizaron los materiales del complejo paleocristiano de Son Peretó (Manacor, Mallorca) y de Es Castell de Ibiza (Buxeda Garrigós et al., 2005) y también de Illot dels Frares, con tres fábricas calcáreas caracterizadas (Cau Ontiveros et al., 2004).

También se han caracterizado una serie de cerámicas comunes de los siglos V-VI, de producción local o regional entre las que se pueden distinguir dos grupos, el conocido como cerámica ebusitana y otro de producción menorquina. La cerámica ebusitana está presente en todas las islas y zonas del levante peninsular. Se distinguen seis grupos diferentes de cerámica ebusitana, a pesar de que presentan unas características comunes (Buxeda Garrigós et al., 2005; Buxeda i Garrigós y Cau Ontiveros, 1998). Por otra parte, en la producción menorquina se distinguen cinco grupos cuyas características geoquímicas apuntan a una proveniencia del norte de la isla (Buxeda Garrigós et al., 2005; Buxeda et al., 1997).

- *Los estudios arqueométricos en Cataluña*

En Cataluña también se han llevado a cabo varios estudios arqueométricos de cerámica de cocina y común tardoantigua, especialmente en los contextos urbanos de *Barcino*, en la Plaça del Rei (Beltrán de Heredia, 2005a; Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 2006; Buxeda i Garrigós y Cau Ontiveros, 2005) e *Iluro*, en diversos puntos de la ciudad (Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 2004). En la Tabla 1 del anexo puede verse un resumen de las distintas fábricas establecidas por Cau y Reynolds y las URCPs establecidas en *Iluro* y la Plaça del Rei de *Barcino*, todas ellas con sus correspondencias con las fábricas de Peacock.

En el caso de *Iluro*, se analizaron ánforas y cerámicas de cocina tardías, principalmente por caracterización química y algunas láminas delgadas, aunque no de todo el conjunto. De esta forma se establecieron tres grupos para la cerámica de cocina,

dos de ellos claramente de proveniencia local (Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 2004). Respecto a las cerámicas de la Plaça del Rei, el análisis se acotó a un conjunto cerámico de los siglos VI-VII. La combinación de análisis químico, mineralógico y petrográfico dio como resultado ocho grupos con proveniencias distintas a lo largo del Mediterráneo Occidental, pero sobre todo del levante peninsular (Buxeda i Garrigós y Cau Ontiveros, 2005). También se han elaborado estudios arqueométricos sobre cerámicas halladas en *Barcino* de cronologías posteriores, tanto medievales como modernas (Madrid et al., 2015).

Así mismo se pueden citar los estudios de los materiales cerámicos de *Tarraco*. A pesar de que principalmente se han estudiado arqueométricamente los materiales anfóricos, Macías y Remolà han llevado a cabo algunos trabajos referentes a cerámicas de cocina y comunes tardías (Macías Solé y Remolà Vallverdú, 2000).

Otro de los lugares catalanes donde se han llevado a cabo caracterizaciones arqueométricas de los materiales cerámicos tardíos es la ciudad romana de *Iesso*, situada en el interior. Es estudio se llevó a cabo sobre los materiales de un depósito del siglo V hallado en una industria vinícola. La caracterización arqueométrica incluye cerámica de cocina, común, mortero y ánforas, cuyos resultados evidenciaron cuatro grupos con proveniencias distintas: Cerámicas africanas, ánforas orientales, ánforas peninsulares y un grupo heterogéneo de cerámica de cocina y común (Uscatescu y García Jiménez, 2005).

Dentro del grupo de cerámicas africanas se identificaron piezas de las fábricas de Peacock 2.3 y cerámica común de las fábricas de Peacock 2.2 a 2.5. Por otra parte, el grupo de cerámica de cocina y común contiene piezas tanto locales como importadas, como piezas de pasta rosada e inclusiones de cuarzo y cuarcita que podrían haberse fabricado en la costa del levante, o cerámicas grises de cocina con inclusiones de cuarzo y mica dorada, de supuesta producción regional, o bien piezas roja-amarillas con inclusiones rojas de proveniencia indeterminada (Uscatescu y García Jiménez, 2005).

Se han hecho también análisis arqueométricos a grupos cerámicos de otros yacimientos catalans, aunque en menor medida, como por ejemplo los estudios arqueométricos sobre el conjunto cerámico de la villa romana de Darró, incluídos en el estudio de Cau (Cau Ontiveros, 2003).

Además, se deben mencionar otros yacimientos sobre los que se han hecho estudios más allá de la tipología que incluían cerámicas de cocina y comunes tardías, pero que no han dado lugar a definición de URCPs ni GRs al ser principalmente

descripciones macroscópicas. En este sentido se pueden mencionar tres villas romanas, dos de ellas en el territorio de Girona, Vilablareix, publicada en 1989 (Alberch y Burch, 1989) y Vilauba (Castanyer Masoliver y Tremoleda Trilla, 1999). Las cerámicas comunes de Vilablareix se definen como piezas comunes de tacto rugoso, pasta beige e inclusiones de calcio, mica y arena o solamente mica, marrones porosas con inclusiones de mica y cuarzo. Las piezas de Vilauba descritas son las cerámicas de cocina negras de producción local, pasta poco depurada con inclusiones de cuarzo y arena y cerámica gris claro-marrón porosa, bien cocida. Otro ejemplo lo encontramos en la descripción macroscópica de los materiales de La Bastida, en Rubí, en el ager de *Barcino* (Bacaria et al., 2005). También se tiene que mencionar el caso de la villa de Vilaclara de Castellfollit del Boix, en la comarca de Bages, sobre la que se publicó una detallada descripción de las piezas cerámicas de cocina y comunes (Enrich Hoja et al., 1995). De esta cerámica se pueden diferenciar dos grupos de pastas: un grupo formado por los carbonatos altos, piezas de pasta dura, coloración gris con zonas marronáceas y pocas inclusiones de cuarzo, feldespato y mica, y otro grupo formado por pasta graníticas con presencia de cuarzo, feldespato, mica, cuarcita, sílex, roca granítica, esquisto y turmalina, piezas porosas y duras de color poco uniforme (Enrich Hoja y Enrich Hoja, 1997; Enrich Hoja et al., 1995).

Finalmente, cabe destacar los trabajos de Travé sobre la caracterización de hornos cerámicos y cerámica de cocina medievales de la región del Anoia y Osona, en el interior, que han aportado una información muy valiosa a este tipo de estudios (Travé, 2009; Travé et al., 2015, 2014b, 2014a, 2013b, 2013a).

CAPÍTULO 3: MARCO HISTÓRICO Y ARQUEOLÓGICO

3.1. Aproximación al contexto histórico

3.1.1. Los primeros siglos de la Tardoantigüedad: s. IV-V

El Bajo Imperio se inicia con las reformas y transformaciones fruto de la crisis del siglo III que afectaron a todo el Imperio. Dentro de este contexto, Diocleciano (284-305) instaura un nuevo sistema de gobierno basado en la tetrarquía, por el que el Imperio se divide en dos, la parte Oriental y la Occidental, en cada una de las cuales hay un augusto y un césar que ejercen el poder de forma coordinada.

Entre el 379 y el 476 se extiende período de decadencia dominado por las malas relaciones entre Oriente y Occidente y la presión de los pueblos germánicos, ya que cada parte del Imperio negociaba con ellos para que penetrasen en la parte contraria. La situación de pauperización y declive se plasma en el abandono de las grandes ciudades de forma que los emperadores occidentales dejan Roma para trasladarse a Rávena. Este abandono y transformación urbanística se puede ver en todas las ciudades del Imperio, ya que se deja el mantenimiento de las infraestructuras, los servicios empiezan a abandonarse y la población se ruraliza.

La fragmentación del Imperio en dos condujo a la diferente evolución de ambas partes que poco a poco se fueron distanciando en aspectos sociales, económicos, culturales y en última instancia políticos y administrativos, hasta la caída del Imperio de

Occidente y su desvinculación de Oriente. Así mismo, para facillitar la administración, Diocleciano cambió el sistema provincial romano, subdividiéndolo y reorganizándolo en unidades más pequeñas en torno a una gran ciudad hasta llegar a un total de doscientas provincias.

Las transformaciones se dieron en todos los ámbitos, en el aspecto administrativo, político, social, económico y cultural, relacionadas con la nueva realidad imperante. Los diversos emperadores bajoimperiales llevaron a cabo diversas reformas y acciones políticas para adaptarse a esta nueva realidad, con éxito variable.

Junto con la tetrarquía, las reformas administrativas afectaron a todo el Imperio, donde se vio una progresiva centralización. El propio sistema de tetrarquía resultó ineficaz cuando al retirarse Diocleciano del poder se inició una guerra civil por los cargos imperiales que concluyó con el acceso al poder en solitario de Constantino (306-337). Este emperador, además, estableció el sistema de herencia del poder, dejando al margen al senado, por lo que se asimila a una monarquía más que al sistema de elección imperial que había durante el Alto Imperio. A pesar de ello, el senado continúa siendo un órgano imprescindible dentro de la política y la administración romana que mantendrá el prestigio en sus integrantes.

Hasta el siglo IV, la administración local, la curia, gozaba de cierta autonomía y poder e influencia social. Se trataba de cargos urbanos de estatus y riqueza, por lo que suponía un puesto interesante dentro de la carrera política y social. A partir de esta centuria, esta situación cambia drásticamente, pasándose a tomar todas las decisiones en Roma, incluidas las de ámbito local. De esta forma, la curia quedó relegada a la recaudación de impuestos hasta darse la situación de que ciudadanos poderosos con el favor de Roma podían desafiar y pasar por encima de la propia curia (Wickham, 2014). En el siglo V, los cargos curiales se convierten más en una carga que en un puesto de prestigio, por lo que muchos ciudadanos intentaron evadir esa tarea, potenciándose el traslado al campo de las elites locales. Aún así, las ciudades perviven como centro de negocios, comercio, cultura y mecenazgo. Por otra parte, en Oriente, las elites permanecen en las ciudades, vinculadas a la política y a la administración, la cual está estrechamente vinculada con el patrocinio y pecunia de los poderosos (Wickham, 2014).

Otro de los pilares de las reformas bajo-imperiales fue la reestructuración de los impuestos, vinculados con la propiedad. Este sistema requería un registro de la propiedad para el pago de la *annona*, tarea a cargo de los curiales. Éste resultaba difícil e impreciso al realizarse frecuentes transacciones y herencias sin registro, lo que

afectaba a la contabilización para dicha recaudación. Como medida disuasoria y preventiva, se establecieron multas para este tipo de evasiones e ilegalidades, aunque los habitantes más ricos podían comprar fácilmente la impunidad con sobornos (Wickham, 2014, pp. 60–61, 73).

La mayor parte de la población eran campesinos arrendatarios que vivían de la cosecha y cedían el excedente al señor propietario como pago de arriendo. Son los conocidos como *servi*, con un sistema que perdurará durante la Edad Media y que dará lugar al feudalismo. Por otra parte, las tierras arrendadas eran principalmente partes de las villas, que estaban diseminadas por el ager de las ciudades pero que raramente se aglutinaban formando pueblos (Wickham, 2014). Una de las reformas principales fue la vinculación hereditaria de los oficios, tanto artesanos como campesinos, de forma que la administración podía tener un control exhaustivo de la población y de los gremios. Esta nueva situación facillitaba la recaudación de tributos y el control de la inflación a partir del edicto de precios, consistente en establecer el precio máximo para los sueldos y los productos básicos.

Otro de los puntos claves del Bajo Imperio es el aspecto fronterizo. La gran extensión del Imperio propiciaba la presión fronteriza con los persas en Oriente, los pueblos del Sahara al Sur y los pueblos germánicos en el Norte y Occidente. El mantenimiento de estas fronteras resultaba difícil y costoso por lo que se tomaron diversas medidas, como la vinculación hereditaria de los soldados y a sus hijos a la milicia para tener así más efectivos disponibles para controlar la extensa frontera del Imperio. Así mismo, Constantino ubicó las tropas de la frontera en el limes y sus reservas en el interior, por si los germánicos conseguían superar el limes. Por otra parte, la insuficiencia de efectivos millitares supuso la reducción de efectivos del limes para el engrose de las reservas, por lo que en el siglo V la frontera del Rin se colapsó. Hasta finales del siglo IV solo pequeños grupos de germánicos tenían autorización para residir en territorio romano como trabajadores agropecuarios (Roymans, 2017; Schipp, 2014). A partir del siglo V estos grupos son mucho mayores y pasan a tener el estado de federados (*foederati*), con una situación jurídica similar a la romana y con tributos específicos, como la *annona foederaticae*. De esta forma, la inclusión de estos pueblos germanos dentro del concepto de "romanidad", fue progresivo, conservando inicialmente tanto romanos como germanos su propia identidad (Schipp, 2014, pp. 147–148).

El otro aspecto donde hubo uno de los mayores cambios fue el religioso, lo que conllevó así mismo, una transformación cultural. A partir del Edito de Milán en el 313, se legalizó el cristianismo, por lo que durante el siglo IV hubo una convivencia de la cultura pagana y la cristiana, con el conocimiento de ambas por parte de las elites. El cristianismo se extiende rápidamente por las ciudades, perviviendo el paganismo en el campo y pequeñas ciudades.

Los diferentes emperadores bajoimperiales promulgaron constantemente leyes y edictos a favor de una u otra religión, hasta que Teodosio, en el 380, promulga el Edicto de Tesalónica por el que impone el cristianismo a toda la población del Imperio, persiguiendo a paganos y a sectas y herejías cristianas. Así, en el siglo V, el paganismo se reduce a la Escuela de Atenas y de Alejandría, parte Oriental del Imperio, que conseguirán pervivir hasta el siglo VI (Wickham, 2014).

El cristianismo se vertebraba alrededor de las iglesias, que raramente se superponían, o reutilizaban, a templos paganos. Su arquitectura resultaba inviable para el cristianismo que necesitaba congregar a una gran cantidad de personas en el interior del templo para el culto, cosa que no sucedía con el paganismo, donde el culto se realizaba al exterior. Estas iglesias inicialmente fueron urbanas, ya que es en este contexto donde se extiende el primer cristianismo.

El carácter laico de las ciudades hace que rápidamente surjan iglesias rurales, actuando como aglutinador poblacional y surgiendo pequeños núcleos habitables alrededor de estas iglesias rurales (Wickham, 2014). Las iglesias se situaban cerca o relacionadas con reliquias de santos para facillitar su veneración. Este factor supone un cambio cultural drástico respecto a la religión romana, donde los difuntos siempre se colocan extramuros y alejados de la población por motivos higiénicos y supersticiosos. En el siglo V aparecen los primeros enterramientos de santos intramuros de forma que en el siglo VII ya están normalizadas las necrópolis urbanas dentro de las ciudades (Wickham, 2014).

El cristianismo es una religión con una estructura muy jerárquica, lo cual conllevó su simbiosis con el sustrato socioeconómico. En el siglo V, existían cuatro patriarcas o líderes religiosos en Roma, Constantinopla, Antioquía y Alejandría, más un quinto en Jerusalén. Por debajo, estaban los obispos metropolitanos, encargados de supervisar las diócesis y a los clérigos y obispos. Por tanto, a nivel provincial, la figura con más autoridad y poder religiosa era el obispo y la obtención de este cargo, supuso una situación de poder importante dentro del entramado político, social y económico.

Los obispos además, motivaban las donaciones piadosas de los creyentes, por lo que aumentaban así las riquezas de la iglesia. Si bien los bienes recaudados no formaban parte de su patrimonio personal sino del de la institución religiosa, podían disponer de ellos y administrarlos con facilidad. Cada provincia consta de diversos obispados con un teórico poder igualitario, aunque el obispado más importante siempre tendía a ser el que poseía la catedral (Wickham, 2016, 2014).

La crisis, reformas y transformaciones de estos siglos se plasman en todos los territorios del Imperio con una serie de elementos comunes que se van repitiendo en todas las grandes ciudades y en sus territorios, entre las que se encuentran las ciudades del nordeste de la Península ibérica.

En el siglo IV la *diocesis hispaniarum* dependía de la prefectura de la Galia con sede en Emerita. Se trata de un sistema administrativo por el que el gobierno tiene carácter civil y administrativo y no millitar (Ripoll López, 2000). Cada diócesis estaba subdividida en provincias que en el caso de Hispania eran siete según las fuentes antiguas del *Laterculus Polemii Silvi*, del siglo IV, la *Notitia Dignitatum*, del siglo V, copiado en el siglo IX y la tabula de Peutinger, del siglo IV copiado en el XIII, en el que se citan todas las concentraciones de población del Imperio. El *Laterculus* enumera las provincias de Bética, Lusitania, Carthaginensis, *Gallaecia, Tarraconensis, Mauretania Tingitana* y las *Insulae Baleares*. Cada provincia está gobernada por un senador con competencias administrativas y judiciales, pero no millitares. A su vez, cada provincia está dividida en *conventus*, de tradición augustal. En el caso de la *Tarraconensis*, provincia en la que se enmarca este trabajo, se encuentran tres *conventus*, el *Tarraconensis* con capital en *Tarraco*, el *Caesaraugustanus*, con capital en *Caesaraugusta* y el *Cluniensis* con capital en Clunia.

Las ciudades y comunidades hispanas habían conseguido el rango de municipio en el siglo I dC con Vespasiano. En este mismo siglo, se da la municipalización flavia que supone la misma consideración de todas las ciudades y, por tanto, la progresiva eliminación de las diferencias entre ellas de forma que se monumentalizan y se adaptan al esquema ortogonal con un foro en el centro, termas públicas y uno o más edificios de espectáculos, dependiendo de la envergadura de la ciudad (Kulikowski, 2006).

Esta época está ligada a la imposibilidad de la curia de mantener las infraestructuras urbanas, lo que provoca el declive del sentido de estado de los curiales y el progresivo abandono de los servicios públicos urbanos con la consecuente

proliferación de vertederos urbanos (Kulikowski, 2006). Las ciudades cambian por motivos religiosos, económicos y millitares (Arce, 1982). Un ejemplo es la progresiva desaparición de las termas públicas entre los siglos III-IV, la reconstrucción de las murallas o la ocupación de los espacios públicos de las *domus*, como es el caso de la domus del Bisbe Caçador de *Barcino* que ocupa parte de una vía romana llegando a cerrarla (Cortés, 2011). Además, las ciudades pasan ahora a articularse a partir de los aspectos religiosos de forma que todas las antiguas capitales y ciudades de prestigio se convierten en sedes episcopales metropolitanas a las que se añade la creación de nuevas sedes y obispados en otras ciudades menos conocidas (Ripoll López, 2000). Dentro de este contexto, los obispos católicos empiezan a pedir ampliar su jurisdicción más allá de sus diócesis debido a que aparentemente el clero bárbaro arriano tenía unos poderes más amplios y extensos (Chavarría Arnau, 2017, p. 675).

Se produce un proceso de ruralización a partir del siglo IV con la migración de las elites urbanas, lo que va ligado al proceso de decadencia urbana al no haber evérgetes ni aristocracia para invertir en ella. Así, las ciudades quedan en manos de los obispos y de los oficiales imperiales que no cuidan ni tienen interés por continuar con el esplendor que habían tenido (Kulikowski, 2006, pp. 134–136).

También es un reflejo de estas nuevas medidas la proliferación de los martyria y de las necrópolis *ad sanctos*, ligadas al proceso de cristianización de las ciudades. Este proceso de cristianización se plasma en la celebración de diversos concilios, el primero de los cuales, el Concilio de Elvira o de Iliberris es de cronología y funcionalidad incierta, posiblemente en Granada en el siglo IV. Cabe destacar que la cristianización es un fenómeno urbano y no rural y desde las ciudades se va extendiendo hacia el campo, ya que es allí donde están los mártires que generan comunidades cristianas. Una muestra es la presencia de necrópolis y templos de culto cristianos en los suburbios de las ciudades, mientras que los edificios religiosos rurales, como las transformaciones de las villas romanas son más tardías (Chavarría Arnau, 2007).

En el mundo rural se puede ver el proceso de cristianización, aunque más tarde que en las ciudades. Las principales evidencias han quedado en las villas romanas que cambian completamente su estructura, si no se abandonan. Las villas que continúan en uso ven reducidas sus estancias destinadas a habitación y por otra parte, se destina parte de las dependencias y de las tierras a materia religiosa o bien para construir basílicas o necrópolis cristianas. Además, los espacios dedicados a la producción y manufactura aumentan e incluso se crean nuevos, muy rudimentarios, y se abandonan los de

tradición romana, así como los espacios lúdicos como los *balnea*. Así, en el mundo rural se evidencia la crisis y transformación por una parte en el cambio religioso y, por otra parte, en el económico, al destinar más espacio a la producción y transformación de productos que antes no eran necesarios (Chavarría Arnau, 2007). Pero además de estas transformaciones, en las villas también se crean nuevas iglesias rurales a partir del siglo IV que constan de dependencias anexas y complejos mayores con baptisterio en el siglo VI. Por otra parte, estos centros de culto rurales tienden a reducir su tamaño con el tiempo debido al reducido volumen de la congregación (Chavarría Arnau, 2017, p. 682).

3.1.2. El Reino Visigodo: s. VI-VIII

Los pueblos germánicos se sitúan en la parte Norte y Occidental del Imperio, más allá del *limes*. En la cuenca baja del Rin se ubicaban los francos, en el medio y alto Rin los alamanes, en el bajo Danubio los godos y más al Norte los frisios, vándalos, sajones y longobardos. Estos pueblos estaban formados por diferentes tribus pequeñas y dispersas que podían formar coaliciones en épocas de guerra. Eran sociedades agropecuarias y sedentarias con fuertes diferencias sociales basadas en la riqueza (Wickham, 2014). A partir del siglo V se empieza a forjar un nuevo orden social fruto de contacto con Roma, con líderes que basan su posición de poder en el control semi-permanente de los grupos de guerreros y con interrelaciones entre los distintos pueblos germánicos (Roymans, 2017, p. 69).

Los contactos con Roma se inician por motivos comerciales y por la situación geográfica del *limes*. Poco a poco se incrementan y en el siglo IV que los germanos empiezan a integrarse en Roma y a ganar presencia como mercenarios en el ejército y funcionarios en la administración pública. En el siglo V, se produce la entrada definitiva ante el avance de los hunos.

La interacción de los visigodos con el Imperio Romano se remonta al 376, cuando pactan con el emperador Valente su asentamiento en la ribera derecha del Danubio y dos años después, Alarico se instala en Tracia e Iliria. Poco después, en el 406, los vándalos cruzan el limes instalándose fácilmente en Hispania y la Galia, desde donde pasaron al Norte de África. Esto supuso que los vándalos controlaran el suministro de grano del Imperio Occidental, incrementando así la crisis de esa parte del Imperio. De esta forma, los visigodos fueron mercenarios de Roma en Hispania contra

los vándalos en el 417, contra los suevos, en el 456 y en Galia contra los hunos en el 451 (Wickham, 2016, pp. 25–26).

A partir del *foedus* del 416-418, firmado por Valia y por Teodorico, los visigodos se instalan en la zona de Aquitania, en la vertiente atlántica del sur de Francia a cambio de la defensa de Hispania de los germánicos que habían invadido. Este pacto concluyó con éxito ya que los alanos desaparecieron de la península, los vándalos emigraron al norte de África y a las Baleares y los suevos fueron arrinconados en la esquina noroccidental. Por otra parte, los visigodos habían conseguido tierras y propiedades dentro del Imperio.

La integración de los romanos y los germanos no fue igual en todas las regiones. Por una parte, pueblos como los ostrogodos o los vándalos, que irrumpieron de forma abrupta en el Imperio, no se consideraban romanos a los ven como conquistados y a quienes ahora gobiernan. Por el contrario, en otras regiones como la visigoda, que ya llevaban tiempo en territorio romano como federados, los propios romanos empiezan a renegar de su identidad y a considerarse godos debido a que el atributo de "romano" ya no suponía garantía de estatus y de nivel cultural o económico (Wickham, 2016, pp. 27–28). Estos cambios se hacen visibles a partir del siglo V con la fragmentación del Imperio en reinos bárbaros que no aspiraban a reproducir el modelo anterior romano. Ejemplos de esto, podrían ser el viraje al comercio local, la simplificación artesanal y tecnológica, la simplificación jurídica y la simplificación económica (Wickham, 2014). En este sentido, los impuestos sobre la tierra son la base del estado pero a partir del 550 se detecta el abandono de las villas con su consecuente mengua productiva y artesana.

A lo largo del siglo V la decadencia del Imperio se hizo más plausible de forma que fue aprovechada por los germánicos para propiciar su situación. En este sentido, Eurico (466-484) aprovechó el vacío de poder en el trono romano para ampliar las tierras godas hacia el este llegando a incorporar casi todo el sur de la Galia. Este mismo caudillo destacó por la elaboración de un código legislativo de carácter penal que afectaba solamente a visigodos ya que éstos carecían de leyes escritas y no a los galo-romanos, que se regían por el código de Teodosio (Wickham, 2016, 2014). De esta forma, en un mismo territorio convivían dos legislaciones diferentes aplicadas a cada uno de los pueblos que vivía en la región, lo que frecuentemente creaba problemas entre las comunidades.

El viraje rural está ligado a la presencia de los visigodos de forma que la jurisprudencia germánica, recogida en las *Leges Visigothorum*, ya en el siglo V, establecía una economía silvícola y pastoril. Se vincula de esta forma la economía rural con el hábitat y tradiciones germánicas de cabañas semi-escavadas con silos y estructuras lineales a modo de granjas o *vicus* uni o plurifamiliares. Un ejemplo se puede ver en la regulación por ley de la explotación forestal y artesanado maderero, del que se estipula materia prima para la construcción (López Quiroga, 2009).

En el siglo V, ya imperaba en las tierras romanas el cristianismo como religión oficial y única, por lo que los visigodos, pueblo tradicionalmente politeísta, se adaptaron a esta realidad adoptando esta religión, pero con tal de preservar su identidad diferente a la de los romanos, escogieron el credo arriano. Por otra parte, la convivencia de la ortodoxia cristiana con el arrianismo no supuso un problema[15] debido a la política de tolerancia y convivencia iniciada por el mismo Eurico. En este siglo, dentro del cristianismo conviven el culto católico, propio de la tradición romana y el arriano, vinculado a los pueblos germánicos. Los seguidores del culto arriano reutilizaron iglesias católicas o bien construyeron las suyas propias, como la de Recópolis (Chavarría Arnau, 2017, p. 676).

A la muerte de Eurico, el mundo visigodo empieza a desintegrarse y se suceden las continuas invasiones en todo el Imperio por parte de otros pueblos provenientes del norte. Por esto los visigodos inician una serie de expediciones millitares a Hispania hacia el 494 pero no es hasta el 531, según Procopio, que entra el contingente de población goda para asentarse en esta zona. El principal asentamiento visigodo fue en la región de Castilla, comprendida entre Segovia, Toledo, Valladolid y Burgos, de forma que ocupan el centro y el sur de la península, a excepción de las zonas costeras, bajo dominio bizantino (Wallace Hadrill, 1985).

En este sentido, y viendo el desarrollo de los hechos, el monarca visigodo Alarico inició una política de aproximación a Hispania con medidas como la elaboración del código de leyes para los hispano-romanos, el Breviario de Alarico. Así, en el 507 muere este monarca en la batalla de Vogladum a manos de un grupo de francos y borgoñones y las tierras visigodas menguan, limitándose a una franja al norte de la Península ibérica. Además, se añade el problema sucesorio entre los dos hijos de

[15] Mientras la mayor parte de los pueblos germánicos aceptaban la convivencia de los diferentes credos cristianos en sus territorios, los vándalos del Norte de África fueron los únicos que intentaron oficializar el arrianismo con el Decreto de Hunerico en el 484 contra la herejía humusiana, actualmente conocida como catolicismo (Wickham, 2014)

Alarico, Gesaleico y Amalarico y el regente de éste, el ostrogodo Teodorico que elije a Teudis como su delegado (Ripoll López, 2000; Thompson, 2002; Wallace Hadrill, 1985).

La Hispania visigoda fue un estado fragmentado con pueblos libres en el Norte, como los vascones y cántabros, un fuerte poder episcopal y religioso en el centro y ciudades prósperas y romanizadas en el Sur y en la costa. No fue hasta el 570-586 cuando Leovigildo consiguió la unificación, a excepción de los vascones y algunos enclaves romanizados de la costa Sur, con lo que redefinió la monarquía y el estado visigodo (Fernández Delgado et al., 2013). Además, a este monarca se le atribuyen dos grandes cambios sociopolíticos dirigidos a la unificación del reino en todos los aspectos y emular así al Imperio Romano (*aemulario imperii*). Así, por un lado creó un código legislativo y, por otro, afianzó el arrianismo frente al catolicismo hasta el Concilio de Toledo del 580 donde se convierte al catolicismo y lo oficializa. A partir de este momento, sus sucesores, empezando por Recaredo en el 587, ya se convirtieron a este credo.

La sede regia visigoda cambia de sitio según las necesidades, especialmente en momentos de crisis. Algunas de estas ocasiones en que se produjo el cambio emplazamiento de la sede regia fueron la caída de Tolosa, con el intento de Teudis de recuperar Narbona o la derrota de Agila frente a Atanagildo (Ripoll López, 2000). Finalmente, Leovigildo instaura la capital en Toledo e incluso funda Recópolis en sus proximidades como signo de prestigio. Esta fundación puede ligarse con la preservación de la estructura administrativa romana, basada en dos niveles, el provincial y la ciudad, a pesar de que a partir del siglo VII esta administración se asemejará a la eclesiástica (Fernández Delgado et al., 2013).

La ciudad visigoda es un concepto muy diferente a la ciudad clásica, limitándose a ser el lugar donde se sitúa la administración y el clero pero desaparece el sentido social y económico de estos núcleos urbanos. En este sentido, los monarcas visigodos no buscan ciudades de tradición romana para ubicar la corte sino que eligen núcleos con las infraestructuras que necesitan, como la fortificación, palacio, catedral, nobleza con sus respectivas casa, palacio episcopal y poco más (Gurt Esparraguera y Godoy Fernández, 2000; Ripoll López, 2000). Ya no se necesitan edificios públicos como las termas ni de espectáculos, que fueron los primeros en desaparecer con las transformaciones de los siglos IV-V.

Ligadas a estas ciudades, surgen las elites urbanas, integradas tanto por romanos como por godos. Su función basculaba en la interacción política integrando las tradiciones romanas y los nuevos conceptos visigodos de estado, como por ejemplo, a través del evergetismo o benefactores (Fernández Delgado et al., 2013). Por otra parte, las elites rurales sufren cambios más profundos, iniciándose por la desestructuración de la villa romana en post de pequeños núcleos rurales conectados entre sí, lo que comporta un cambio en el modelo económico, productivo y comercial.

La primera sede regia basculó entre *Narbo* y *Barcino* por las salidas al mar, hasta la pérdida de la *Narbonensis* en el 507. Hay evidencias de la presencia de la corte de Ataulfo, Gesaleico, Amalarico y Teudis en *Barcino*. Con Ataulfo, *Barcino* pasa a ser sede episcopal metropolitana y sede regia, ocupada como tal por una entrada pacífica del monarca en el 412-413, lo que evidencia que la nobleza romana no era hostil a los godos en el momento en que no oponen resistencia a su presencia (Gurt Esparraguera y Godoy Fernández, 2000; Ripoll López, 2000). Ataulfo tuvo que abandonar *Narbo* y bajar hacia Hispania a causa de la presión de Constancio de Arlés que le atacaba para recuperar a Gala Placidia, rehén y esposa de Ataulfo.

Tras la pérdida de *Narbo* en el 507, Gesaleico se instaló también en *Barcino*. Al poco es expulsado por los ostrogodos que reclaman la legitimidad de Amalarico, quien en el 526-531 recupera esta ciudad. El último monarca en tener sede regia en *Barcino* fue Teudis, que en el 531 muere ya en *Hispalis*, por tanto, la corte ya se había trasladado hacia el sur de la península. A partir de ese momento, la ciudad pasa a ser sede episcopal, evidenciado por la creación de un complejo episcopal monumental que incluía palacio y catedral con un cementerio intramuros (Beltrán de Heredia, 2010; Bonnet y Beltrán de Heredia, 1999; Chavarría Arnau, 2017; Gurt Esparraguera y Godoy Fernández, 2000).

Durante los reinados de Agila y Atanagildo, la sede regia basculó entre *Augusta Emerita* e *Hispalis* hasta que Atanagildo se traslada y muere en Toledo, ciudad que se proclama sede regia hasta la desaparición del reino visigodo. Se sabe, por ejemplo, que en el III Concilio de Toledo del 589 por el que los visigodos dejan el arrianismo para convertirse al catolicismo, la sede regia ya está completamente instalada en esta ciudad más (Gurt Esparraguera y Godoy Fernández, 2000; Ripoll López, 2000).

Se trata de una ciudad situada estratégicamente sobre un cerro formado entre los ríos, a una distancia media entre *Hispalis* y la Septimania (Thompson, 2002; Wallace Hadrill, 1985). Es una ciudad de tamaño medio y con poca población, por lo

que resulta fácil de gobernar y además, consta de las infraestructuras necesarias para los monarcas visigodos, citadas anteriormente.

Se tiene que destacar que *Tarraco* nunca fue sede regia, cosa que puede sorprender a causa de que había sido capital romana durante muchos siglos. Ripoll piensa que no se eligió como tal debido a su fuerte tradición romana y a la gran comunidad cristiana de la región que la hicieron sede episcopal metropolitana. Por otra parte, también se debe considerar que la coyuntura política del momento requería una capital cerca de *Narbo* debido a los constantes conflictos en esta zona (Ripoll López, 2000).

A partir de mediados del siglo VI, se detecta una simplificación económica con el progresivo abandono de las villas, simplificación de la producción artesanal y aumento del comercio local en post del comercio a gran escala. Estas transformaciones son más pronunciadas en el interior de Hispania que en la costa, donde a pesar de que menguan en volumen, sigue perdurando el comercio con el Norte de África hasta el siglo VI-VII (Gurt Esparraguera y Navarro, 2005; Virgil-Escalera, 2006; Wickham, 2014).

Respecto al mundo rural, los visigodos también erigieron poblaciones rurales como respuesta a la descentralización económica y productiva. Se encuentran tres tipos de núcleos, por una parte, los de nueva creación, los de tradición romana y los que no se pueden incluir en ninguno de los tipos anteriores, tal y como se desarrolla en el apartado 3.3 de este trabajo. Se configura así en el siglo VI una red de asentamientos desiguales que se desarrollan hasta finales del siglo VIII y que fueron sustituyendo las antiguas villas romanas, ya desaparecidas en su mayor parte. Son pequeños poblados o granjas con grandes paralelismos con los asentamientos visigodos de toda Europa, basados en zonas de viviendas a base de cabañas[16] y zonas para la producción, procesado agrícola y almacenaje (Chavarría Arnau, 2007; Molina Vidal, 2011; Roig Buxó, 2009; Roig Buxó, 2011; Tejerizo García, 2012).

[16] Estas estructuras aparecen a lo largo de la península ibérica con diferentes tipologías de cabañas (Tejerizo García, 2012). Así, se pueden encontrar estructuras habitacionales del tipo *longhouse* en las zonas del norte; *Grubenhäuser* o casa hundidas a lo largo de toda la península; cabañas a base de postes de madera, frecuentes en la zona catalana. A pesar de que predominan las estructuras perecederas, también se pueden encontrar construcciones fijas perennes en la zona interior o bien como herencia de las villas romanas.

3.2. Contextos geográficos y geológicos

3.2.1. Contexto geográfico

La zona estudiada se encuentra en el nordeste de la Península Ibérica, por tanto, en la parte más occidental del Mediterráneo. A pesar de la variedad orográfica que hay en la actual Cataluña, la región estudiada de enmarca entre la línea de la costa y los Catalánides, que incluyen la Cordillera Litoral y la Prelitoral. Se trata de una región con clima suave y húmedo característico de las regiones mediterráneas, propicio para el desarrollo de los cultivos tanto de regadío como de secano, así como para la producción y la actividad agropecuaria.

Cataluña presenta además una gran cuenca hidrográfica, la del Ebro, además de numerosas cuencas internas. En ambos casos, se nutren de los afluentes y ríos menores que cruzan todo el territorio, incluyendo la zona de estudio. Estos caudales de agua provienen de los Pirineos o bien de las cordilleras costeras catalanas.

3.2.1.1. El Vallès

El Vallès es una región de la provincia de Barcelona, delimitada administrativamente en dos, el Vallès Occidental y el Vallès Oriental. El Vallès Occidental delimita al sur con Barcelona y al este con el Vallès Oriental, el cual linda con el Maresme por el sur.

Esta región forma parte de la Depresión Pre-litoral, limitada al oeste por el río Llobregat, al este por la riera de Caldes, al norte por las montañas de la sierra Pre-litoral y al sur por la costa. Respecto a la sierra Pre-litoral, está formada por diversas sierras y montañas, con alturas moderadas en el Vallès Occidental, rondando como máximas los 1100 metros de altitud, como el macizo de Sant Llorenç del Munt y superiores en el Vallès Oriental, con el Macizo del Montseny, de 1700 metros.

Por otra parte, la región está caracterizada por su hidrografía que forma un valle que da nombre a la región. En el Vallès Occidental se forman las cuencas del Llobregat y del Besós, mientras que en el Oriental se encuentran la del Congost-Besós y la de Tordera. En todos los casos, se trata de ríos muy irregulares, de escaso y variable caudal con tendencia a secarse en las épocas de pocas precipitaciones.

Inicialmente estos ríos surcaban una llanura a la que fueron desgastando y erosionando hasta configurar las terrazas aluviales que configuran la orografía actual.

3.2.1.2. El Maresme

El Maresme es una región de la provincia de Barcelona, delimitada por el Vallès Oriental al Norte, Barcelona al Oeste, Selva al Este y el mar Mediterráneo al Sur.

Esta comarca es una porción de tierra alargada entre la Cordillera Litoral y el mar, delimitada por los ríos Besòs y Tordera. La Cordillera está formada por diversas sierras, de altitud moderada destacando el Montnegre, de 760 metros de altura, con un parque natural. Este relieve montañoso confiere una orografía de altibajos con numerosos valles y elevaciones que, una vez pasada la Cordillera, se tornan en un relieve suave y más homogéneo. Por su parte, la costa destaca por su aspecto rocoso y abrupto, excepto en las zonas donde los cursos fluviales que cruzan el Maresme han configurado playas con arena granítica.

A pesar de los numerosos cursos de agua que bajan de la Sierra Litoral al mar, solamente el río del extremo norte de la comarca, el Tordera, tiene caudal continuado. La hidrografía se configura a partir de rieras con fuertes desniveles que junto con las precipitaciones irregulares y la creciente urbanización, propician los desbordamientos en las estaciones húmedas. De estas rieras, cabe mencionar la de Argentona, que desemboca entre Mataró y Cabrera de Mar y tiene una mayor cuenca para el caudal.

3.2.2. Contexto geológico

Los primeros cambios geológicos que aparecen en la zona se remontan al Paleozoico, que evolucionará hasta la actualidad (Fig. 3). La alta presencia de materiales sedimentarios finos y arcillosos se relaciona con la pertenencia de la zona a una cuenca oceánica, mientras que la sedimentación posterior más irregular estaría vinculada a los plegamientos hercinianos que perduran hasta el Carbonífero. De este período son, por ejemplo, las cuarcitas y grauvacas. Como consecuencia de estos procesos, los sedimentos se transformaron principalmente en rocas metamórficas, tanto gneis, esquisto como pizarras, distribuidas a lo largo de toda la geografía catalana, desde los Pirineos hasta la depresión del Ebro. También se atribuye al Paleozoico la

orogénesis plutónica que dio lugar a los batolitos granitoides (Blech et al., 2012; Enrique, 1990).

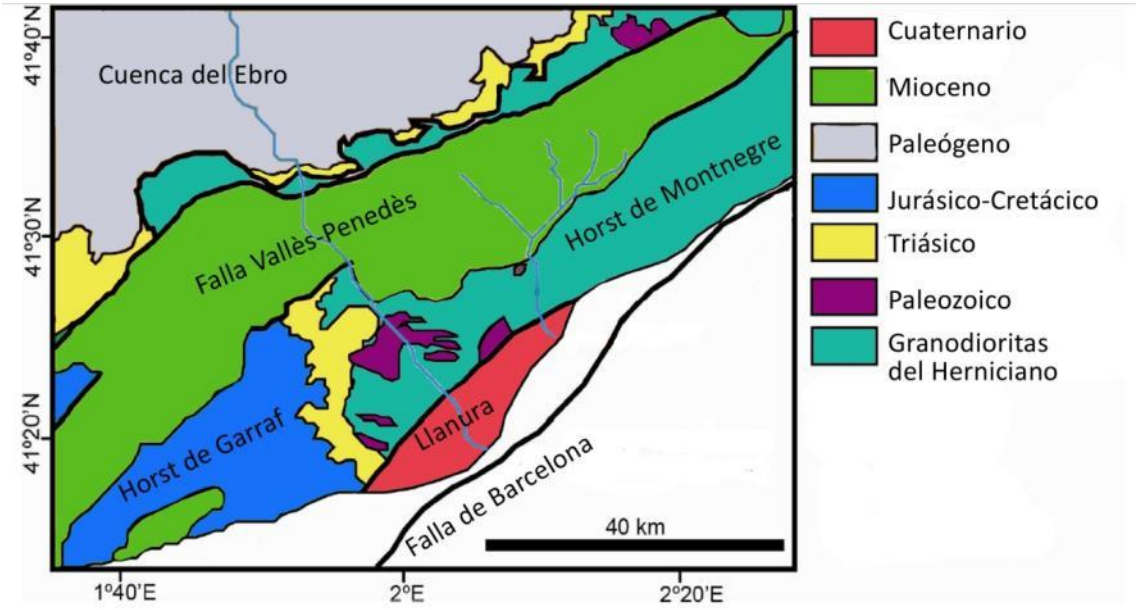


Fig. 3. Mapa geológico simplificado de las eras de la costa catalana y sus rangos. Basado y modificado del mapa de Cantarero Abad, 2013

Seguidamente, durante el Mesozoico, se produjo la inundación de la región y la sedimentación[17] del material calcáreo, que actualmente aparece en las cordilleras litorales y el Pre-pirineo con formaciones de *sandstones*, limos y dolomías. Finalmente, durante el Cenozoico se forman las grandes cadenas montañosas, incluyendo los Pirineos pero también los volcanes, con continuidad hasta el Cuaternario. En este momento, se crea un tipo de sedimentación basada en conglomerados y gres, a partir de las arenas y arcillas de las zonas más alejadas de la costa.

La costa catalana, objeto de este estudio, se compone por el sistema de cuencas o graben del Oligoceno y primer Mioceno, concretamente de la depresión de Valencia y las cuencas Provençal y Ligurian. Se encuentran entre el horst de Collserola-Montnegre y del Garraf. Esta estructura de fosas y macizos tectónicos crea unas estructuras que permiten el afloramiento de las rocas y depósitos de eras anteriores, desde el Paleozoico, afectadas por el metamorfismo de grado bajo y alto (Cantarero Abad, 2013; Enrique, 1990; Gómez-Gras et al., 2001). En la figura 3, puede observarse un mapa con la síntesis de estos períodos y rangos.

[17] Existe una extensa clasificación y nomenclatura para las rocas sedimentarias. A lo largo de este trabajo hemos optado por utilizar la terminología anglosajona de *mudstone* y *sandstone* (Ver capítolo 5.2.3) para designar lutitas /argillitas y arenitas. En el caso de los limos calcáreos o limolitas, al tratarse mayormente de materiales no calcáreos, no ha sido necesaria la inclusión de este término.

De forma sintética, se pueden identificar unidades claramente diferenciadas, la Cordillera Litoral Catalana, con granitos y granodioritas, la depresión Vallès-Penedès, con materiales del Mioceno y del Oligoceno y la Cordillera Pre-litoral Catalana, con granitos, granodioritas y zonas triásicas.

3.2.2.1. El Vallès

El Vallès se encuentra en la depresión o fosa tectónica Media del Sistema Mediterráneo, limitado por fallas con geología similar pero dispares en edades, lo que ha dado como resultado una deposición sedimentaria continuada. La zona yace en la falla del Vallès-Penedès, en la que se yuxtaponen los estratos de granodioritas del Herciniano con los depósitos del Mioceno que rellenan la cuenca (Cantarero Abad, 2013). La falla de la Cordillera Pre-litoral data del Oligoceno hasta el Mioceno Superior, mientras que la falla de la Cordillera Litoral es básicamente sedimento del Burdigaliense (Rosell et al., 1973).

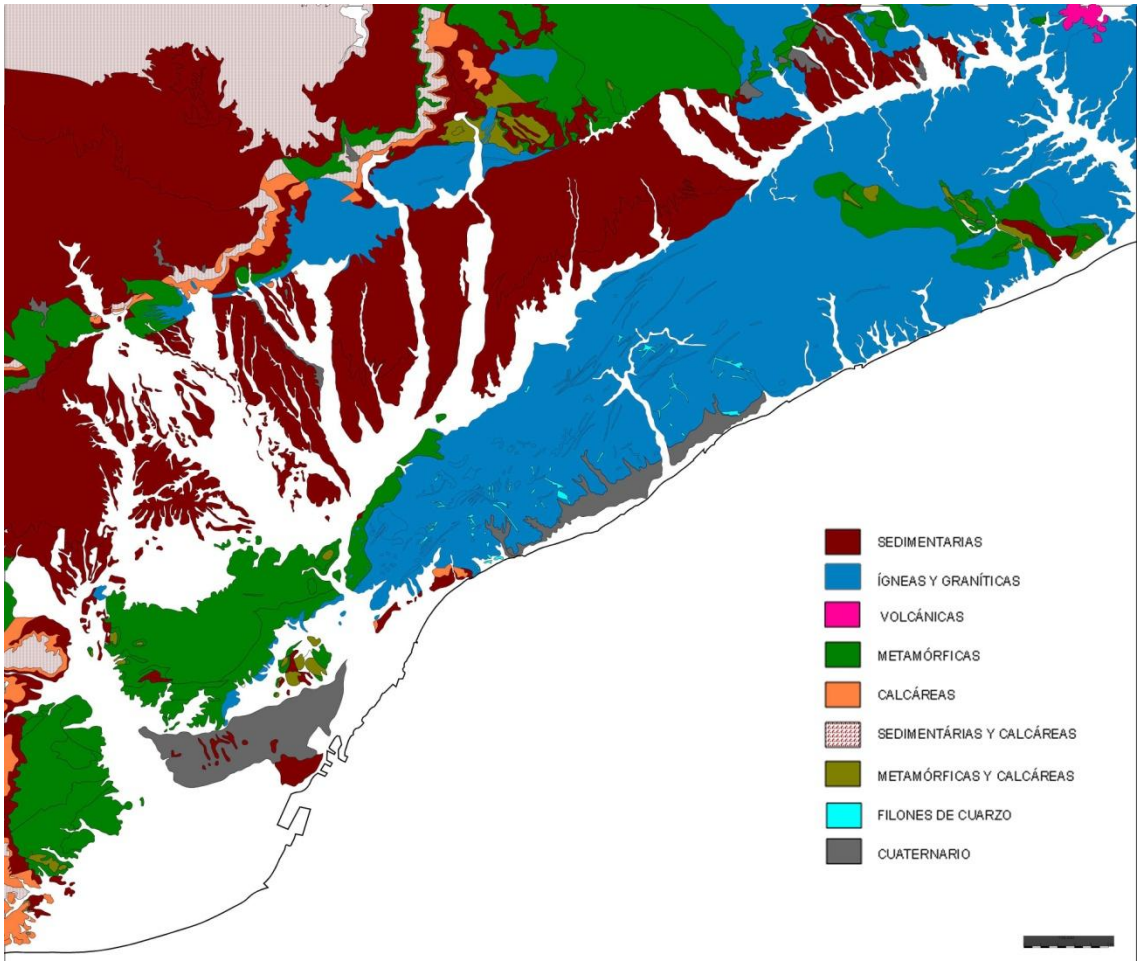


Fig. 4. Mapa geológico de la región con lasprincipales áreas petrográficas. Basado en Berastegui y Losantos, 2001, 2007, Cirés y Berastegui, 2011a, 2011b, ICGC, 2005a, 2005b, 2005c, 2006

Cantarero aporta para esta región una descripción de las rocas siguiendo la clasificación cronológica (Berastegui y Losantos, 2007, 2001; Cantarero Abad, 2013; Cirés y Berastegui, 2011a; ICGC, 2006, 2005a), que puede verse en los mapas geológicos de las figuras 4 y 5. Así, encontramos en primer lugar las rocas del Paleozoico, donde se identifican granodioritas del Herciniano y *shale* negro del Silúrico.

Las granodioritas del Herciniano en el Vallès se componen de cuarzo, feldespato potásico, mayormente ortoclasa, y biotita en proporciones menores, hasta el 5%. Referente al feldespato, se pueden identificar pertitas e inclusiones de plagioclasa, mientras que con las biotitas aparecen también epidotas. Estas granodioritas pueden aparecer alteradas, el feldespato potásico en caolinita, la plagioclasa en sericita y la biotita en clorita. Así mismo, en los límites de la falla del Vallès se puede identificar mica blanca y microlina, como resultado de formaciones posteriores.

El *shale* negro del Silúrico está formado por filosilicatos, cuarzo, calcita, feldespato potásico, plagioclasa, jarosita y hematitas. Dentro de los filosilicatos, predomina la illita y en menores proporciones la illita-esmectita y la clorita.

Las rocas del Ordovícico son las fillitas grises con foliación acusada y las grauvacas sub-angulares de cuarzo, cuarcita y feldespatos y en ocasiones con clorita, mica y óxidos.

Por otra parte, en la zona del Vallès Oriental, próximo a la cadena montañosa del Montseny, proliferan los calcoesquistos rojizos y calizas del Carbonífero, con liditas, pizarras y en un estrato superior, conglomerados heterométricos y grauvacas con moscovita y granito, dolomías y liditas (Valenciano y Sanz Fuentes, 1979).

Las rocas del Triásico son sobre todo *mudstone*s y *sandstones*. Las *mudstone*s están compuestas por arcillas, cuarzo, calcita, feldespato potásico y plagioclasa. Mineralógicamente son sobre todo illitas, esmectitas y cloritas. Las *sandstones* rojas son sobre todo cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, moscovita y biotita. Dentro de las rocas del Triásico también se deben mencionar las dolomías, con variedad de coloración dependiendo de su composición geoquímica y proceso de dolomización (Cantarero Abad, 2013).

Ya en el Cenozoico, durante el Oligoceno aparecen en la depresión del Vallès arenitas con cuarzo, feldespato potásico, rocas plutónicas y carbonáticas, calcitiarenitas con dorosparíticas y dolmicrícicas y calcitas tanto oncolíticas como esparíticas. Mineralógicamente se identifican illitas, cloritas, illitas, esmectitas y cloritas en las diagénesis superficiales (Parcerisa i Duocastella, 2002).

Respecto al Neógeno, durante el Mioceno, predominan los conglomerados fruto de los depósitos aluviales que alternan *sandstones* con arcillas. Los conglomerados contienen inclusiones angulares heterométricas de rocas paleozoicas, sobre todo fillitas, cuarcitas y matriz rojiza de limo o arena. La matriz contiene cuarzo, feldespato potásico, illita, clorita, caolinita, clorita, apatito y óxidos de hierro y de titanio (Cantarero Abad, 2013). Así mismo, también aparecen rocas metamórficas formadas por cuarzo y carbonatos, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y bioclastos, con mineralogía representada por illita, clorita y en menor medida, caolinita y esmectita en materiales detríticos. También se puede mencionar la presencia de minerales autigénicos como la calcita, el cuarzo, feldespato potásico, dióxido de hierro, arcillas, alunita y baritina (Parcerisa i Duocastella, 2002).

Para este período, además, Rosell distingue diferentes unidades petrográficas y sedimentológicas, hasta un total de cinco (Alonso et al., 1976; Peón et al., 1976; Rosell et al., 1973):

- Conglomerados Turolense-Vallesiense, compuestos mayoritariamente por conglomerados marronáceos de matriz arenosa y arcillosa, formados roca detrítica[18] y en menor cantidad, cuarzo, rocas porfídicas, *sandstones* y calizas.

- Arcillas y conglomerados del Vallesiense-Vindoboniense, formados por arcillas amarillentas con nódulos calcáreos y arenas. Se intercalan con conglomerados grises, cuarzo, rocas graníticas, cuarcita y *sandstones*, con diversa proporción de granito y de cuarcita. También en este conjunto se encuentran arcillas y *sandstones* arcósicos como resultado de la meteorización del granito, con alta presencia de cuarzos, biotita y feldespatos caolinizados.

- Nivel marino de Rubí, con *sandstones* de grano fino verdoso y matriz arcillosa con fósiles marinos, arcillas grises y un nivel más grueso de arenas y conglomerados.

- Nivel marino de Cerdanyola del Vallès, formado por un nivel balsal calcáreo de grano grueso y otro gris arcilloso con limos.

- Tramo arcilloso areniscoso conglomerático rojo, compuesto por arcillas y limos rojos con intercalación de sandstones finos y medios, conglomerados y cuarzo con arenas y arcillas rojas, y arcillas grises y rojas con *sandstones* y calizas.

[18] A pesar de que Rosell considera que se trata de pizarra, las posteriores publicaciones, entre las que se encuentran los mapas geológicos detallados de la región (ICGC, 2006, 2005a), no identifican a penas pizarras en la zona sino *shale* y rocas detríticas (sedimentarias) de grano fino tipo *mudstone*s, que por su aspecto, a simple vista podrían asemejarse a las pizarras.

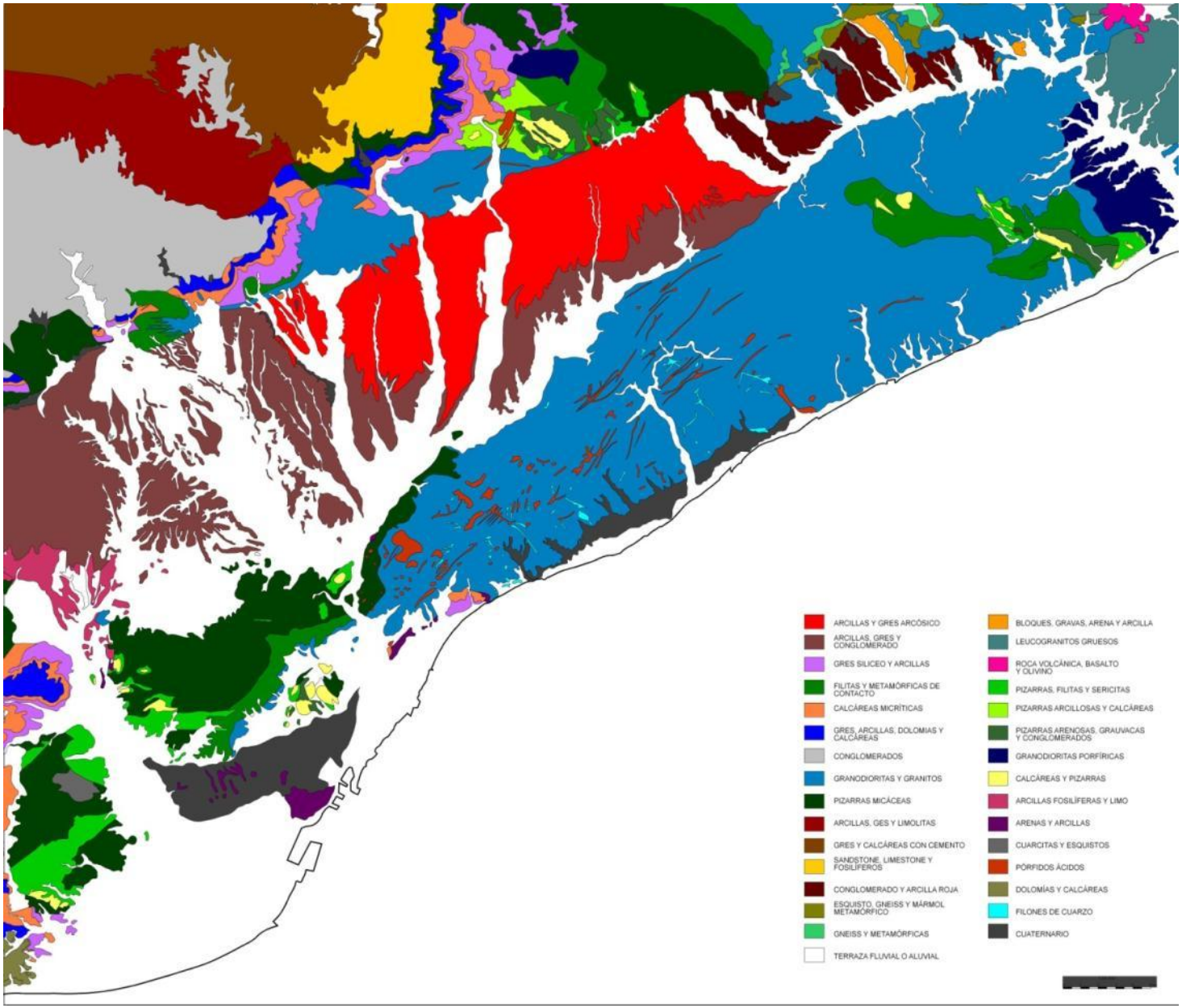


Fig. 5. Mapa geológico completo. Basado y modificado de Berastegui y Losantos, 2001, 2007, Cirés y Berastegui, 2011a, 2011b, ICGC, 2005a, 2005b, 2005c, 2006

3.2.2.2. El Maresme

El Maresme está situado sobre un batolito granodiorítico paleozoico cruzado por plutones[19] que crean metamorfismo de contacto, tal y como puede verse en el mapa geológico de las figuras 4 y 5.

Cronológicamente, durante el Paleozoico se formaron las pizarras satinadas, esquistos feldespáticos y gneises que pueden ser metagrauwackas o metaarcosas y durante el Triásico los pequeños afloramientos de conglomerados cuarzosos con matriz silícea, *sandstones* y limolitas rojas, calizas y dolomías. El batolito granitoide se formaría durante el Carbonífero, en el Paleozoico, por tanto posterior a los afloramientos metamórficos que lo cruzan y dando lugar así al metamorfismo de contacto (Alonso et al., 1976, 1976; Cirés y Berastegui, 2011b, 2011b; Enrique, 1990; ICGC, 2005b, 2005c).

La Cordillera Litoral Catalana, desde la sierra del Montnegre está formada casi exclusivamente por rocas graníticas hercinianas, con afloramientos de rocas metamórficas en las zonas de Caldetes y Mataró. Este metamorfismo aparece en forma de gneises y pizarras que se intercalan con los granitos y con grauvacas sedimentarias. En el caso de Mataró, los gneises aparecen con transformaciones que afectan a la biotita, transformándola en clorita y donde mineralógicamente predominan la albita y la moscovita. Respecto a las formaciones graníticas, abunda el cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita, con estructura granoblástica de grano fino, posiblemente fruto de un origen sedimentario (Carreras y Santanach, 1975).

En este conjunto formado por granitoides de la Cordillera Litoral presenta alteraciones en la geoquímica de la biotita. Contiene biotita alterada a vermiculita y esmectita, con frecuencia cloritizada. Esta alteración se refleja también geoquímicamente en un aumento de Fe y la progresiva sustitución de K por CaO en temperaturas a partir de los 300ºC (Blech et al., 2012; Solé i Benet, 1988; Solé et al., 1998). Esta alteración se hace extensiva a las fillitas, que también disminuyen su concentración de K, aumentando la de Fe y Mg (Blech et al., 2012). Un efecto similar se percibe también en la cercana región de Montjuïc, con alteraciones a vermiculita y caolinita junto con las granodioritas y las rocas metamórficas en forma de fillita y esquisto (Gómez-Gras et al., 2001).

[19] Se define plutón como una intrusión en la roca, en este caso el batolito, de una masa de magma solidificado y cristalizado procedente de profundidades superiores a la roca donde aflora.

El batolito granítico del Maresme consta principalmente de cuarzo, feldespato potásico, biotita y plagioclasa con zonación, minerales que aparecen con frecuencia alterados a clorita, en el caso de la biotita, pertita en el caso del feldespato potásico y sericita, en el caso de la plagioclasa. Se ha podido clasificar dependiendo de la presencia o ausencia de hornblenda (Enrique, 1978). Así, por una parte aparecen facies de granito con abundante hornblenda alargada de color verde oscuro y gran cantidad de biotita. Por otra parte, las facies con ausencia de hornblenda puede subclasificarse según el reemplazo de hornblenda por biotita, produciéndose así la ausencia de moscovita, y en rocas leucócratas con biotita en cantidades variables, abundante feldespato potásico y posibilidad de contener moscovita.

Siguiendo a Enrique (Alonso et al., 1976; Enrique, 1990, 1978; Solé et al., 1998), en estas facies se pueden distinguir cuatro tipo de rocas (Fig. 4, 5):

- Leucogranitos, principalmente biotitas y con menor frecuencia, algunas moscovitas. Contienen también feldespato potásico, con frecuentes pertitas, cuarzo y plagioclasa, alterada a sericita y sausurita. Como minerales accesorios aparecen circón, apatito, epidota y limonita.

- Granodioritas, con abundante biotita, plagioclasa que puede aparecen con zonación, feldespato potásico y cuarzo irregular. Puede aparecer microlina y clorita y con frecuencia la plagioclasa está alterada a sericita.

- Tonalitas biotíticas, con hornblenda verde oscura y mucha biotita.

3.3. Los emplazamientos tardoantiguos en la actual Cataluña

Los materiales cerámicos tardoantiguos se encuentran en diferentes tipos de yacimientos, clasificables a grandes rasgos entre los que tienen continuidad cronológica con respecto a períodos históricos precedentes y los que se crean de nueva planta.

Por una parte, los núcleos que presentan una continuidad cronológica se pueden dividir en ciudades y núcleos grandes como *Barcino*, *Tarraco* o *Iluro* y los asentamientos rurales que tienen una continuidad en el tiempo, frecuentemente generados a partir de las enclaves romanos, como Darró (Vilanova y La Geltrú) o L'Aiguacuit (Terrasa), entre muchos otros, o bien con precedentes prerromanos, como Can Roqueta o Can Gambús (Sabadell), que pueden tener ocupación ya desde la época neolítica. Por otro lado se han documentado una serie de núcleos en lugares sin ocupación anterior que se pueden fechar en el siglo VI como pueden ser Els Mallols

(Cerdanyola del Vallés) o La Solana (Cubelles) y en menor cantidad y en lugares de altura, del siglo VII, como yacimientos de la Sierra del Montsec y los Pirineos. Cabe mencionar también una serie de asentamientos ubicados alrededor de centros de culto paleocristiano que también registran niveles tardoantiguos a partir de los siglo IV-V.

La ocupación rural varía a partir del siglo VI y se configura en una red de asentamientos desiguales que se desarrollan a lo largo de los dos siglos siguientes, como sustitución de las antiguas villas romanas que empiezan a desaparecer a finales del siglo IV y a lo largo del siglo V. Se trata de pequeños poblados o granjas grandes, llamados *vicus*, cuya estructura presenta paralelismos con los asentamientos visigodos que surgen por toda Europa (Roig Buxó, 2009), pero también pueden ser fruto de las transformaciones internas de la propia sociedad hispano-romana.

3.3.1. Las ciudades

3.3.1.1. *Tarraco*

La ciudad de *Tarraco* se sitúa en la costa mediterránea de la península ibérica, en una elevación costera que en la parte más alta, la septentrional, llega a un máximo de 80 msnm, desde donde va descendiendo suavemente en dirección sur-oeste hacia el rio Francolí, antiguo rio *Tulcis*, el cual desemboca cerca del lugar donde se encontraba el antiguo puerto romano (Alföldy, 1991; Macías Solé, 2004; Macías Solé y Remolà Vallverdú, 2006). La ciudad, y especialmente el puerto, no se podían abastecer solo con el agua de este río debido a su caudal inestable e irregular. Además de este recurso, también se utilizaron las aguas subterráneas, explotadas con diferentes fuentes públicas (Burés Vilaseca et al., 1998; García Noguera y Macías Solé, 2002; Remolà Vallverdú y Ruiz de Arbulo, 2002).

La primera ocupación de este lugar geográfico que luego será *Tarraco* empieza en el 218 a. C., durante la II Guerra Púnica, con la instauración de un campamento militar que más tarde se convertirá en colonia con el nombre de *Colinia Iulia Urbs Triumphalis Tarraco*. A partir del siglo II a.C., la colonia se va desarrollando urbanísticamente y en todos los aspectos propios de una ciudad de forma que en 27 a. C. se convierte en la capital de la provincia de *Hispania Citerior* y después de las reformas de Diocleciano a finales del siglo III, en la capital de la provincia *Tarraco*nensis.

La primera gran remodelación de *Tarraco* se produjo bajo el reinado de Augusto, seguida de la transformación de la zona portuaria y de los espacios públicos de la parte alta de la ciudad en la segunda mitad del siglo I d.C., monumentalizada esta última en la época Flavia, es decir, c. 70 d.C. (López Vilar, 2006; Macías Solé, 2004; Macías Solé et al., 2007; Macías Solé y Remolà Vallverdú, 2010, 2006, 2005a).

Esta remodelación de los espacios públicos de la parte alta se hace a partir de tres terrazas (Fig. 6), una para cada uno de los nuevos espacios que eran: el circo en la terraza inferior, una gran plaza de representaciones porticadas en el medio y un recinto de culto del concilio provincial de la provincia en el espacio superior (Jiménez Salvador, 1998; Pociña López y Remolà Vallverdú, 2000; TED'A, 1989a). Finalmente, cabe mencionar la edificación en la primera mitad del siglo II del anfiteatro en el suburbio sudoriental, por tanto fuera del espacio amurallado de la ciudad.

Como es propio en todos los núcleos poblacionales, en el siglo III empieza el proceso de recesión urbano que llega a su punto culminante en el siglo siguiente al dejar de utilizar los espacios públicos y los servicios, especialmente los relativos al suministro y recogida de agua por falta de mantenimiento. Este proceso se puede ver en las evidencias arqueológicas (Fig. 6) tanto en la parte alta y sector intramuros de la ciudad como en la periferia, donde se incluiría el puerto (Menchon Bes et al., 1994). El sector intramuros de la ciudad pasa por un momento de estancamiento constructivo y abandono de espacios públicos como el foro.

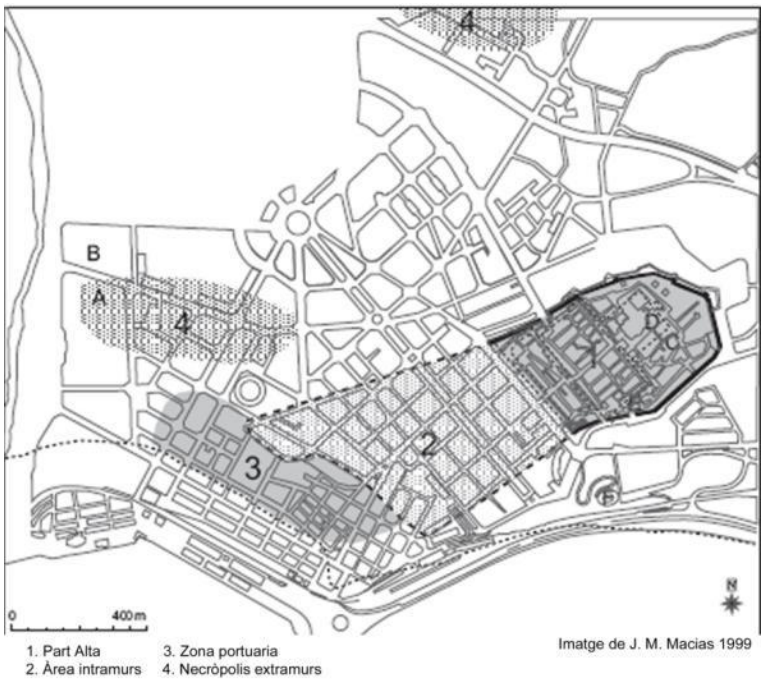


Fig. 6. Plano de Tarraco en la Antigüedad Tardía con las cuatro áreas diferenciadas

La falta de evidencias arquitectónicas nuevas durante el siglo IV juntamente con el abandono de estos espacios públicos lleva a pensar en la dispersión de la población y en un carácter más agrícola.

Por el contrario, los espacios públicos de la parte alta de la ciudad parecen seguir en uso hasta la reordenación urbanística del siglos IV-V, momento en que las nuevas necesidades funcionales de la ciudad hacen que se produzcan profundos cambios en estas estructuras (Gebellí y Piñol, 1997).

Se pueden citar, como por ejemplo la ocupación de los arcos del circo por casas, el criptopórtico de la plaza por silos y pozos o la utilización del muro de cierre oriental del recinto de culto para abrir una calle y generar como consecuencia secundaria, vertederos con gran cantidad de material cerámico (Macías Solé, 2004; Macías Solé y Remolà Vallverdú, 2006, 2005a; Piñol Masgoret, 2000).

En la zona del foro, sobre todo en la plaza del Consejo Provincial de Hispania Citerior, es donde se han encontrado las principales evidencias de estas remodelaciones y abandonos de los espacios públicos. En esta zona, se pueden citar las excavaciones de la calle Fortuny 12 (Adserias i Sans et al., 1997), donde aparecen viviendas con continuidad hasta la Antigüedad Tardía. En la calle Gasòmetre 32 (Adserias i Sans et al., 1997), apareció la colmatación del siglo IV de estructuras relacionadas con la actividad artesanal y un colector de aguas. Se pueden citar también los estratos de abandono del siglo V del Pla Rovellat (Aquilué Abadías, 1993; Días García y Macías Solé, 2000); el silo del siglos V-VI de Santes Creus (TED'A, 1989b); espacios domésticos en la calle Mercería (datados entre el IV-V) con perduración hasta el VII (Macías Solé y Díaz, 1999); los restos de los siglos V-VI calle Puig de en Sitges 8, 10, 12 (Folguet i Coll, 1989) situados entre la muralla y el foro; el vertedero de la Plaza dels Àngels (Pociña López y Remolà Vallverdú, 2000), del siglo V con reaprovechamiento y abandono total VI-VII. En el Col·legi d'Arquitectes (Aquilué Abadías, 1993; TED'A, 1989a) se puede ver el cierre de los espacios públicos en el siglo V y su reutilización como vivienda en el siglo VI. Se ve también en la calle Civaderia (Aquilué Abadías, 1993; TED'A, 1989a) y en la Plaza Sant Miquel (Días García et al., 2000; Macías Solé y Díaz, 1999), con habitaciones del siglo VII o a la Plaza Pallol (Aquilué Abadías, 1993; Berges, 1974), con abandono en el siglo VII. También en la Plaza del Foro (Pociña López y Remolà Vallverdú, 2000) se encuentra un depósito del siglo V-VI, con estructuras domésticas del VI-VII, abandonadas al VIII (Aquilué Abadías, 1993; Macías Solé y Díaz, 1999) y la zona de la Antiga Audiència (Dupré y Carreté, 1993). Finalmente, el vertedero de Vila-Roma, uno de los conjuntos cerámicos más importantes de la ciudad que plasma la pérdida de los espacios público para dar lugar a viviendas del siglo VI con cerámicas de datación hasta el siglo VII (Cau Ontiveros, 1999; Macías Solé, 1999; TED'A, 1989a).

El suburbio además de incluir el puerto también contiene las zonas agrícolas, pesqueras y comerciales principales de la ciudad hasta el río Francolí. Se trata de una zona que también se ve afectada por las transformaciones urbanísticas a partir de finales del siglo IV y durante todo el siglo V, motivadas sobre todo por la nueva red viaria y la creación de un barrio residencial, donde hay viviendas que perduran hasta entrado el siglo VII (Macías Solé y Remolà Vallverdú, 2000; Menchon Bes, 1994, 1990; Pociña López y Remolà Vallverdú, 2001). Por otro lado, en este siglo se abandonan las termas públicas, construidas en el siglo III, y en su lugar se instalan viviendas de pequeñas dimensiones (Días García et al., 2000; Macías Solé, 2004).

En el caso de *Tarraco* además se deja de utilizar el extremo occidental del puerto, documentado por un estrato de incendio y caída de los almacenes y de las residencias de esta zona, que no se vuelven a reconstruir ni a reutilizar sus materiales o espacios. Algunos autores relacionan esta fase de destrucción y abandono con las incursiones francas del 259-264 dC (Adserias i Sans et al., 1997; Alföldy, 1991; López Vilar, 2006; Macías Solé y Remolà Vallverdú, 2010, 2005b, 2005a; Pociña López y Remolà Vallverdú, 2001) a pesar de que en la parte oriental del mismo puerto sí que se documenta la construcción de otros edificios, concretamente de las termas públicas.

Ejemplos arqueológicos de este proceso en zona portuaria y extramuros serían la colmatación del siglo VI y posterior reutilización de estructuras portuarias (Fig. 6) en la calle Apodaca 7 (Adserias i Sans et al., 1997; Macías Solé et al., 1997); reaprovechamiento de las termas suburbanas como viviendas en el siglo V-VI de la calle Sant Miquel; la reutilización de la zona del anfiteatro en relación a un templo visigodo en el siglo V-VI (TED'A, 1990). En la zona extramuros se instalan también las necrópolis (Fig. 6), destacando la de Sant Fructuós o del Francolí, por su envergadura e importancia (López Vilar, 2006) Se trata de un un conjunto paleocristiano del siglo IV, con un depósito del IV-V. A pesar de esto, no es el único punto con enterramientos tardíos de *Tarraco,* ya que el rito de inhumación paleocristiano hace que proliferen los espacios de enterramientos por todo el suburbium extramuros, como los restos hallados en Prat de la Riba y MasRibmau, del siglo V (Bea Escoda y Vilaseca, 2000; Bosch Puche, 2002).

En las proximidades de esta necrópolis proliferan las zonas con evidencias, como por ejemplo PERI 2, entre puerto y necrópolis, con ocupación hasta el VIII y que supone la transformación de una área de actividad económica en zona de vivienda con el derribo de edificios públicos hacia el siglo VI (Adserias i Sans et al., 2000b; Macías Solé y Remolà Vallverdú, 2000; Remolà Vallverdú y Pociña López, 2004a, 2004b), o bien la

calle Sant Auguri 9, con el abandono y colmatación de un mausoleo en el siglo VI-VII (Adserias i Sans et al., 2000a).

En el 476, *Tarraco* se configura como el centro político de la última provincia hispánica hasta su incorporación al *Regnum Visigothorum*. A partir de este momento, la ciudad continúa ejerciendo un importante papel, ya no político sino religioso con su instauración como sede episcopal, papel que ya había empezado en el siglo III y durante todo el Bajo Imperio (Alföldy, 1991).

Así se puede asociar a esta importancia religiosa y al creciente proceso de cristianización de la ciudad, la creación de diferentes espacios paleocristianos, entre los que destaca por su relevancia el conjunto de necrópolis y templo de la zona cercana al río Francolí, así como la basílica del siglo VI construida en el interior del anfiteatro ya en desuso, sobre la arena, o el complejo episcopal en lo alto de la ciudad donde además se ubica la administración tanto civil como religiosa (Macías Solé y Remolà Vallverdú, 2006, 2005b, 2005a).

El proceso de cristianización empieza con el edicto de Teodosio en el siglo IV en el que se instaura el cristianismo como religión oficial y se autoriza el derribo de los templos paganos antiguos (Arce, 1982), pero en el caso de esta urbe, no se documenta este proceso hasta el segundo cuarto del siglo V, momento en que se empiezan a expoliar las estructuras altoimperiales con la consecuente formación de vertederos en su lugar.

Por otro lado, a pesar de iniciarse el desmonte de estas estructuras públicas, no es hasta finales del siglo V y la primera mitad del siglo VI cuando se dan los cambios urbanísticos en muchas de las ciudades nordeste peninsular, entre las que se incluye *Tarraco*. Este proceso se vincula a la monumentalització de las sedes episcopales, que para esta ciudad se conoce gracias a la referencia que se hace en el Oracional de Venecia del 710. A pesar de que todavía no se han podido identificar los restos mencionados en el documento, hay autores que piensan que se podrían encontrar entre el claustro de la catedral y el Colegio de Arquitectos (Bosch Puche et al., 2005; Godoy Fernández y Gros i Pujol, 1994). Por otro lado, todas estas transformaciones se asocian necesariamente a la implantación del *episcopium* visigodo (Macias et. al. 2008).

Desde mediados del siglo VIII las evidencias arqueológicas dicen poco de lo que pasa en *Tarraco*, por lo que se tiene que recurrir a las fuentes escritas. Según estas, la ciudad permanece como sede metropolitana hasta la ocupación musulmana en el 713, momento en que con los nuevos ocupantes, desaparecen las instituciones políticas,

administrativas y religiosas visigóticas (Macías Solé, 2003; Macías Solé et al., 2008; Remolà Vallverdú, 1998).

3.3.1.2. *Barcino*

La ciudad de *Barcino* (Fig. 7) se sitúa sobre la elevación del *Mons Taber*, entre dos rieras que actualmente son Las Ramblas y la Vía Laietana. La fundación de la ciudad de nueva planta puede fecharse en época de Augusto y consta de un recinto amurallado con un templo. Esta muralla altoimperial se sustituye durante el Bajo Imperio, en un momento incierto del siglo IV, probablemente durante la primera mitad de esta centuria (Granados i García, 1997; Hernández- Gasch, 2006) o bien durante la primera mitad del V (Járrega Domínguez, 2005b, 1991).

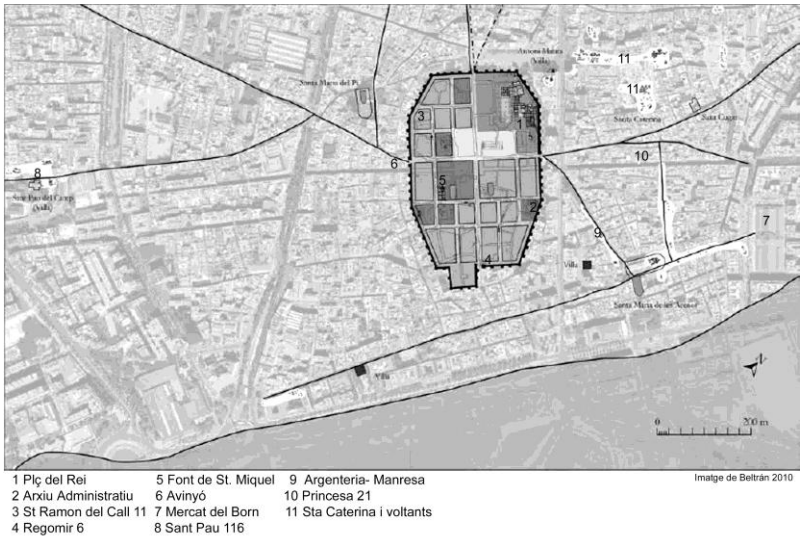


Fig. 7. Plano de Barcino con los principales yacimientos tardoantiuos intra y extra muros

Durante la Antigüedad Tardía, esta ciudad es de gran importancia por su funcionalidad como centro político pero también como sede episcopal ya desde el siglo IV. Su relevancia política se puede ver en el hecho de que se instala el usurpador Máximo durante los primeros años del siglo V, con la presencia de monedas de plata y de bronce de los años 409-411 como prueba de ello. Pocos años después, llega el rey visigodo Ataulfo que la convierte en sede regia al ubicar la corte, que continuará con su sucesor, el rey Valía hasta que se traslada a Toulouse. Durante el siglo VI, *Barcino* vuelve a ser sede regia entre los años 507 y 549 (Beltrán de Heredia, 2008a; Gurt Esparraguera y Godoy Fernández, 2000, 2000; Ripoll López, 2001).

Como sede episcopal la ciudad consta de un complejo episcopal debajo de la actual Plaça del Rei, que es remodelado entre finales del siglo VI y principios del VII, probablemente con motivo de la celebración de los concilios de los años 540 y 599. Así, durante los siglos de época visigoda, la ciudad de *Barcino*, que recibe ahora el nombre

de *Barcinona*, pasa a ser el centro político, económico y religioso del nordeste peninsular, desplazando a *Tarraco* en este papel capital y controlando los otros centros religiosos cercanos cómo son *Egara*, *Emporiae* y *Gerunda*, tal y cómo se puede ver en el documento del 592 *De Fisco Barcinonensis* (Bonnet y Beltrán de Heredia, 2005).

Las primeras intervenciones arqueológicas se llevaron a cabo entre los años 1930 y 1960 en la zona que actualmente ocupa el subsuelo del Museu d'Història de la Ciutat, es decir, la Plaça del Rei con la calle Tinell y la Plaza de Sant Iu con la calle Comtes de Barcelona. Estas excavaciones documentaron algunas estructuras del conjunto episcopal, más concretamente un edificio de tres naves que se identificó como basílica paleocristiana del siglo V pero que los estudios más recientes atribuyen en el aula de recepción del obispo que estaría aneja a la basílica principal de la ciudad, actualmente sin excavar, si bien por el momento se trata de una hipótesis (Beltrán de Heredia, 2001; Bonnet y Beltrán de Heredia, 2005; Oriol Granados, 1995; VVAA, 2001). Estas excavaciones tempranas aportan mucha cantidad de material a pesar de que no se utilizaba una metodología cuidadosa por lo que no hay registro sobre los contextos estratigráficos en que se encontraron. Aún así, existen algunos estudios sobre estos materiales (Járrega Domínguez, 1986) sobre la vajilla, sobre las ánforas (Keay, 1984)(Járrega Domínguez, 2005a; Keay, 1984). Así, faltan estudios profundos sobre los materiales comunes y de cocina que afectan a este trabajo, con algunas aportaciones arqueométricas (Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 2006), pero sin estudios de materiales a excepción de las contribuciones de Beltrán de Heredia (Beltrán de Heredia, 2005a, 2005b).

A partir de los años 80 y debido a la desmesurada construcción en la ciudad se llevan a cabo muchas intervenciones arqueológicas preventivas y de urgencia. Estas excavaciones aportan nuevas informaciones que amplían el conocimiento de la ciudad tardía. Además, a partir de 1995, el Museu d'Història de la Ciutat lleva a cabo un proyecto sobre *Barcino* tardoantigua que en primer lugar se centró en el conjunto episcopal y en la evolución de la topografía cristiana de la parte nordeste de la ciudad (Beltrán de Heredia, 2010).

Así, se continúa excavando el conjunto de la Plaça del Rei y se revisan las intervenciones en este yacimiento de los años 30 y 60, de forma que se resolvió la existencia del complejo episcopal de finales del siglo IV y principios del V, con remodelaciones posteriores del VI-VII (Beltrán de Heredia, 2005a, 2005b, 2001; Bonnet y Beltrán de Heredia, 2000a; Járrega Domínguez, 2005a). Consta de una basílica

cruciforme, que no se ha podido excavar por su ubicación bajo la actual catedral, con baptisterio conocido por las excavaciones antiguas pero de difícil datación, un palacio episcopal y una aula episcopal anexa a la basílica. Se cree que el primer baptisterio es del siglo IV y que fue construido gracias al evergetismo (Beltrán de Heredia, 2010).

A finales del siglo VI y principios del VII, se realizan profundas reformas en este complejo que afectan a la basílica y al palacio, puesto que se construye una nueva iglesia con planta de cruz y un nuevo palacio episcopal (Beltrán de Heredia, 2010, 2008b, 2001; Beltrán de Heredia y Nicolau Martí, 2000; Bonnet y Beltrán de Heredia, 2005, 2000b, 1999; Járrega Domínguez, 2005a). Así mismo, en la zona del *intervallum*, al este del pórtico de la muralla, se puede identificar una necrópolis, fruto de las remodelaciones de desmonte de la escalera de la muralla y su ocupación por una guardia y fosas reutilizadas como vertederos, elevándose las cotas del nivel de circulación (Beltrán de Heredia, 2005a; Carreras Montfort, 1998).

Además de este conjunto episcopal, la ciudad de *Barcino* se encuentra repleta de edificios de culto cristiano como son las iglesias de Sant Miquel, edificada sobre las antiguas termas públicas imperiales y la de Sant Just i Pastor (Beltrán de Heredia, 2010; Salazar Ortiz, 2006). También se pueden observar evidencias arqueológicas de la remodelación urbanística y de edificios públicos y privados. En este sentido, se puede citar el Archivo Administrativo, donde se ve la remodelación de una casa en el siglo IV-V, aprovechando los pavimentos y muros de la muralla (Calpena Marcos y Arias del Real, 2008; Cortés, 2011), la inutilización de las termas a mediados del siglo VI-VII, y la amortización de los baños y reducción de la vivienda en el siglo VIII (García Biosca et al., 2003; Revilla Cubero, 1995). Así mismo, en la calle Font de Sant Miquel, se abandona una zona industrial en el VI-VII, para hacer silos visigóticos (Albiol López, 1997). Otro ejemplo es la muralla de la calle Arc de Sant Ramon del Call 11Bis, que se remodela en el siglo IV, con la pérdida de funcionalidad de una de las torres (Busquets Costa, 2000). También en el siglo IV se abandona el *castellum* de la calle Regomir 6 (Hernández- Gasch, 2006).

En los últimos años, el Museu d'Història de la Ciutat, dentro del mismo proyecto de estudio de *Barcino* tardoantigua, se ha centrado en las necrópolis tardías intramuros (Fig. 7), vinculadas en las iglesias, a sectores del grupo episcopal y en el interior de la ciudad y del suburbio de la ciudad (Beltrán de Heredia, 2010; Ripoll López, 2001). Estas necrópolis son normalmente inhumaciones en ánfora o en menor medida en sarcófago, de los siglos VI-VII. Las inhumaciones intramuros son las

privilegiadas por dos motivos, por un lado se encuentran cercanas a los templos y lugares de culto sagrado y por otra se sitúan dentro de la ciudad cuando la normativa del momento especificaba la obligatoriedad de los entierros fuera de los límites de las ciudades (Beltrán de Heredia, 2008b). Por otro lado, las necrópolis extramuros se identifican con los suburbios de la ciudad, destacando los casos de Santa Maria del Mar, la avenida Francesc Cambó y el Mercado de Santa Catalina, ambos parte de la misma necrópolis y de excavación reciente(Aguelo Mas et al., 2005a, 2005b; Beltrán de Heredia, 2010; Granados i García, 1984).

En el suburbio oriental se encuentra la villa de Antoni Maura relacionada con la zona funeraria de la avenida Francesc Cambó, mientras que en el suburbio occidental, aún poco conocido, se pueden citar Sant Pau del Camp y Santa Maria del Pi, además de algunas villas sin estudiar. También se inician estudios de esta parte de la ciudad sobre los espacios no relacionados con la religión, como son las vías de acceso a la ciudad, su amortización y los espacios agrícolas adyacentes (Busquets Costa et al., 2009).

Las evidencias arqueológicas de estos *suburbium* y en especial, las necrópolis son numerosas (Fig. 7). Destaca la necrópolis tardía del Mercado del Borne y alrededores, de los siglos IV-V que va desde Santa Maria del Mar al Mercado del Borne (Calpena Marcos, 2001). En cuanto a las transformaciones de los espacios en nuevos usos, a menudo en viviendas, y abandono de estructuras públicas se pueden citar las Vías de acceso Oeste, inmediatas a las murallas occidentales, con restos de un edificio expoliado en el siglo IV-V y nivel de desuso del siglo VI (Busquets Costa et al., 2009); el abandono de una vivienda en la calle Avinyó, en el siglo IV con fase de destrucción en el siglo V (Belmonte Santiesteban, 2008; Vilardell Fernández, 2009); el hogar con piedras y villa reocupada al IV-VI de la calle Argenteria y Manresa (Miró Alaix, 1997); en la calle Sant Pau 116 se encuentran villas alto-imperiales remodeladas, como por ejemplo Can Cortada y el estadio de Montjuïc, abandonadas en el siglo VI y Nostra Senyora del Port y la plaza de Antoni Maura, con abandono del siglo IV, (Artigues Conesa, 2001). Por otro lado, en las calles Princesa 21 y Boquer 8-12 pervive un centro de producción con actividades agrícolas y productivas en los siglos VI-VII (Casas Blasi, 2006; Casas Blasi y Martínez Ferreras, 2006). La alfarería de Santa Catalina y cercanías (Aguelo Mas et al., 2005a, 2005b) se abandona en el siglo IV, pasando a ser un espacio de entierro y de villas suburbanas tardías como por ejemplo las *domus* de Sant Miquel, Bisbe Caçador, Sant Honorat y la de la plaza Víctor Balaguer, mientras que la villa de Sant Pau del Camp con reformas del siglo V y la de Antoni Maura, poco conocida por

su mal estado de conservación que tenía un espacio de producción, zona de hábitat y espacio funerario (Beltrán de Heredia, 2010).

3.3.1.3. Otros contextos urbanos: *Baetulo* y *Egara*

Barcino no es el único núcleo urbano de esta región sino que durante la Antigüedad ya existieron otros centros urbanos en sus proximidades como son *Baetulo*, *Iluro* y *Egara*.

-Baetulo

La ciudad de *Baetulo* se encuentra bajo el actual casco histórico de Badalona, por lo tanto muy cercano a *Barcino*. Las excavaciones e investigaciones sobre el pasado de la ciudad se centran sobre todo en el periodo altoimperial, momento de su máximo esplendor. Hasta 1985, las intervenciones se centraban en el estudio de estos siglos áureos, pero a partir de esta fecha una serie de excavaciones permitieron ampliar la documentación sobre las fases tardías de la ciudad entre los siglos IV-VI, con el hallazgo y estudio de tres contextos, dos hallados en los suburbios y uno intramuros de la ciudad, en los que se encontró una gran cantidad de material cerámico (Comas Solà y Padrós Martí, 1997, 1995).

El contexto intramuros se encuentra en la plaza Font i Cussó, muy cercano al foro romano, y corresponde a estratos de relleno constructivo y nivelación del terreno (Comas Solà y Padrós Martí, 1997). Los dos contextos extramuros se encuentran en la parte norte del centro urbano. El primero y se identifica como estratos de nivelación; mientras que el segundo, situado en la parte baja más cercana a la costa, es un vertedero (Antequera et al., 2010; Comas Solà y Padrós Martí, 1995). Así mismo, en 1996, se ampliaron estos contextos añadiendo la excavación de Can Peixau en la calle Baldomer Solà donde se encontró una necrópolis alto-imperial con continuación durante los siglos tardíos con inhumaciones fechadas hasta el siglo V-VI (Padrós Martí et al., 2004).

-Egara

El conjunto episcopal de la Seu d'Egara, en la actual Terrassa, está formado por tres edificios en buen estado de conservación incluso en su alzado, así como otras

estructuras anejas de cronologías diversas. En el siglo XIX, se llevan a cabo las primeras intervenciones arqueológicas que ponen al descubierto diferentes partes del conjunto. En 1995 se inician las excavaciones arqueológicas que tendrán su principal actividad a partir del año 2000. Se trata principalmente de excavaciones preventivas en las obras de particulares en las cercanías del complejo (Garcia Llinares et al., 2009).

El conjunto de la Seu d'Égara es el resultado de varias fases de ocupación desde época prehistórica, como se puede ver en los restos de silos ibéricos o de un atrio con *impluvium* pertenecientes a una *domus* romana.

El complejo está formado por tres recintos sacros datados en su conjunto entre los siglos IV y VI. El primer recinto es la iglesia de Santa María, muy remodelado a lo largo de estos siglos e incluso con modificaciones medievales. Esta basílica constaba de un baptisterio que cambia de ubicación y tanto en el interior como el exterior se encuentran inhumaciones. Al lado se edificó Sant Miquel, una construcción de menor tamaño, de funcionalidad dudosa. Sant Pere es el templo que todavía está actualmente en uso. Finalmente, cabe destacar las numerosas inhumaciones que hay en el complejo, especialmente en el exterior de los edificios y cercanos a ellos, pero también dentro de Santa Maria y Sant Miquel (Garcia Llinares et al., 2009; Roig Buxó, 2010).

3.3.1.4. *Gerunda*

La ciudad de *Gerunda* (Fig. 8), la actual Girona, se fundó en el siglo I a.C. durante las guerras sertorianas, como enclave fortificado sobre la que tendría que ser la Vía Augusta, lo que convirtió el emplazamiento en una ciudad importante dentro de la red de comunicaciones de entrada a Hispania. La fundación se hizo sobre una zona

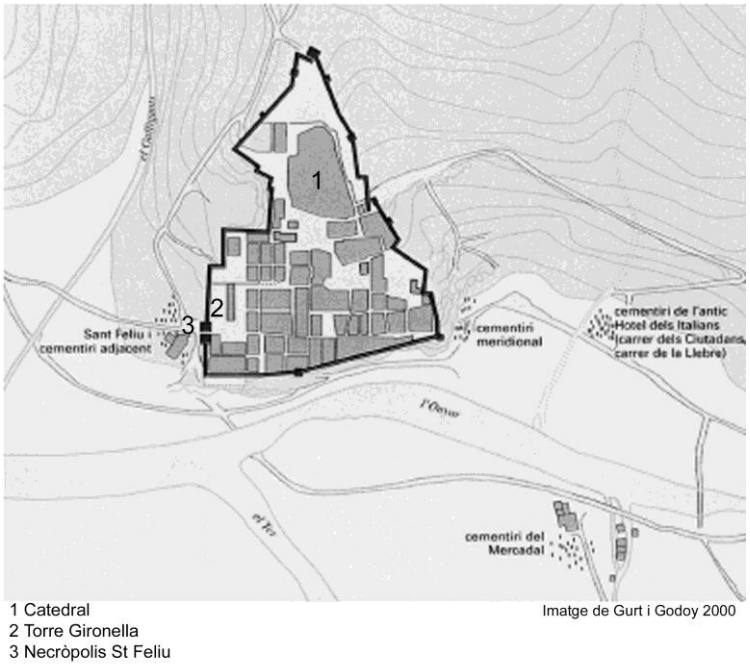


Fig. 8. Plano de Gerunda

de grandes desniveles, por lo que es fácilmente defendible.

El martirio de Félix a principios del siglo IV hace que pronto haya una comunidad cristiana en la ciudad. En el siglo siguiente, Girona ya era sede episcopal a pesar de que no hay constancia de la presencia de sus obispos en los concilios hasta el siglo VI (Agustí et al., 2000; Nolla Brufau, 2007a, 2007b).

La ciudad está amurallada desde época fundacional pero esta estructura se remodeló en los siglos III-IV. La muralla se forra y dota de torres tanto semicirculares como cuadradas. Además, según las hipótesis formuladas a partir de las prospecciones geofísicas, los núcleos de vida urbana se redistribuyen ubicando el *martyrium* extramuros, junto a la puerta norte y encima de una necrópolis pagana del siglo I d. C., y el conjunto episcopal se sitúa en el emplazamiento de la actual catedral, por lo tanto, junto al *martyrium* y separado de este por la muralla (Fig. 8).

Se conoce la presencia del *martyrium* ya en el siglo V cuando Recaredo entrega una corona votiva con motivo de la victoria en Narbona.

La ciudad aglutinó a los cristianos de los alrededores y llegó a configurar un ager a su alrededor con asentamientos rurales y villas romanas cristianizadas, entre las que destaca la villa urbana de Bell-Lloch o de Can Pau Birol, con un mosaico con escenas de circo que data del siglo IV.

Las evidencias arqueológicas de las transformaciones tardías en *Gerunda* no son demasiadas pero se pueden citar algunos conjuntos importantes. Los trabajos en la catedral y su claustro han sacado a la luz algunos estratos y piezas tardías (Nolla Brufau, 1980). También la Torre Gironella, que formaba parte de la fortificación, tiene remodelaciones bajo-imperiales (Nolla Brufau et al., 1989). Finalmente, la necrópolis de Sant Feliu, en la Vía Augusta, se encuentra la basílica más antigua de *Gerunda*, de los siglos IV-V convertida en *martyrium* con necrópolis privilegiada en los siglos VI-VII (Nolla Brufau y Sureda, 1999).

3.3.1.5. Sant Martí d'Empúries

San Martí d'Empúries es el núcleo urbano actual donde se situó la *Palaia Polis* de Emporion, único punto con ocupación urbana continuada desde los orígenes de la ciudad hasta la actualidad. La *Palaia Polis* fue el primer asentamiento fundado en este punto geográfico. Al poco se erigió la *Neàpolis* en las proximidades del anterior pero en una ubicación más favorable y posteriormente la ciudad romana se situó en las

proximidades de la *Neàpolis*, a pocos metros hacia el interior pero aún así muy cerca de la costa.

El declive y el abandono de Ampúrias empieza ya en el siglo I d. C. y se intensifica a partir del siglo III hasta que se abandonan la ciudad romana y la *Neàpolis* por completo. El núcleo de población se reduce durante la Antigüedad Tardía sólo a la *Palaia Polis*, es decir, a Sant Martí (Aquilué Abadías, 1999). El asentamiento pasa a ser sede episcopal y a modificar su urbanismo para adaptarse a la nueva realidad (Almagro y Palol, 1962; Aquilué Abadías, 2008, 1999; Aquilué Abadías et al., 2008; Nolla Brufau, 1993).

Debido a la importancia de este yacimiento, no resulta sorprendente su conocimiento desde la época Moderna y la consideración de su importancia histórica y arqueológica ya desde los siglos XVII-XVIII. A partir de 1907, se inician las excavaciones, empezando por la *Neàpolis* y la ciudad romana. En cuanto a la *Palaia Polis* no es hasta 1991 cuando se empieza a estudiar debido a que queda fuera del recinto arqueológico y que se encuentra bajo el casco urbano actual, por lo que se tiene que esperar a los proyectos de remodelación urbanística para poder excavar y estudiar esta parte de Empúries (Aquilué Abadías, 1999).

La información referente a los siglos IV-V es muy escasa debido a la ausencia de hallazgos arquitectónicos y a que la cerámica de esta cronología suele aparecer descontextualitzada (Aquilué Abadías y Burés Vilaseca, 1999; Aquilué Abadías y Nolla Brufau, 2006). La documentación escrita afirma que en el 516 el obispo de la ciudad participa en el concilio episcopal de Tarragona, lo que demuestra que la ciudad ya es sede episcopal, consideración que probablemente se puede trasladar a la centuria previa (Agustí et al., 2000; Aquilué Abadías, 2008; Aquilué Abadías y Burés Vilaseca, 1999).

Durante la Antigüedad Tardía, Sant Martí d'Empúries es un pequeño casco urbano fortificado con continuación de la actividad portuaria y con preeminencia de la agricultura y producciones agrícolas (Aquilué Abadías y Burés Vilaseca, 1999). Se documentan remodelaciones de la muralla en algún momento de los siglos IV-V, haciéndola más sólida, pero en cuanto al nuevo urbanismo todavía es difícil de establecer, puesto que sólo se tiene la información que aportan varios vertederos urbanos. Por otro lado, se conoce la ubicación de las necrópolis en la parte septentrional de la Neàpolis, junto con la basílica paleocristiana y el aula basilical (Aquilué Abadías, 2008; Nolla Brufau, 2000, 1995; Nolla Brufau y Sagrera Aradilla, 1995).

Las evidencias arqueológicas de este periodo son sobre todo vertederos y silos, destacando los vertederos de la Plaza Major, del siglo V y de la la Plaza Petita, del siglo VI-VII, éste con estructuras asociadas (Aquilué Abadías et al., 2008; Aquilué Abadías y Burés Vilaseca, 1999). Entre estos dos contextos se han encontrado una serie de silos pequeños, posteriores al siglo V (Aquilué Abadías et al., 2008; Aquilué Abadías y Burés Vilaseca, 1999). También en la carretera de Sant Martí hay una necrópolis y un vertedero de los siglos IV-V, amortizadas y reaprovechadas por las estructuras visigodas del siglo VI-VII (Llinas Pol et al., 1994, 1992). También está la necrópolis intramuros con estructuras de habitación por debajo, (Almagro y Palol, 1962; Aquilué Abadías, 1999; Aquilué Abadías y Burés Vilaseca, 1999) y finalmente, la vía romana, Cardo B, situada entre la muralla transversal y la zona del foro, con el derrumbe de las *tabernae* de las proximidades (Castanyer Masoliver et al., 1993).

3.3.1.6. Rhode

-*Ciutadella de Roses*

La ciudad de Rhode es una fundación griega con ocupación casi ininterrumpida desde el siglo V a.C. hasta el siglo XIX, empezando por una colonia griega, seguida de una factoría romana de salazones y una necrópolis con basílica paleocristiana a partir de este siglo y hasta la ocupación islámica. Ya en las excavaciones de 1965 Palol identificó un nivel, el tercero, que se dató entre los siglos IV-VI. Actualmente se conocen dos lugares alejados entre sí donde se encuentran hábitats tardíos: el subsuelo de la villa medieval y el patio de armas (Martí et al., 1979; Puig et al., 1997). Se cree que la población se articulaba alrededor de la basílica de Santa María, entre dos rieras, la Trencada y la Corrent Fondo. Esta población difícilmente se puede remontar al siglo IV, por lo que su cronología es de época visigoda entre los siglos V-VIII (Nolla Brufau, 1997; Nolla Brufau y Nieto Prieto, 1980; Puig Griessenberger, 1998).

Los hallazgos en el subsuelo de la villa medieval son estructuras de habitación asociadas a terra sigillata africana D, que sitúa el conjunto cronológicamente en el siglo VI, y depósitos y un pozo amortizados en este mismo siglo, según los restos anfóricos y las sigillatas. En el siglo VII, esta zona se ve afectada por un incendio y después se reaprovecha como necrópolis (Nieto Prieto, 1993; Puig et al., 1997). En este punto de la ciudad se ha encontrado material anfóricos, sigillata africana D y cerámica común y de

cocina, todas requemadas, pertenecientes al nivel de incendio del siglo VII. La cerámica común es poca, limitada a jarras con asa, un bol y un cubilete y no se han podido identificar formas para la cerámica de cocina. En otro estrato del mismo sitio y cronología aparecen ánforas, sigillata africana A y D y un mayor porcentaje de común y cocina reductora a pesar de que todavía es escaso. En esta ocasión, se identifican cuencos, ollas y morteros. Finalmente, hay presencia de cerámica espatulada que supone un fósil director para cronologías altomedievales (Puig Griessenberger, 1998).

En el patio de armas se ha encontrado un pavimento y muros asociados de funcionalidad desconocida, del siglo V según la sigillata africana D, con la misma secuencia ocupacional que el subsuelo de la villa (Puig Griessenberger, 1998). En el siglo siguiente, también según este tipo de cerámicas, se construye un edificio encima de planta y función desconocidas. Finalmente, se encuentran una serie de inhumaciones del siglo VII en la zona que relacionan con la necrópolis (Nolla Brufau y Amich, 1997, 1997; Puig et al., 1997). En este lugar, han aparecido una serie de vertederos con materiales cerámicos de los siglos VI-VII mezclados con residuos orgánicos y materiales de cronologías anteriores. En los hoyos, datados por la sigillata africana D del siglo VI se han encontrado además ánforas y piezas comunes y de cocina reductora, mayormente sin forma determinada. En los niveles de amortización de las estructuras también hay material de esta misma cronología que presenta un comportamiento parecido al encontrado en los vertederos, es decir, presencia de sigillata africana y ánforas y en menor volumen, común y cocina reductora. Igualmente también se da la misma tendencia en los niveles sobre los cuales se hizo la necrópolis altomedieval. Las formas de común y de granulometría gruesa que se encuentran en este yacimiento son mayoritariamente ollas exvasadas sin asas, cuencos pequeños reducidos, jarras de cerámica común con asas que arrancan sobre el labio, morteros y grandes recipientes indeterminados. Esta cerámica es muy parecida tecnológicamente, con pastas beig rosado, acabados exteriores y pocas inclusiones pequeñas de mica y cuarzo y alguna con calcita y hematitas (Puig Griessenberger, 1998).

Además de la ciudadela, también se han llevado a cabo excavaciones en la zona del puerto, concretamente en el fondeadero, con motivo de las obras de adecuación. El fondeadero sería una zona donde las naves se resguardaban en caso de mal tiempo o problemas, pero no el puerto en sí mismo, el cual todavía no se ha encontrado a pesar de que se intuye su localización. En esta intervención se obtuvo una secuencia estratigráfica que pudo ser datada gracias al al material cerámico acumulado

que se extiende desde época griega hasta tardoantigua. Entre los materiales correspondientes al Bajo Imperio y Antigüedad Tardía predominan las ánforas, pero no son las únicas piezas que se encuentran puesto que también aparece cerámica de cocina africana del siglo IV y de los V-VI, así como sigillata (Pujol Hamelink y Carreras Montfort, 2002).

3.3.1.7. Ciudades del interior

-Iesso (Guissona)

La ciudad romana de *Iesso* (Fig. 9) se encuentra en la comarca de La Segarra, en el subsuelo de la actual ciudad de Guissona. Su ocupación se remonta en el siglo II a.C. con la construcción de las vías de comunicación y en 100 a.C. con la fundación de la ciudad. Se trata de una de las ciudades más grandes nordeste peninsular después de *Tarraco* y de *Emporiae*, con una extensión de unas 20 hectáreas. Es una ciudad amurallada, de la que se conserva el tramo norte y con un foro que aún no se ha localizado pero del que se tienen hipótesis. Por otro lado, se han documentado muchas domus, las termas, una industria vinícola y entierros extramuros (Camats Malet, 2011; Guitart Duran, 2006; Ros Mateu, 1995).

También se ha encontrado una alfarería romana entre la calle Xaloc y la Plaza del Vell Pla con acumulaciones de cerámicas rotas y mal cocidas pero sin localizar el horno. En esta alfarería se producía cerámica común de engobe rojo propia de esta ciudad (Guitart Duran, 2006). No se tiene información de si se seguía utilizando esta industria durante la época tardía.

El territorio de Iesso se extendía por las actuales comarcas de La Segarra, Urgell y el alta Anoia, con más densidad de población en los valles de los ríos Sió, Corb, Llobregós y Ondara y con numerosas villas entre las que se pueden citar las de Vilassos (Tarroja de Segarra), la Vinya d'en Crespí (dónde), Sant Pelegrí (Biosca), las tres conocidas y excavadas, y las de La Malesa (Florejacs) y la Vinya del Polit (Guissona) ambas conocidas pero sin excavar (Belmonte et al., 2006; Guitart Duran, 2006).

En el siglo V, la ciudad pasa por los cambios urbanísticos que todas las ciudades romanas sufren después de la crisis del siglo III, a pesar de que en este caso las reestructuraciones tienen lugar más tarde que en las ciudades costeras, que pasan por

este proceso en el siglo IV. En este sentido, se abandona parte de la zona norte de la ciudad y se instala una industria vinícola encima del cardo máximo, en la zona conocida como Camp Primer (Guitart Duran, 2006, 1997; Uscatescu, 2004).

Así mismo, se desmonta la muralla y se reaprovecha su piedra y la de los otros edificios abandonados para las nuevas construcciones, de forma que se reduce el perímetro de la ciudad y se traslada el centro neurálgico a la zona de culto paleocristiano, situado debajo del actual centro urbano. También proliferan los vertederos urbanos y la presencia de material norteafricano, narbonense y oriental, lo que evidencia la pervivencia del comercio con la importación de estos productos (Guitart Duran, 2006). También se conoce la existencia de una necrópolis paleocristiana en Cal Mine.

La Antigüedad Tardía en *Iesso* está poco estudiada debido a que las excavaciones del Parque Arqueológico se iniciaron por la parte norte que fue abandonada en el siglo V y, por lo tanto, los niveles tardíos son pocos. Recientemente, se han realizado estudios en el Camp Primer (Fig. 9), zona de la industria vinícola tardía que han podido aportar algunos datos respecto a la situación de la ciudad y sus materiales durante este momento.

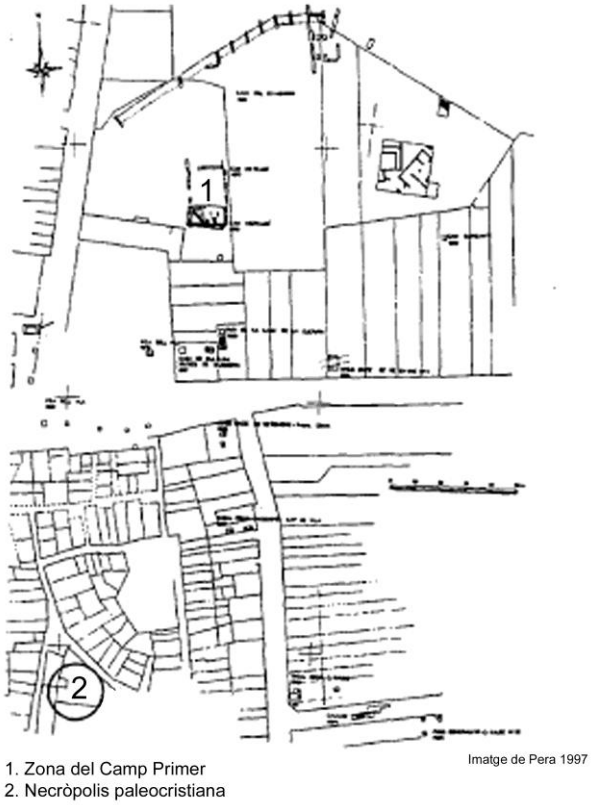


Fig. 9. Plano de Iesso

La excavación de la industria vinícola ha exhumado muchos materiales, entre ellos cerámica, procedentes de varios lugares de esta zona. En primer lugar, el depósito que más cerámica contenía es el Cup, un depósito secundario de donde se ha podido extraer cerámica de cocina y común norteafricana, y común de producción local. La cerámica norteafricana data de los siglos V-VI (Uscatescu, 2004; Uscatescu y García Jiménez, 2005).

El territorio de *Iesso* también está poblado de villas romanas que tienen continuación a la Tardoantigüedad, tal y como pasa en las otras regiones del noreste peninsular. En este caso, debido a la magnitud de la propia ciudad de *Iesso*, el estudio de este territorio se ha hecho en menor medida y a menudo resulta difícil distinguir si las villas estudiadas pertenecían al *territorium* de *Iesso* o al de *Ilerda*.

Se pueden citar algunos casos que claramente corresponden a villas vinculadas a *Iesso* y que tienen continuidad en época tardía. En primer lugar, está la villa de los Vilassos, en el municipio de Tarroja de Segarra, situada a la entrada del pueblo homónimo y con una cronología diferenciable en dos momentos, el segundo de los cuales data del siglo IV, momento en que se produjo un incendio que acabó con la ocupación del lugar (Pera Isern, 1995). Otro ejemplo es la villa de la Vinya del Crispí, en el pueblo de Morana, situado a un kilómetro de *Iesso* con una segunda fase datada en los siglos III-IV (Llinas Pol y Sagrera Aradilla, 1993).

-Ausa (Vic)

La ciudad romana de *Ausa* se erigió en la antigua capital ibérica ausetana y actualmente se encuentra bajo el subsuelo de Vic, en la comarca de Osona, por lo que se trata de un emplazamiento con ocupación humana continuada desde época pre-romana. Geográficamente se encuentra en una llanura de 400-600 m de altura, enmarcada por cordilleras, Collsacabra al nord-este, las Guilleries al este y el Lluçanès al oeste y formada por la erosión de los ríos Ter, Congost y Gurri.

Ausa es un núcleo de población continuada de forma que, al igual que ocurre con otras ciudades más pequeñas, evoluciona de ciudad romana a *vicus* medieval, en este caso, el *vicus Ausonensis* (Molas Font et al., 2008).

Las excavaciones de esta ciudad son pocas y se centran en las épocas ibérica y romana, como por ejemplo, la excavación y adecuación del templo romano. Sin embargo, también se encuentran algunos lugares en los que se ha detectado la presencia de materiales tardíos que se han recogido en varias memorias arqueológicas y en algunos estudios.

En primer lugar se encuentra el yacimiento de Can Genís, excavado entre 1987 y 1989. Está situado a un extremo de la plaza de la Piedad, ante el templo romano, paralelo a la muralla sur. Se encontraron estructuras de época romana a moderna,

concretamente para la época romana, una parte de la muralla y muros de viviendas (Molas Font y Ollich Castanyer, 2010).

Además de sigillatas, en este yacimiento también se ha encontrado cerámica de cocina africana de bordes ahumados en el exterior y estrías interiores. Son sobre todo platos-tapadera, cazuelas y ollas, pero es difícil saber si se trata de piezas de los siglos II-III o si se pueden situar en el IV-V (Molas Font y Ollich Castanyer, 2010). Hay además cerámica gris medieval de cronologías tardías y piezas espatuladas altomedievales. Estas son generalmente ollas, jarras y cazuelas (Molas Font y Ollich Castanyer, 2010).

Otro lugar con evidencias de materiales tardíos es la Casa Clariana, con ocupación desde época romana a medieval, situada a las proximidades del templo romano. Las estructuras se encuentran muy destruidas por las construcciones modernas y contemporáneas pero se han podido encontrar seis silos y algunos cimientos, con abundante material mueble paleocristiano (Pujades Cavalleria y Tió, 1990).

En cuanto a los materiales listados en la memoria, resulta difícil su identificación cronológica entre romanos y tardíos. Se encuentra cerámica común de cocción oxidante y en menor medida reductora y gris medieval que podría tener precedentes tardíos (Pujades Cavalleria y Tió, 1990). En cuanto a las formas, no se mencionan en la documentación existente sobre este yacimiento.

Las excavaciones de la catedral de Vic exhumaron restos pertenecientes a varias fases de ocupación desde época romana. La segunda fase corresponde a la época tardoantigua y alto-medieval, sin presencia de estructuras arquitectónicas, por lo que se trata de una fase de abandono con tumbas del siglo V. En este sentido, se puede relacionar este yacimiento con el abandono del suburbio de la ciudad y la concentración de la población en lo alto del casco urbano (Mestres Santacreu et al., 1992).

Muy cerca de este yacimiento se encuentra el Museo Episcopal de Vic, en cuyo subsuelo también se intervino con el resultado de fases de ocupación desde el siglo I hasta la actualidad (Mestres Santacreu y Pujades Cavalleria, 1998).

Finalmente se puede citar la intervención en el Escorial, situado en la parte baja de la ciudad, y donde, a pesar de no encontrarse estructuras, probablemente se encontraba una vila romana tardía suburbana, supuestamente bajo el patio del claustro del convento. Los hallazgos de este yacimiento se limitan a material mueble romano y tardío muy mezclado. En primer lugar, se encuentra cerámica común oxidante alisada con engobe representada por boles, platos-tapaderas y jarras con asas. También hay

presencia de material de cocina norteafricana con bordes ahumados, propia de los siglos IV-V. Así mismo se han encontrado ollas globulares de base plana correspondiente a cerámica de cocina local/regional, modeladas a mano o a torno lento (Rocafiguera Espona, 2010).

-Ilerda

Ilerda se encuentra en el subsuelo de la actual ciudad de Lérida, en el interior de Cataluña. La ciudad romana fue un núcleo mediano en la vía de comunicación entre *Tarraco-Barcino* y Huesca. A pesar de que se conoce la existencia de la ciudad romana con ocupación tardía y medieval hasta la actualidad, son pocos los estudios y excavaciones que se han llevado a cabo en este núcleo, por el que la información sobre la Antigüedad Tardía de *Ilerda* es muy escasa.

El primer contexto que cabe reseñar es el palacio de la Paeria, excavado y publicado al 1981 (Tarragó Pleyán y Diez-Coronel Montull, 1981). Es un yacimiento situado en la parte baja de la ciudad y que, por lo tanto, correspondería al suburbio de *Ilerda*, situado entre dos murallas, la de la parte alta y la que serviría de protección para el puente sobre el Segre (Payà et al., 1996; Pérez, 1991; Tarragó Pleyán y Diez-Coronel Montull, 1981). El material de este contexto aparece muy mezclado y en un primer momento no se distinguieron las fases tardías, pasando de mencionar cerámica romana a medieval, a pesar de que se mencionaban ánforas de los siglos V-VII (Tarragó Pleyán y Diez-Coronel Montull, 1981). Posteriormente, se identificó una fase de reutilización, con sigillatas africanas D y DSP que lo datan en el siglos IV-V (Pérez, 1991). Por otro lado, no se mencionan materiales de cocina ni comunes.

Otro contexto, nuevamente sin cerámica publicada, es la necrópolis de la estación del ferrocarril, situada al extremo de la Plaza Berenguer IV y junto a la iglesia de Sant Martí (Pérez, 1991). Data de los siglos I-IV/V, por lo que cabe considerar la posibilidad de que se trate de una necrópolis *ad sanctos* con un *martyrium*.

También se han encontrado contextos tardíos en el Antic Portal de Magdalena y en la avenida Francesc Macià. En estos dos lugares, se encontró cerámica de cocina africana de los siglos IV-V, aunque en cantidades poco significativas (Miró, 1993). Finalmente, está el vertedero con estructuras domésticas de la calle Bafart con datación de la segunda mitad del siglo IV y que ha dado mucho material cerámico del que sólo se ha estudiado la sigillata africana (Payà et al., 1996).

3.3.2. Pervivencia o reutilización de los núcleos romanos rurales

Los nucleos rurales tienen como precedente las villas romanas bajoimperiales por lo que se les puede asignar una cronología a partir de los siglos IV-V, momento en que empiezan a presentar rasgos tardoantiguos aunque se encuentren enmarcados aún en una fase bajoimperial. Estos núcleos perduran hasta el siglo VIII, final de la Tardoantigüedad y algunos perduran hasta entrada la Edad Media en los siglos IX-XI.

Estos asentamientos se sitúan en los alrededores de la antigua villa romana, sin ocupar las estructuras ya abandonadas y utilizando parte de estas antiguas construcciones como almacenes, espacios destinados a la producción o bien se construyen silos encima. Además, se reutiliza el material de las villas abandonadas como elementos constructivos de los nuevos espacios, especialmente las *tegulae*, utilizadas como revestimiento interior de las tumbas o de los hornos. Algunos autores (Gibert Rebull, 2011; Roig Buxó, 2009) opinan que se podría tratar de asentamientos para explotar las tierras productivas que formaban parte de las villas romanas desaparecidas, con un régimen y una organización diferentes.

Esta reocupación de villas es simultánea a la aparición de poblados rurales (Roig Buxó, 2009). Tanto unos como otros tienen el mismo sistema constructivo a partir de materiales blandos y perecederos, como pueden ser la madera y el adobe, por lo que los restos arqueológicos arquitectónicos que normalmente se encuentran en estos asentamientos son los perfiles de las cabañas recortadas y hundidas, con los agujeros para los postes y restos de hogares, las zonas de producción que tienen hornos, las áreas de almacén subterráneas y las necrópolis. Este modelo de pequeños asentamientos dispersos agropecuarios se acentuarán a partir de la presencia islámica del siglo VIII con las alquerías (Negre, 2007).

Se puede observar un patrón común en la configuración de este tipo de asentamientos[20]. Primero, se puede distinguir entre una parte de la vivienda, otra productiva y una zona de almacenaje. La zona productiva se compone de zonas para el procesado de alimentos, como un horno de pan y una prensa de vino. Más raro era encontrar una prensa de aceite, como en el yacimiento del Poble Sec de Sant Quirze del

[20] A pesar de que cada asentamiento tiene sus particularidades y no son todos iguales, en esta ocasión se describe un modelo estandarizado de poblado rural tardoantiguo con las partes que se pueden encontrar en la mayoría de estos núcleos. En esta descripción se toma como modelo el yacimiento de la Plaça Major de Castellar del Vallés, descrito por Roig y Coll (Roig Buxó y Coll Riera, 2007).

Vallés, y en algunos casos, como en Can Roqueta (Sabadell), hay áreas de producción artesanal, como un taller cerámico con hornos subterráneos.

Las zonas destinadas a la producción, así como las necrópolis son espacios de uso colectivo para toda la comunidad. Los espacios privados se limitan a las viviendas y a los almacenes sepultados que cada cabaña podía tener, a pesar de que también hay poblaciones en las que encontramos evidencias de almacenes comunitarios en forma de campos de silos o dolias situados a cierta distancia del poblado pero bastante cercanos como para tenerlos bien controlados.De esta distribución se puede deducir que se trata de una sociedad basada en la autarquía.

3.3.2.1. *Tarraco*

-*Villa de Centcelles (Constantí)*

Esta villa se encuentra a 5 kilómetros al noroeste de *Tarraco,* en la orilla del río Francolí dentro de la vía de comunicación hacia el interior de *Tarraco-Ilerda*. Es una villa con una duración útil larga ya que su primer uso está fechado entre los siglos II-I a. C. con un hábitat rural de tradición tardoibérica (Remolà Vallverdú, 2008), pero no es hasta los siglos I-II d. C. cuando la villa se convierte en una zona de almacenaje con grandes espacios relacionados con la producción agrícola. En el siglo III, se abandona debido a la destrucción causada por las incursiones francas y en la época de Constantino se reconstruye y vuelve a ocuparse con un nuevo edificio en la parte norte y este, posiblemente unos balnea (Remolà Vallverdú, 2008).

El instituto Arqueológico Alemán excava por primera vez este yacimiento en el año 1959, limitándose a la zona alto-imperial. En 1996 y 1997 se retoman las actividades con diversos sondeos tanto en la parte agrícola como en el balnea y edificios de la época tardía, es decir, el edificio con cúpula de estilo bizantino, las termas y un mausoleo de los siglos IV-V. Todo el conjunto se reutiliza como cuartel de la guardia pretoriana durante la primera mitad del siglo IV (Remolà Vallverdú, 1998).

-*Villa dels Munts (Altafulla)*

La villa dels Munts se encuentra en el eje de *Tarraco-Barcino*, a 12 kilómetros de *Tarraco* y cerca del rio Gaià. Es una villa del siglo I que perdura hasta el siglo VII,

con diversas remodelaciones. En el siglo III las incursiones francas en el nordeste peninsular dañan su estructura, lo que motiva la reconstrucción de una parte del complejo mientras que la otra se deja abandonada (Remolà Vallverdú y Ruiz de Arbulo, 2002; Tarrats Bou et al., 2007, 2000, 1998, 1997). A su alrededor hay estructuras anexas de almacenamiento como silos y cisternas y además se construyen unas termas privadas a pie de playa. Entre el siglo V y el VII, la zona oeste se utiliza como necrópolis mientras que la zona sur actúa de cantera (Macías Solé, 2003; Tarrats Bou et al., 2008).

Es una de las pocas villas en las que se ha realizado un cuidadoso estudio ceramológico recogido por Otiña en su obra de 2005 (Otiña Hermoso, 2005). El autor distingue diferentes ámbitos dentro del complejo, en mucho de los cuales se encuentran restos cerámicos.

-*Villa de La Llosa (Cambrils)*

Este yacimiento se encuentra en el término municipal de Cambrils, en la comarca del Baix Camp, por lo tanto, muy cerca de la costa. La vida útil de esta villa, al igual que la mayoría de este tipo de asentamientos, es larga, desde el siglo II-I a.C. hasta el siglo VI d.C.

En el siglo III-IV toda la villa se transforma con la pérdida de algunos espacios como los baños y algunas estancias. En este momento, toma una función meramente industrial y de almacenaje (García Fornós, 2007; García Fornós et al., 2001; García Fornós y Puche Fontanilles, 2000; García Noguera y Puche Fontanilles, 2000). Entre los siglos IV-VI, se produce una nueva transformación con la colmatación de todos los ámbitos y espacios de la zona sur, la elevación del nivel de circulación y el uso del *balnea* como necrópolis.

Durante la época alto-imperial esta villa tiene en funcionamiento un horno cerámico de producción de ánforas y de sigillata (García Fornós et al., 2001). No se puede descartar la posibilidad de que además se produjera cerámica de cocina y común aunque por otra parte, las investigaciones no han documentado la utilización del horno en época tardía.

-*Villa dels Hospitals (El Morell)*

La villa dels Hospitals se encuentra en el término municipal de El Morell, a 1,5 kilómetros del homónimo núcleo urbano actual, en el margen derecho del río Francolí y a 9 kilómetros de *Tarraco*. Al igual que en la mayor parte de este tipo de asentamientos, se trata de un lugar de larga ocupación, desde época republicana a tardía, por lo que se pueden documentar diversas fases, de las cuales las cinco últimas (fases 10 a 14) corresponden a la Antigüedad Tardía (Macías Solé y Menchon Bes, 2007).

La primera fase tardía, la fase 10, tiene una cronología del siglo IV hasta mediados del siglo V, en la que se pueden ver ya las remodelaciones arquitectónicas propias de estos siglos en las villas, como es el cambio del sistema de baños con la edificación de letrinas y la remodelación de las termas (Macías Solé y Menchon Bes, 2007).

La fase 11 corresponde a la transformación intensa del recinto de la primera mitad del siglo V.

Del primer cuarto del siglo V es la siguiente fase 13, relacionada con la construcción del *balnea* septentrional.

La última fase, la 14, está fechada del 400/425 al 450 y corresponde a los rellenos constructivos para elevar el pavimento (Macías Solé y Menchon Bes, 2007).

- *Otras villas*

Además de las villas descritas anteriormente, en el territorio de *Tarraco* abundan los hallazgos de villas, muchas de las cuales tienen continuidad hasta finales de la Antigüedad Tardía, villas como las del Vinyet, el Mas Gassol, el Mas de Sant Pau, Cal·lípolis, Paret Delgada o Albardes, entre otras.

La villa del Vinyet se encuentra en el extremo oeste de Sitges, entre la playa y la riera de Ribes. Se conoce por hallazgos fortuitos y algunas intervenciones arqueológicas a finales de los años 40 y 60. La reocupación tardía de este lugar se identifica gracias a la necrópolis tardía en que se convirtió parte de la ciudad (Garcia i Targa y Revilla Calvo, 1998).

En cuanto a Mas Gassol y Cal·lípolis, son dos villas con el material mueble poco estudiado. El Mas Gassol se encuentra en el municipio de Alcover, en la comarca del Alt Camp, al lado del río Francolí y del barranco de Font Majo. Tiene una cronología

del siglo I al VII (Canyellas et al., 1996; Piñol Masgoret, 1992). Cal·lípolis está fechada también en el siglo I pero su duración es menor, hasta el siglo VI con el reaprovechamiento de estructuras y materiales anteriores y el uso de una parte de la villa como necrópolis. Otra fase es de la segunda mitad del siglo IV y V, con la reducción de las termas y de los espacios de residencia, y la tercera fase corresponde a la remodelación del *balnea* en el siglo VI (Días García y Macías Solé, 2006; Macías Solé, 2000).

El Mas de Sant Pau se encuentra en Masdenverge, en la comarca de Montsiâ sobre la vertiente de una terraza fluvial del Ebro y al lado del barranco de La Galera, lo que le proporciona una posición privilegiada como vía de comunicación hacia el interior. Es una villa con un período de ocupación desde el siglo I a.C. hasta el VI d.C. con materiales cerámicos para las fases tardías (Cartes y Gilisbars de Francisco, 2009).

La villa de las Albardes se encuentra en el suroeste del Vendrell, en una zona de terrazas al pie de la colina Puig Rodó y muy cercano al mar, al lado del torrente Fondo de las Quatre-Boques. Esta villa tiene dos depósitos tardíos, uno relativo a diferentes ámbitos de la vila y el otro correspondiente al sepultamiento de una estructura circular excavada en la roca (Macías Solé et al., 1997).

3.3.2.2. *Barcino*

-Poble Sec (Sant Quirze del Vallès)

Poble Sec se sitúa en el término municipal de Sant Quirze del Vallès, en la llanura cercana a la sierra de Can Feu y del torrente Taula Rodona y del río Sec. La presencia de restos arqueológicos se conoce ya desde la década de 1920.

La ocupación humana de este lugar arranca desde época ibérica. De época romana y tardía es la villa romana de producción

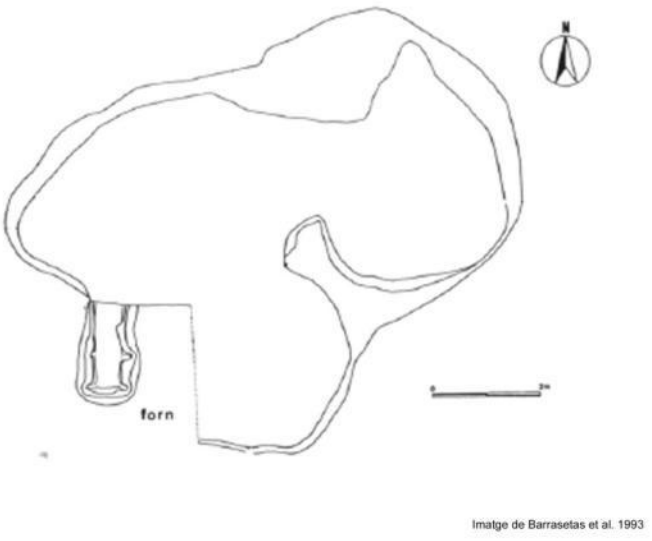


Fig. 10. Horno de cerámica de Poble Sec

agrícola, con espacios de prensado y almacenaje de líquidos, un horno cerámico y una necrópolis (Barrasetas Dunjó et al., 1998; Carbonell Solé et al., 1989).

El horno de producción cerámica (Fig. 10) es pequeño, excavado, de planta rectangular con un corredor central con encajes para las columnas de la parrilla y, por lo tanto, se trata de un horno con dos cámaras, una de cocción y la otra de combustión. En este sentido, no se conserva ni la parrilla ni la bóveda que probablemente fue de arcilla. A los pies del horno se encuentra una gran fosa de corte irregular de función desconocida que podría tratarse de un obrador o de un espacio para poner el combustible previo a su uso. También se ha encontrado en sus proximidades un vertedero cerámico que probablemente date de un momento inmediatamente posterior a la construcción del horno (Barrasetas Dunjó et al., 1998, 1993; Coll Riera et al., 1997c).

- *Darró (Vilanova i la Geltrú)*

La villa romana de Darró se encuentra entre el cerro de Sant Gervasi y el Paseo y la Calle Juan de la Costa. El yacimiento original ocupa toda la superficie de la colina, aunque no se ha excavado por completo debido al urbanismo actual. Se encuentra a 50 kilómetros de Barcelona, hacia el, norte y a otros tantos de Tarragona, hacia el sur, en el municipio de Vilanova y la Geltrú. Las primeras intervenciones datan de los años '50 con prospecciones y excavaciones de la villa y de los solares cercanos y se reanudan en los años 70.

Se documentan tres ocupaciones claras, una ibérica-republicana, la fase de la villa alto-imperial y la remodelación bajo-imperial con necrópolis en siglos IV-V (López Mullor et al., 1999a; López Mullor y Ferrer Martí, 1983; López Mullor y Fierro Macía, 1989). La villa romana tiene partes urbanas y partes rústicas, donde se incluyen las estructuras de transformación y producción. Esta construcción pasa por varias modificaciones y remodelaciones a partir del siglo III hasta su abandono en un momento incierto de los siglos V-VI (López Mullor et al., 1992; López Mullor y Fierro Macia, 1993, 1993).

De la fase tardía son dos pozos recortados en arcillas naturales que podrían haber servido para la extracción de arcilla para los hornos del yacimiento, amortizados en esta última fase tardía.

- *Otros contextos*

Además de estos yacimientos hay otros lugares rurales donde se encuentran fases tardías, como es el caso del solar del antiguo Instituto Manolo Hugué en la calle Buenos Aires 14 de Caldes de Montbui, en el Vallès Occidental, situado en la vertiente oeste de la colina en dirección a la riera de Caldes. En esta ubicación se encuentran los restos de una villa monumental con materiales propios de cronologías tardías. (Fortó et al. 1990).

3.3.2.3. *Iluro*

-*Els Caputxins*

Es una villa situada a 70 metros sobre el nivel del mar, en la parte alta de la ciudad y delimitada por dos rieras. Entre 1968 y 1970 se hicieron varios trabajos arqueológicos pero la datación resultó difícil debido a la metodología utilizada en ese momento.

Actualmente se han podido establecer diversas fases de ocupación según los materiales encontrados. Las fases 2 y 3 corresponden a la Antigüedad Tardía. La fase 2 está fechada de la segunda mitad del siglo IV con reformas que se alargan durante los siglos siguientes. La tercera fase es una ampliación del sector norte fechada en los siglos V-VII (Járrega Domínguez y Clariana Roig, 1995).

En el año 2005 se realizaron nuevas excavaciones que establecieron una fase tardía homogénea de los siglos V-VI, reaprovechando las estructuras de la villa romana anterior y con la construcción de dos nuevas habitaciones (Hernández-Gasch, 2008).

-*Can Sentromà*

Esta villa está situada en Tiana a 160m.s.n.m., entre Conreria, en la cordillera litoral, y la llanura de Badalona, en el fondo de un valle abierto por el arroyo Montalegre, de forma que tiene un gran dominio visual de la llanura.

La villa se conoce desde 1935 y se excava hasta 1969, momento en que se paralizan los trabajos arqueológicos. En 1983, se reanudan las tareas de revisión e intervención dando como resultado una gran cantidad de cerámica de cocina africana,

en contraposición a la casi ausencia de otros tipos de materiales de cocina y comunes (Gurt Esparrguera, 1984).

3.3.2.4. *Gerunda*

-Aqua Calidae y su territorio.

Aqua Calidae es una ciudad romana ubicada en la actual Caldes de Malavella, en la comarca de La Selva. En el siglo III pierde su municipalidad y es absorbida por *Gerunda* por lo que no se desarrolló como gran centro urbano (Merino Serra y Agustí Farjas, 1990). Hay muy poca documentación sobre este lugar y especialmente en lo que respecta a la Antigüedad Tardía, limitándose los estudios a las termas públicas (Llinas Pol et al., 2004; Merino Serra y Agustí Farjas, 1990) y a la necrópolis la calle de Sant Esteve, de los siglos V-VI. Hay presencia de sigillata, ánforas y cerámica común y de fracción gruesa de producción local que no se ha estudiado (Agustí et al., 2000; Merino Serra y Agustí Farjas, 1990).

Lo que resulta interesante de este lugar más que el núcleo urbano, son los yacimientos de sus alrededores donde se documentan villas y asentamientos rurales mejor estudiados. Entre estos el más relevante es la villa romana dels Ametllers, situada dentro del núcleo urbano de Tossa, en la vertiente oriental de la colina de Sant Magí, limitada por la avenida Pelegrí en el oeste, un camino en el sur y la calle Guàrdia al este. Aunque ya se conocía que en este lugar había materiales arqueológicos, no se identificaron hasta 1914 y en 1933 se consolidaron sus mosaicos (Batista Noguera et al., 1988; Jiménez y Palahí, 2005; López Mullor et al., 1999b).

La villa consta de dos partes, la parte baja destinada a las tareas agrícolas y productivas y la zona residencial sobre una terraza, donde posteriormente se excavó una necrópolis (Jiménez y Palahí, 2005). En el siglo III, se documentan cambios y remodelaciones en la villa que perduran en los siglos siguientes (Batista Noguera et al., 1988; Martín Menéndez, 2001).

-Vilablareix

Esta villa se encuentra a 6 kilómetros al sur de Girona, en el municipio de Vilablareix. Se ubicó en el valle medio del Güell, en un territorio llano cruzado por numerosos cursos de agua, tanto ríos como torrentes.

Esta villa tiene una necrópolis desde época romana, con una torre sepulcral de época alto-imperial, por lo que este yacimiento ha sido objeto de estudio e interés desde el siglo XIX, aunque sólo está prospectada y superficialmente excavada (Alberch y Burch, 1997). Después de años de investigación, en 1984 Nolla-Casas en su carta arqueológica propone la existencia de una villa bajo el núcleo actual de población y una necrópolis anexa a la misma, ya que en los alrededores de estas tumbas apareció mucho material cerámico. El material recogido va desde la época ibérica hasta la tardoantigua, momento en que la villa se relaciona con el culto a Sant Menna entre los siglos IV-V (Alberch y Burch, 1989). En cuanto a la época tardía, se encuentran restos de ánforas y de sigillata, pero también cerámica común de cronología dudosa que podría ser romana o tardía de tradición romana

-*Vilauba*

Esta villa romana se encuentra en un pequeño valle del sur del municipio de Banyoles, en el término municipal de Camós. Fue descubierta en 1932 y las intervenciones empezaron en 1978 alargándose hasta hace pocos años, lo que ha permitido establecer una cronología de ocupación continuada desde los siglos II-I a.C. hasta el VII (Castanyer Masoliver y Tremoleda Trilla, 2001; Roure, 1988), además de algunos estudios sobre la cerámica de cocina y costumbres culinarias (Colominas et al., 2014).

Después de un periodo de esplendor, en el siglo IV-V comienza el declive de la villa, visible en el abandono de parte de las dependencias situadas en los lados oeste y sur del patio central y su reutilización como necrópolis y en la pobreza de las reformas que se van haciendo a lo largo de los espacios aún en uso o reutilizados (Castanyer Masoliver y Tremoleda Trilla, 2005, 2001, 1999). A partir del siglo VI, la ocupación de la villa se limita a estancias con finalidad agrícola y productiva hasta su abandono en el siglo siguiente. De esta última fase es una estructura agrícola con una prensa y depósitos de decantación de líquidos en su interior (Castanyer Masoliver y Tremoleda Trilla, 2001, 1999).

Con respecto a este período final de ocupación, la datación de los siglos V-VI viene dada por los materiales encontrados en los niveles de relleno y nivelación (Castanyer Masoliver y Tremoleda Trilla, 2001, 1999).

-L'Hort d'en Bach (Maçanet de la Selva)

Esta villa romana se encuentra en el casco urbano de Maçanet de la Selva, a ambos lados de la carretera C-251, en uno de los puntos más bajos de la depresión prelitoral, cerca de la laguna de Sils. La zona estaba cruzada por la vía Augusta en dirección a *Barcino*.

Este yacimiento se descubrió y excavo a principios de los años 90 (Llinas Pol et al., 1998, 1997). En 1997, se hicieron las excavaciones de este yacimiento en el entorno al Palacio de Foixà y de la Avenida Sant Jordi. Los resultados fueron la aparición de una villa romana republicana y restos de ocupación intermitente hasta época contemporánea. En el siglo IV-V se documenta una remodelación de las estructuras arquitectónicas (Llinas Pol et al., 1998). De esta época, se encontraron sigillata africana D y algunas paleocristianas y ánforas (Llinas Pol et al., 1997).

-Otros contextos.

Además, se encuentran también otras villas en el *territorium* de *Gerunda* que a pesar de ser conocidas, constan de poca información sobre el repertorio cerámico y estudios al respecto, basándose sobre todo la documentación en aspectos arquitectónicos y musivos como es el caso de la villa la de Can Pau Birol de Bell-Lloc o los yacimientos de Sant Nicolau y del Pla d' Horta (Llinas Pol et al., 2008). También está la villa de Sant Pere de Montfullà, situada bajo la iglesia de Sant Pere de este mismo pueblo, en el municipio de Bescanó, situada sobre una colina (Nolla Brufau et al., 2003).

3.3.2.5. Sant Martí d'Empúries

-Villa del Pla de Palol (Playa de Aro).

La villa data de época republicana con esplendor en el siglo IV, momento en que se hacen las grandes reformas y remodelaciones para potenciar la zona de producción y almacén, aunque poco después se abandonó debido a una profunda crisis. La villa consta en la zona destinada a la producción de una alfarería donde se debían

elaborar tanto ánforas de vino como cerámica común para el consumo local / regional (Burch y Nolla Brufau, 2005; Nolla Brufau, 2002).

-Puig Rodon

La villa del Puig Rodon se sitúa en la pendiente meridional de este monte, a una elevación de poco más de 100 m sobre el nivel del mar desde donde se domina el valle del Rissec y del Daró al norte. Es un lugar bien comunicado por la red viaria con Empúries y *Gerunda*.

La fundación de esta villa es todavía incierta ya que se han encontrado pocos restos al respecto. La mayor parte de los hallazgos datan a partir del siglo II (Nolla Brufau y Casas Blasi, 1990).

3.3.2.6. Yacimientos del interior de Cataluña

-Ilerda

Si la ciudad de *Ilerda* está poco estudiada su territorio no es una excepción. Aún así se han hecho estudios sobre algunas villas pertenecientes al ager de *Ilerda* que se han publicado.

A 4 km del pueblo de Albesa, sobre una terraza aluvial y junto al río Noguera, se encuentra la villa del Romeral, en La Noguera. Se descubrió en los años 60, década en la que también se excavó. Se identificaron dos fases, la segunda está fechada del siglo IV-V, cuando se reorganiza la villa reaprovechando unos espacios y abandonando a otros (Marí y Revilla Calvo, 2006). El material cerámico de este yacimiento no se ha estudiado o publicado.

En el término de Segrià, cerca del pueblo de Corbins se encuentra la villa del Tossal de Moro, ubicada en la vertiente oriental del Segre, en una elevación de 210 m con control visual sobre los ríos Segre y Noguera Ribagorçana. Se trata de un asentamiento rural con hábitats, instalaciones productivas y un espacio funerario, que se ha datado entre los siglos II-V, aunque se piensa que puede haber algún tipo de ocupación esporádica previa (Marí Sala y Revilla Calvo, 2000).

-Aeso (Isona)

Aeso es una pequeña ciudad romana situada en la actual ciudad de Isona, en la comarca del Pallars Jussà, en el extremo occidental de Cataluña, por tanto, a una de las partes más interiores. El emplazamiento romano tiene continuación durante la Tardoantigüedad, visible en la ermita de Sant Romà del siglo VI con una necrópolis adjunta, situada en el eje del decumanus (Reyes et al., 1998).

La ciudad romana comienza su declive a partir del siglo III, con el abandono de la parte sureste. Progresivamente *Aeso* empieza a perder importancia hasta el punto de que durante el Bajo Imperio pierde el obispado a favor de la Seu d'Urgell, una ubicación que durante la época romana había tenido una magnitud e importancia mucho menor (Payà et al., 1996; Payà y Reyes, 1987). Por otra parte, también se conoce el proceso de refortificación de la ciudad siguiendo el mismo perímetro de la muralla anterior a finales del siglo IV-V, datación aportada por los fragmentos de sigillata africana (Payà et al., 1996; Payà y Reyes, 1987).

A pesar de que la existencia de la ciudad romana se conocía desde la Edad Moderna, los trabajos no comenzaron hasta 1963, identificándose estructuras ibéricas y romanas. Hasta 1987 no se reanudaron las actividades arqueológicas, delimitando la parte de la muralla conocida y revisando la prospección del 63 (Beà Escoda y Molina Compte, 1988).

En las excavaciones de 1988 del Camí de la Torreta, en la zona norte de la muralla, aparecieron materiales cerámicos mezclados que iban desde época ibérica a medieval, por lo tanto se evidencia la continuidad en la ocupación humana de la ciudad, incluyendo la Antigüedad Tardía. En cuanto a la cerámica tardía, se encuentra cerámica común africana, sobre todo cazuelas y platos-tapadera y cerámica común oxidante y reducida de producción local / regional, al igual que apareció en la excavación de la zona de la muralla llevada a cabo a principios de los años 90 (Beà Escoda y Molina Compte, 1988; Payà y Reyes, 1987).

Por otra parte, en el *territorium* de la ciudad se han encontrado vestigios de un asentamiento rural del siglo VII, el Vilans de Reig, en el pueblo de los Torms, en las Garrigues. Está situado en la ribera derecha del Vall Major, cerca de un curso de agua. Este yacimiento consta de ocho estructuras rurales excavadas con restos faunísticos y lo que más sorprende es la total ausencia de material cerámico (Nieto Prieto y Escala,

1994). Cabe mencionar también la villa romana de Llorís, única encontrada hasta el momento en el extremo noroccidental de la zona pre-pirenaica.

Sólo falta decir que esta ciudad está muy poco estudiada y, por tanto, poco conocida. Los pocos trabajos que hay al respecto se centran en los períodos romanos y a pesar de afirmar la ocupación durante la Antigüedad Tardía, la información al respecto es muy pobre, lo que se agrava cuando se trata del estudio ceramológico de este periodo de *Aeso*.

-*La comarca del Bages*:

-Castellfollit del Boix

El principal yacimiento de este municipio es la villa romana de Vilaclara, situada en la parte oriental de la Depresión Central Catalana, en el límite entre el Bages y Anoia. El yacimiento se encontró en 1986 y se excavó entre 1989 y 1991.

Se trata de un núcleo rural disperso con tres unidades de vivienda y actividad agrícola comunal, como prensa y horno de pan, con una necrópolis. En este asentamiento se pueden distinguir tres etapas de ocupación humana, la primera de época ibérica, la segunda romana republicana de los siglos II-I a.C., muy pobre y la tercera del siglo VII d.C. (Enrich Hoja y Enrich Hoja, 1997; Enrich Hoja et al., 1995).

La ocupación de Vilaclara durante la Antigüedad Tardía se hizo a partir de pequeñas granjas, es decir, la villa se reocupó con varias viviendas pequeñas. Se basaban en el autoabastecimiento con escasa actividad industrial y de manufactura debido a una merma de los intercambios comerciales que dificultaban la salida del excedente (Enrich Hoja et al., 1995). Si se sigue esta idea de Enrich es posible pensar en la existencia de un pequeño engranaje industrial para cubrir las necesidades de la comunidad con respecto a los productos secundarios, entre los que se encontraría la producción de utensilios cerámicos dentro de la misma comunidad. Por otra parte, aunque las publicaciones sobre este yacimiento hablan de cerámica de producción local / regional, no hay ninguna evidencia sobre la posible existencia de talleres ni hornos cerámicos, lo que contradice la idea del autoabastecimiento absoluto de esta población.

Además de este yacimiento también se tienen que mencionar otros asentamientos tardíos. En primer lugar, en el yacimiento dels Maians, de los siglos IV-VI, se encontró una necrópolis con un asentamiento rural romano anexo en el que había

dolias, ánforas y contenedores, sigillata africana D, así como cerámica común local / regional. También se debe mencionar Can Paleta, asentamiento rural sobre una colina también con necrópolis, de los siglos IV-V, con dolias, ánforas y ollas de granulometría gruesa reducidas de producción local / regional (Enrich Hoja y Enrich Hoja, 1997).

- Otros yacimientos del Bages

En el Bages se encuentran otros yacimientos con presencia de ocupación tardía. En primer lugar, se puede citar la villa de Sant Amanç, situada en las proximidades del camino Vall Riera Rajadell, en el eje de comunicaciones entre *Iesso* e *Ilerda* en el que se encuentra además de esta villa, el santuario romano-visigodo de Monistrolet sobre el que hay una iglesia del siglo XI (Martín Menéndez y Alemany Joaquina, 2002). Las excavaciones de 1996 permitieros documentar una fase de remodelaciones y reaprovechamiento de las estructuras imperiales en el siglo IV, aunque sigue siendo una villa áulica (Járrega Domínguez, 2011; Martín Menéndez y Alemany Joaquina, 2002; Piñero Subirana, 2002). Los materiales cerámicos de este yacimiento no se han estudiado o publicado

Finalmente, está el yacimiento de Les Coromines, en el municipio de Aguilar de Segarra, antiguo pero semiexcavado en la roca con una prensa de vino y una necrópolis. Este yacimiento se ha fechado en dos fases, una altomedieval de los siglos IX-X y otra tardía de los siglos VI-VII (Enrich Hoja y Enrich Hoja, 1997).

3.3.3. Núcleos creados *ex novo*

Los núcleos de nueva creación son de dos tipos: asentamientos agrícolas de cabañas que forman una red por toda la llanura y los asentamientos de montaña. Se trata de núcleos ubicados en lugares sin población romana directa, a pesar de que pueden tener estratos de ocupación prerromana, como ocurre en el yacimiento de Can Roqueta.

Los asentamientos ubicados en las llanuras se sitúan en una orografía suave, a poca altura, la suficiente como para tener un cierto control sobre las tierras que trabajan. Este tipo de poblamiento no ocupa toda la llanura catalana por igual, sino que hay una tendencia hacia el agrupamiento en zonas concretas, como la zona del actual Vallés Occidental, que están densamente pobladas mientras que en otros lugares hay vacíos de población, como en la zona interior de Cataluña.

La distribución de este tipo de asentamientos es igual que la descrita en el apartado anterior: una zona de viviendas para cuatro o cinco familias, hundidas en el suelo y construidas con materiales perecederos o con zócalo de piedra, una zona de producción, un área para el almacenaje y la necrópolis, que siempre aparecen sin estar asociadas a ninguna iglesia ni lugar de culto (Roig Buxó, 2009; Tejerizo García, 2013). Estas poblaciones varían en su tamaño y, por tanto, en el número de habitantes.

Se trata de pequeños núcleos agrícolas sin elementos defensivos. En ningún caso se han encontrado evidencias de murallas, torres o fosos. La falta de estructuras defensivas, el carácter exclusivamente agrícola de estos poblados (lo que se confirma con la gran cantidad de silos y dolias encontradas) y la proximidad entre ellos, ubicados mayoritariamente en el Vallés Occidental, hacen pensar a Roig (Roig Buxó, 2009) que se trataría del granero de la sede del obispado de Barcelona.

Las nuevas poblaciones ubicadas en la montaña son pocas, pequeñas y unifamiliares. Las estructuras están hechas de piedra seca o mezclada con arcilla. La escasez de las zonas de almacenaje y los hallazgos en las áreas productivas hacen pensar que se trate de poblaciones dedicadas a la agricultura vinícola y no cerealista.

-Els Mallols (Cerdanyola del Vallès)

Els Mallols se encuentran en el término municipal de Cerdanyola del Vallés, en una suave colina del sistema costero catalán, al lado del torrente dels Gorgs. Limita con la calle Serragalliners por el este, el torrente de los Gorgs por el oeste, las calles Balears i Galícia por el sur y la calle Castella al norte, en el cual ya se ha sobrepuesto el paisaje del Parque y la Avenida de Córdoba.

Esta excavación se recoge en un volumen monográfico coordinado por J Francès i Farré, publicado en 2007 en la serie de excavaciones arqueológicas en Cataluña, en el que se basa este apartado del trabajo (Francès Farré, 2007).

El asentamiento tiene ocupación desde época prehistórica y en la última fase se sitúan los siglos tardoantiguos. De este período son una serie de estructuras que se han diferenciado en tres tipos, por un lado los hábitats, por otro lado las zonas y estructuras de almacenaje y, finalmente, las de producción y transformación de productos. Dentro de este último grupo de estructuras se encuentran los hogares, los hornos y las fosas con funciones de soporte a la producción. Se sitúan en la parte oeste del yacimiento, por tanto, intencionadamente más cercanos a los cauces del agua, que es el torrente dels

Gorgs. Hay dos zonas claras conocidas como hornos-1 y hornos-2, además de un *lacus* ligeramente separado de ambas zonas.

La zona de hornos-1 está fechada en el siglo VII y consiste en un horno de planta circular con corredor y una gran fosa irregular delantera para facilitar el acceso a la cámara de combustión del horno y su limpieza de cenizas y carbón. En este sector, hay también hornos para la cocción de alimentos de planta circular, sección troncocónica, cubierta de bóveda perdida, con restos de ramas y restos de rubefacción que llegan a una temperatura de cocción máxima de 400-450º. Además hay dos estructuras que podrían ser de combustión, excavadas amortizando una gran fosa. Son cubetas de casco esférico con las paredes rubefactas que podrían haber sido hornos con recortes frente de su boca, al igual que ocurre en los hornos de Can Roqueta Torre-Romeu.

La zona hornos-2 data del siglo VI y consiste en dos hornos y una gran cubeta de planta subrectangular, paredes verticales y asimétricas. Esta cubeta sería el acceso a la cámara de cocción de los hornos. En cuanto a los hornos, son de planta circular con las paredes cóncavas y el fondo plano con un corredor de acceso a la cámara de combustión, donde se han encontrado también restos de la parrilla que separa las dos cámaras. Junto a los hornos hay un vertedero con los restos cerámicos desechados, rotos, deformados o con otros defectos. Uno de los hornos presenta la peculiaridad de tener la base hecha con cantos rodados y una capa de arcilla rubefactada.

Los hornos de la zona hornos-2 presentan dificultad de interpretación debido a que su tipología es propia de los hornos cerámicos pero las pruebas de temperatura de cocción lo sitúan en unas máximas de 400-450º, demasiado bajas para cocer cerámica y adecuadas para la elaboración alimentaria.

-Can Roqueta/Torre-Romeu (Sabadell)

El yacimiento de Can Roqueta se encuentra al pie de la sierra de Sant Iscle o de la Salud. Limita por el norte con el macizo de Sant Llorenç del Munt de la cordillera prelitoral y al sur por Collserola, de la cordillera litoral. El yacimiento está dentro del polígono industrial de Sabadell, entre las calles de Can Roqueta al norte, el de Mas Baiona al sur, el río Ripoll en el oeste y el torrente de las Llobateres en el Este.

Las intervenciones se inician a mediados de los años 90 y evidencian dos fases de ocupación claras, una prehistórica del neolítico y la otra que va desde la época romana a la medieval.

La fase romana y tardía se caracteriza por la producción agrícola e industrial. Se pueden identificar tres tipos de estructuras diferentes: estructuras de almacenaje, hábitat y estructuras de producción (Boquer Pubil y Parpal Tamburini, 1989; Terrats Jiménez, 2009, 2006). Las estructuras de almacenaje se basan en silos, cubetas y grandes contenedores como las dolias. Los espacios de hábitat están formados por los restos de siete cabañas sencillas, por tanto, se trata de un asentamiento rural y no de una villa (Terrats Jiménez, 2009, 2006). Las estructuras de producción son cuatro *lacus* y un horno cerámico.

El horno (Fig.11), de grandes dimensiones, se encuentra en el sureste del asentamiento y consta de una fosa adyacente y tres estructuras conectadas con la fosa pero de función desconocida. Es de planta irregular que tiende hacia rectangular, con el fondo cóncavo y las paredes irregulares. Tiene dos ámbitos, de entrada de 12 metros en la parte norte de la fosa y el taller en la parte sur, de planta ovalada y cubierto por 12 niveles de arcillas, cenizas y carbones (Terrats Jiménez, 2009, 2006).



Fig. 11. Horno de Can Roqueta / Torre Romeu

Otro horno se encuentra conectado con el ámbito sur del recorte. Es una estructura simple (Fig. 11) muy dañada, de pequeñas dimensiones, planta circular, base plana y cúpula de arcilla. Hay rubefacción en las paredes y no se han hallado restos de parrilla, por lo que es un horno de cámara única (Terrats Jiménez, 2009, 2006).

Los dos hornos se complementan con una fosa ovalada comunicada directamente con el corte grande, ambos al mismo nivel. Aunque se desconoce su función, podría ser la de almacén de combustible. Además hay dos fosas de menores dimensiones conectadas con el mismo corte y que podrían haber servido de soporte para una cubierta aérea (González Marcén et al., 1999; Rodríguez y Palomo, 2003; Terrats Jiménez, 2009, 2006).

-Aiguacuit (Terrassa)

La villa de Aiguacuit se sitúa en la depresión prelitoral o fosa del Vallès-Penedès, en la cuenca del Llobregat, entre la riera del Palau y el torrente de Vallparadís. Está al sur de Terrassa, entre las calles Muntanyans, Santa Eulalia, de Valls y de Galicia, dentro del polígono industrial de la ciudad.

Este yacimiento presenta ocupación desde época prehistórica hasta la medieval. En cuanto al período romano y tardío, ocupa desde el siglo I al VI, con cuatro fases identificables por las remodelaciones arquitectónicas (Barrasetas Dunjó et al., 1994). La tercera fase corresponde a la Antigüedad Tardía con un vertedero del siglo IV que amortiza una parte del *balnea*. La cuarta fase es de finales del siglo IV, último momento de uso de la villa con unos niveles de ánforas, cerámica paleocristiana, carbones y cenizas (Barrasetas Dunjó et al., 1994).

Se trata de una villa con muchos paralelismos con la próxima villa de Can Bosch de Basea, fechada de los siglos I-V y excavada y publicada por Morral en 1980, por lo que queda poca información y falta, además, el estudio de la cerámica de cocina y común (Barrasetas Dunjó et al., 1994; Mazaira Cabana-verdes y Járrega Domínguez, 1987).

- La Solana (Cubelles)

El asentamiento rural romano y tardío de La Solana se encuentra en la autopista A-16, actual C-32, a dos kilómetros de Cubelles, al norte de la central térmica. Se sitúa en la llanura, sobre una ladera suave oriental en el que el sector más elevado es de 28 metros sobre el nivel del mar. Este lugar se excavó en 1996 y posteriormente con motivo de los obras en dicha autopista se amplió la intervención.

Se trata de un asentamiento rural de los siglos V-VII, relacionado con la entrada a la península de un contingente millitar visigodo (Barrasetas Dunjó y Járrega Domínguez, 2007). Es un asentamiento rural con sucesivas fases de empleo pero de planta desconocida en su conjunto, aunque se identifican cinco grupos diferentes de estructuras: 90 silos dispersos, estructuras de fuego, fosas, construcciones y enterramientos. Presentan un especial interés las estructuras de fuego y las fosas ya que pueden estar relacionadas con la producción cerámica (Barrasetas Dunjó, 2003, 1998; Barrasetas Dunjó y Járrega Domínguez, 2007; Morer et al., 1998).

El espacio constructivo tiene una tipología diferente a la de las villas, con mayor presencia de espacios productivos y agrarios que de residencia, como se aprecia en las zonas de explotación con prensas y depósitos de vino, silos, evidencias de actividad ganadera así como producción industrial tanto de cerámica como metalúrgica (Barrasetas Dunjó, 2003).

Dentro de las estructuras de fuego se pueden distinguir tres elementos: un horno (Fig. 12), elementos de combustión y los hogares de las viviendas. Los elementos de combustión de planta circular están excavados hasta un metro de profundidad y son de funcionalidad desconocida (Barrasetas Dunjó, 2003).



Fig. 12. Horno de La Solana

Este asentamiento consta de un pequeño horno cerámico, circular de base plana con bóveda de arcilla que arranca desde la misma base. Tiene una única cámara para la combustión y la cocción ya que no se ha encontrado parrilla separadora. Se ubica en el sector noroeste, en el límite de una de las fosas o recortes, a lo que se abre y respecto al cual está sobreelevado. Esta fosa de delante del horno es un recorte de función indeterminada que en un primer momento se pensó que sería para la extracción de arcillas. Actualmente, se considera que es un espacio para favorecer la tarea de alimentación del fuego, lo que se corrobora por el hallazgo de carbones y cenizas en su nivel de colmatación (Barrasetas Dunjó, 2003, 1998; Barrasetas Dunjó y Járrega Domínguez, 2007, 1997; Morer et al., 1998).

- *Otros contextos del ager Barcinonensis*

Otro yacimiento que se puede mencionar es el de la Bastida, en Rubí. Se trata de un yacimiento agrícola para la producción vinícola, establecido en terrazas con silos y almacenes, con una cronología de los siglos V-VI (Bacaria et al., 2005).

Por otra parte, la iglesia de Sant Menna (Sentmenat) está formada por una iglesia del siglo V con enterramientos, silos y un vertedero datados entre los siglos V yVII (Coll Riera et al., 1997a; Roig Buxó y Coll Riera, 2011a).

Otro yacimiento es el de Can Bernades, en Santa Perètua de Mogoda. En el relleno de los silos apareció material de los siglos V-VI (López Mullor et al., 2003).

También se debe mencionar el caso de Bòbila Bell-Solà, en Santa Perpètua de Mogoda (Coll Riera et al., 1997c; López Mullor et al., 2003).

En la comarca del Berguedà se encuentra el yacimiento de la iglesia de Sant Vicenç de Rus, en Castellar de n'Hug, excavado en los años 80, con fases tardoantiguas datadas de los siglos VI-VII (López Mullor et al., 2003).

-La comarca del Berguedà: Vilar de Montclús

Son pocos los yacimientos de esta comarca que se han estudiado y publicado. Uno de los que data de época tardía es el de Vilar de Montclús, en el municipio de Santa Maria de Merlès. Se trata de una serie de pequeños núcleos cercanos entre sí con una zona de hábitat y otra de producción, realizadas a partir de cabañas de materiales perecederos (Folch Iglesias et al., 2011).

-La comarca de Anoia

Al igual que en el caso anterior, son pocos los yacimientos de esta comarca que se pueden mencionar. En primer lugar, se encuentra el yacimiento de Can Sanador, en el municipio de Òdena, pequeño recinto rectangular pavimentado fechado en los siglos IV-V (Enrich Hoja y Enrich Hoja, 1997). El otro yacimiento es El Serral, en el municipio de Santa María de Miralles, también datado entre los siglos IV-V. Se trata de hábitats de cabañas con una necrópolis adyacente (Enrich Hoja y Enrich Hoja, 1997).

3.3.4. Otros tipos de emplazamientos

Dentro de este apartado se incluyen los núcleos rurales que tienen la rara peculiaridad de estar fortificados, como el caso de Puig Rom (Roses) (Enrich Hoja y Enrich Hoja, 1997; Palol, 2004; Roig Buxó, 2009). A pesar de su apariencia defensiva, se trata de una comunidad campesina con una estructura y modo de vida similar a los poblados anteriormente descritos.

Otro tipo de emplazamiento son las basílicas paleocristianas, las cuales van asociadas con necrópolis pero no siempre con poblados. Se encuentra un ejemplo de

basílica con poblado, al caso de Bovalar (Segrià), con cronología de los siglos V – VIII (Palol, 1989) y diversas basílicas paleocristianas con estructuras de población anexas.

-Monasterio de Sant Cugat del Vallés

El monasterio de Sant Cugat del Vallés se encuentra en el sector central de la depresión pre-litoral, al occidente de la llanura del Vallés y al pie de la sierra de Collserola. Esta topografía que enmarcaba el yacimiento en su momento de uso es muy diferente al actual que se ha visto modificado por diversos agentes naturales y humanos.

Las primeras excavaciones son muy tempranas, ya entre 1927 y 1936 debido a un movimiento de tierras en el patio del claustro. Son intervenciones dirigidas por Bosch-Gimpera en el patio del claustro, la galería suroeste y noreste y sondeos en las alas del claustro, en la sala capitular, en el sector de la iglesia y en el exterior. Son estudios poco conocidos a causa de la falta de publicaciones y a la pérdida de los materiales sin estudio previo (Artigues Conesa et al., 1997a, 1997b)Eso mismo pasa en las intervenciones de los años 1967-1973, también inéditas. En los años 90 se hacen nuevos sondeos y excavaciones en el patio del claustro, la sala capitular, la galería superior del claustro y en el ángulo norte de las dependencias (Artigues Conesa et al., 1997a, 1997b).

De estos estudios se ha podido concluir que se trata de un monasterio con ocupación previa alto-imperial con una fortaleza del siglo I d.C., conocida como *Castrum Octavianum*, posiblemente lugar mítico de la decapitación de Sant Cugat en época de Diocleciano que dio pie a la construcción del monasterio en los siglo VI-VII (Artigues Conesa, 1999; Artigues Conesa et al., 1997a, 1997b).

-Puig de les Muralles (Puig Rom)

Este *castrum* amurallado se encuentra en la montaña de Puig Rom, situada al sureste de Roses a una altura de 220 m. Las primeras noticias datan de las excavaciones de J. Folch en 1917, interesado en delimitar la muralla. Posteriormente P. de Palol hizo intervenciones en 1946-47 y en 1987, ampliando la información sobre la muralla y añadiendo nuevos datos sobre los hábitats (Enrich Hoja y Enrich Hoja, 1997; Nolla Brufau y Casas Blasi, 1997; Palol, 2004).

-Núcleos cristianos de Gerunda

El territorio de Girona se encuentra también repleto de villas y asentamientos rurales, ligados a la cristianización del territorio. En este sentido, además de los ejemplos desarrollados previamente, se pueden mencionar otros asentamientos rurales de menor envergadura o que no se han investigado todavía en profundidad y por lo tanto hay escasa información al respecto.

La cristianización del *ager* de *Gerunda* se relaciona con Sant Menna, por lo que las villas se convierten en oratorios o tienen basílicas cristianas en sus cercanías (Alberch y Burch, 1997). Tal es el caso de la iglesia de Sant Cugat de Salt y de la villa de Montfluà, en las proximidades de la basílica de Sant Pere de Montfluà. En cuanto al primer caso, durante las obras en el interior de la iglesia del casco antiguo de Salt se encontraron estructuras de diversas épocas en su subsuelo, entre las que podrían encontrarse estructuras tardías (Alberch y Burch, 1997).Por otra parte, no se han publicado estudios sobre los materiales cerámicos de esta intervención.

- *Núcleos cristianos del Bages*

Otro yacimiento es el de Les Feixes de Monistrol, situado en el municipio de Gaià. Se trata de un establecimiento monástico alrededor de una pequeña iglesia dedicada a Sant Pere de Monistrol, de origen tardío y sin precedente romano. El yacimiento, fundado en el siglo VII, se encuentra sobre terrazas agrícolas de cultivo del cereal, cerca de un torrente (Folch Iglesias et al., 2011).

-El Bovalar

El poblado visigótico del Bovalar se encuentra en la comarca del Serós, a 23 kilómetros de Lleida hacia poniente y 2 kilómetros del pueblo del Serós, en el margen izquierdo del río Segre. Se trata de un poblado rural desarrollado alrededor de una basílica que se incendió y abandonó repentinamente el primer cuarto del siglo VIII, según las monedas de Akhila y que no se volvió a reocupar, por lo que se creó un conjunto arqueológico cerrado (Cau Ontiveros, 1999; Cau Ontiveros et al., 1997a, 1997b; Palol, 1989; VVAA, 1991).

- *Emplazamientos de alta montaña*

Son pocos los asentamientos tardíos de montaña que se hayan estudiado y publicado, pero en esta ocasión se pueden citar algunos yacimientos encontrados en posiciones estratégicas de la Sierra del Montsec con precedente de villas romanas que evolucionan hacia poblaciones visigóticas a partir del siglo VI y con duración durante la Alta Edad Media. Se trata de hábitats cercanos a zonas de cultivo y a recursos forestales y ganaderos, dotados de una pequeña huerta de autoabastecimiento (Sancho, 2009).

También en la zona de los Pirineos se documentan algunos enclaves destacables. Se pueden citar a modo de ejemplo dos yacimientos del siglo VI con ocupación hasta el VIII como son Sant Martí de las Tombes y Els Altimiris, estos articulados en torno a la iglesia de Santa Cecilia fundada en el mismo siglo VI, con hallazgos de cerámica de cocina reductora que perdurará hasta entrada la Edad Media, en el siglo XIII (Alegría y Hidalgo, 2015; Sancho, 2009).

3.4. Los yacimientos analizados

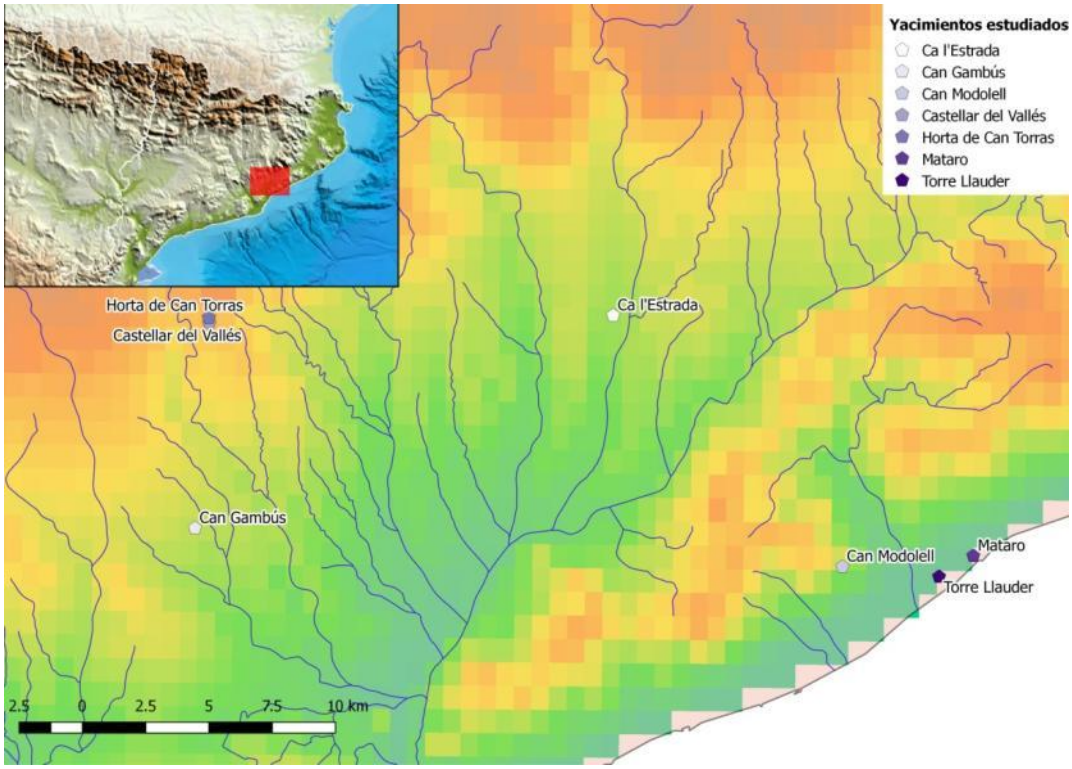


Fig. 13. Mapa con la situación de los yacimientos estudiados

Para la realización de este trabajo se han seleccionado cuatro yacimientos de la región del Vallès y dos del Maresme (Fig. 13). Todos los asentamientos se encuentran

en zonas rurales próximas a la capital del momento, *Barcino*, los del Vallès en la región interior y los del Maresme en la costa, también próximos a la ciudad de *Iluro*.

Los yacimientos objeto de estudio se han seleccionado a partir de criterios científicos y administrativos. Por una parte, se han seleccionado núcleos con fases tardoantiguas que hayan proporcionado materiales datados como tal, con contextos y volumen de materiales también suficientes y que puedan abarcar un abanico cronológico amplio para poder establecer comparativas diacrónicas

Por otra parte, se ha tenido también en cuenta la accesibilidad a los materiales y las posibilidades de muestreo.

3.4.1. El Vallès

La región del Vallès se sitúa en las proximidades de *Barcino*, perteneciendo al *ager Barcinonensis* de esta ciudad durante la Antigüedad Tardía. Se trata de una extensa zona rural que rodea esta ciudad, situada en mitad de una brecha tectónica en dirección E-O, sobre una elevación de 331 metros sobre el nivel del mar (m s. n. m.), cruzada por diversos cursos de agua que configuran un paisaje erosivo de terrazas.

Tres de los yacimientos seleccionados, Can Gambús, Horts de Can Torras y Plaça Major de Castellar del Vallès, pertenecen al Vallès Occidental, mientras que Ca l'Estrada se encuentra en el Vallès Oriental, quedando así representada toda la región en diferentes puntos.

3.4.1.1. Can Gambús 1

Uno de los principales yacimientos tardíos de la zona del Vallès es Can Gambús. Situado en la actual Sabadell, se encuentra en la parte central de la sierra de Can Feu, una pendiente entre 226 y 195 m s. n. m. (Fig. 13). El río Ripoll cruza la ciudad, por la parte más próxima al yacimiento, configurando un paisaje erosionado con terrazas propicias para el cultivo de cereales, olivos e irrigación.

El yacimiento consta de tres zonas, Can Gambús 1, 2 y 3, de las cuales, los restos datados como tardoantiguos aparecieron en Can Gambús 1 (Fig. 14, 15). El desarrollo y planificación urbanística de la zona motivó dos campañas de excavación de urgencia en 2003-2004 y en 2005-2006, donde se descubrió este yacimiento (Roig Buxó y Coll Riera, 2006).

Los resultados de las excavaciones descubrieron un yacimiento con signos de ocupación humana ininterrumpida desde el Neolítico hasta la actualidad, evidenciados por un total de 623 estructuras, incluyendo negativas y cortes en el suelo (Roig Buxó y Coll Riera, 2006). Los restos materiales evidencian fases con mayor esplendor en el Neolítico, con una importante y gran necrópolis, durante la Edad del Bronce evidenciada por una red de hipogeos, y en la Antigüedad Tardía con la presencia de un poblado.

El yacimiento evidencia también la presencia romana con restos de un acueducto y diversas galerías subterráneas con un pozo. Los materiales que colmatan su abandono lo han fechado en el siglo II d.C. A pesar de ello, no han aparecido signos de reocupación en los siglos inmediatamente posteriores, de forma que las estructuras visigodas no reutilizan las romanas sino que se construyen de nuevo y de forma independiente a éstas.

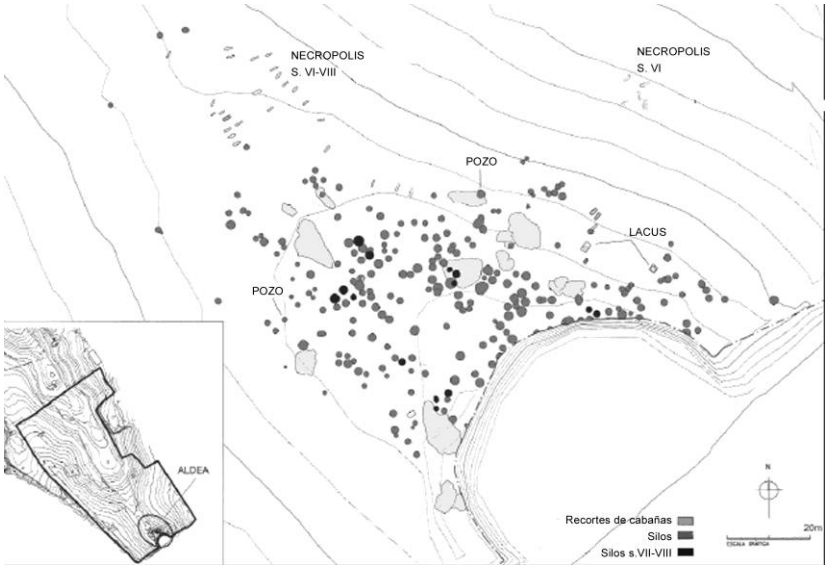


Fig. 14. Planimetría de Can Gambús 1 (Roig Buxó, 2011)

La Tardoantigüedad en este yacimiento está representada por 293 estructuras con diferente funcionalidad y fases de uso que configuran un *vicus* visigodo (Roig Buxó, 2009; Roig Buxó, 2013; Roig Buxó y Coll Riera, 2006, 2004). Las estructuras corresponden a una zona de hábitat, otra de almacenamiento, área de producción y una necrópolis (Fig. 14).

La zona de hábitat está formada por cabañas elípticas con almacenes semi-subterráneos. Estaban hechas con materiales perecederos que han dejado como únicos restos las marcas en el suelo de los orificios para los postes que configuraban el esqueleto de las cabañas y restos materiales y faunísticos en el interior.

El área de almacenaje lo configuran 233 silos de diversos tamaños pero generalmente cilíndricos que en su abandono fueron usados como vertederos y colmatados con tierra, restos de fauna, cerámica, vidrio y utensilios de hierro y de

bronce. Por su parte, la zona de producción muestra evidencias de algunos talleres, un *lacus* y dos pozos de agua en lados opuestos del asentamiento. En su abandono estos pozos se rellenaron con cerámica, materiales constructivos, vidrio y dos cuerpos humanos. El *lacus* se acompaña de orificios para el encaje de contenedores de almacenaje, por lo que podría tratarse de una zona de prensado, producción y almacenaje vinícola. Finalmente el poblado se completa con una necrópolis de 35 inhumaciones simples.

La estructura y distribución de este asentamiento tiene más similitudes con los poblados germánicos centroeuropeos que con la continuación de la tradición romana mediterránea, por lo que parece tratarse de un poblado visigodo (Roig Buxó, 2009; Roig Buxó, 2013; Roig Buxó y Coll Riera, 2012, 2006, 2004).



Fig. 15. Fotografía de las excavaciones de Can Gambús 1 (Roig Buxó; Coll Riera, 2006)

3.4.1.2. Horts de Can Torras

El yacimiento de Horts de Can Torras está situado en Norte de Castellar del Vallès (Fig. 13), en una zona de huertos y cultivos, entre las masías de Can Torras y Can Boadella, también conocida como Can Gorina. Está próximo al yacimiento de Plaça Major de Castellar del Vallès, también incluido en este estudio. Aunque por proximidad, cronología y tipología, podría tratarse del mismo yacimiento o bien de dos asentamientos diferentes dentro del mismo *vicus*, los arqueólogos que llevaron a cabo las excavaciones y estudios los han considerado como dos entidades separadas (Roig Buxó, 2009; Roig Buxó, 2011, 2010).

La identificación del yacimiento data de la década de 1980, con el hallazgo de fragmentos de *opus signinum*, de dolias, *tegulae* y cerámica moderna. A pesar de ello, el yacimiento no se descubrió hasta el año 2003, con una excavación de urgencia ante las

inminentes obras urbanísticas que puso al descubierto una parte de un yacimiento mucho más extenso (Coll Riera, 2003).



Fig. 16. Planimetría del yacimiento de Horts de Can Torras (Coll Riera, 2003)

Estas excavaciones (Fig. 16) sacaron a la luz un yacimiento en el límite de las llanuras cultivables, con solamente dos fases de ocupación humana, sin continuidad cronológica. La primera fase, Fase I, se trata de un asentamiento Neolítico con estructuras con evidencias de materiales perecederos, como postes de madera y silos que se reutilizaron como tumbas durante la Antigüedad Tardía. Tras esta ocupación neolítica hay un vacío cronológico hasta la Tardoantigüedad. La falta de evidencias de presencia romana, así como medieval hacen pensar en un *vicus* visigodo creado *ex novo*.

La fase II del yacimiento corresponde a la Tardoantigüedad abarcando dos momentos: la fase IIa, del siglo VI, y la fase IIb, del siglo VII-VIII. En total, se identificaron 29 estructuras situadas al sudeste del *vicus* relacionadas con actividades agrícolas y productivas, mientras que las estructuras de hábitat continuarían bajo las actuales viviendas y, por tanto, sin excavar.

Los arqueólogos que excavaron el sitio (Coll Riera, 2003; Coll Riera y Roig Buxó, 2006, 2005), han identificado las estructuras como un *lacus* con diferentes fases de uso al estar seccionado en dos, relacionado con la producción y procesado agrícola

de vino o bien de aceite. También se han hallado tres pequeños hornos domésticos de planta ovalada y semi-excavados, cuya cobertura no se ha conservado pero que tienen coloración rubefactada. Los mismos arqueólogos han considerado que podrían encontrarse dentro de las estructuras de hábitat, pero al no poderse excavar el yacimiento completo, no se ha podido confirmar tal premisa. Tambiénse han identificado recortes utilizados para encajar grandes contenedores, como dolias o jarras de almacenaje. Las envidencias orgánicas de su interior indican que debían tener cobertura vegetal y perecedera. Finalmente, se identificaron un total de 22 silos con diferentes niveles de circulación, uso y abandono. En el momento de su abandono, los silos se rellenaron con restos de fauna, utensilios de hierro como clavos, ganchos o cuchillos, vidrio fragmentado y restos de cerámica. Según las evidencias cerámicas se han podido identificar los dos momentos de la fase tardía, con fragmentos de cerámica de cocina reductora a torno de los siglos VI-VII, y ollas, jarras y pucheros con decoración pintada y hechos a torneta o a mano, de los siglos VII-VIII.

Estas estructuras corresponden a una zona de autoconsumo y autoabastecimiento. A pesar de que la zona de hábitat no ha podido excavarse, las estructuras descubiertas señalan una amplia zona de almacenaje y producción que junto con los restos materiales cerámicos indican que se trata de un *vicus* visigodo (Coll Riera et al., 1997b; Coll Riera y Roig Buxó, 2006, 2005).

3.4.1.3. Plaça Major de Castellar del Vallès

Este yacimiento, como su nombre indica, está situado bajo la Plaza Mayor de la localidad de Castellar del Vallès y próximo a Horts de Can Torras (Fig. 13). El sitio se encuentra en la llanura agrícola del Pla de la Bruguera, al pie de la elevación del Puig de la Creu, aproximadamente a 331 m s. n. m. La zona está cruzada por el río Ripoll en dirección Norte-Sur. Estas condiciones hacen que la zona sea idónea para el cultivo tanto de regadío como de cereales.

Al igual que los demás yacimientos del Vallès Occidental, Plaça Major de Castellar del Vallès salió a la luz en las excavaciones de urgencia del año 2005, realizadas ante la remodelación del centro urbano de la localidad. En esta campaña se descubrió un amplio yacimiento (Fig. 17) con ocupación humana desde el Neolítico hasta la Antigüedad Tardía. Los arqueólogos identificaron cuatro fases de ocupación:

Neolítico, Edad del Hierro, Bajo Imperio y Antigüedad Tardía (Roig Buxó, 2010; Roig Buxó y Coll Riera, 2010a, 2010b, 2007, 2005).



Fig. 17. Plano general de Plaça Major de Castellar del Vallès (Roig y Coll 2005)

La presencia neolítica está representada por el hallazgo de silos, algunos de ellos reutilizados como sepulturas. De la Edad de Bronce se han identificado rasas y canalizaciones. La siguiente fase de ocupación, Fase III, data del Bajo Imperio y consiste en un área industrial del siglo V, mientras que la Fase IV, propiamente tardoantigua se sitúa en los siglos VI-VIII, ambas fases enmarcadas dentro de la horquilla cronológica de este trabajo.

La Fase III consta de una zona de producción industrial, agrícola y artesanal del siglo V (Fig. 17, 18). Está formada por recortes semi-subterráneos, cubetas, zonas de trabajo y almacenaje y zona de pequeños hornos. Estas evidencias se han relacionado con algún tipo de producción de materiales constructivos. Los hallazgos se completan con diversos hornos pequeños y próximos entre sí que muestran dos fases de uso. La primera fase, del siglo V, corresponde a hornos con parrilla, cubetas y zona de trabajo, destinada a la producción de materiales constructivos (Roig Buxó y Coll Riera, 2010a, 2007, 2005). Ya en la Fase IV se ve una reutilización de los hornos sencillos circulares

como hornos de pan hasta su total abandono a finales del VI (Roig Buxó y Coll Riera, 2010a).

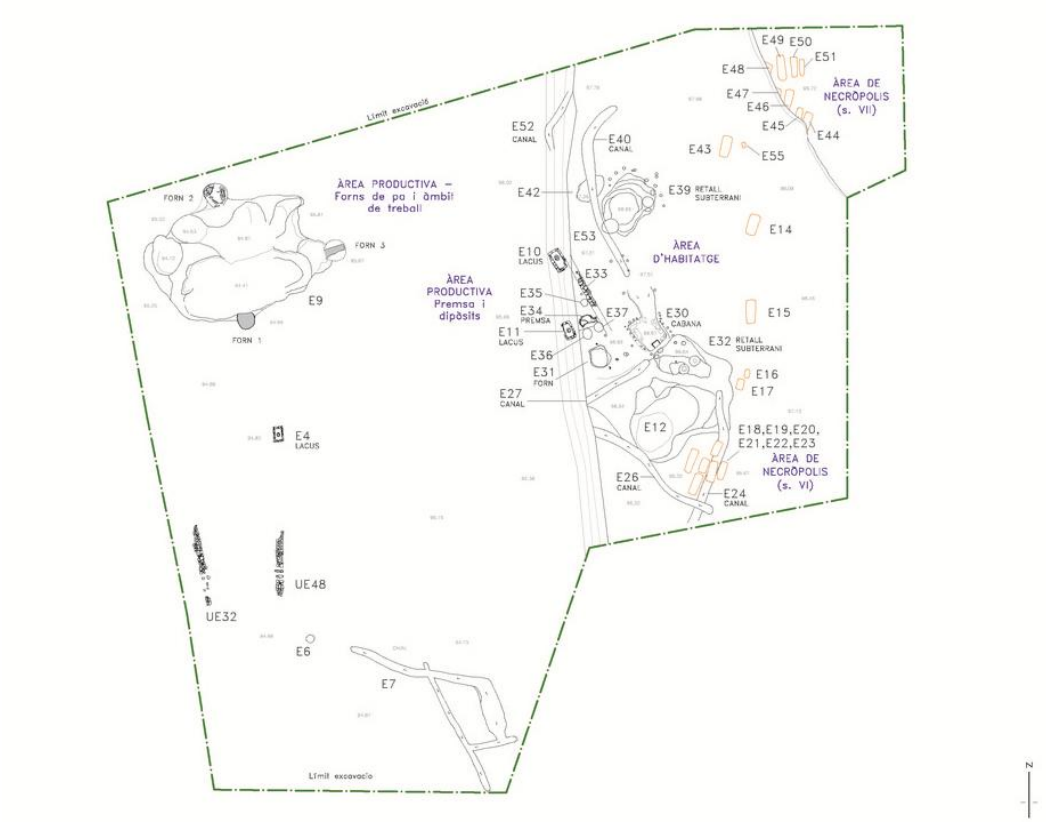


Fig. 18. Planimetría de las fases tardías de Plaça Major de Castellar del Vallès (Roig y Coll 2005)

Por otra parte, no se ha podido hallar ninguna evidencia de zona de hábitat para este período, ya que probablemente se encuentre bajo las viviendas actuales.

En el siglo V, las estructuras de la Fase III se abandonan y utilizan como vertedero donde se han podido encontrar abundantes restos cerámicos de vajilla fina importada TSAD y DSP, ánfora africanas y cerámica tardoantigua de cocina y común, sobre todo ollas y cazuelas, de producción local así como monedas, utensilios de bronce y de hierro, escorias y carbones.

La Fase IV se relaciona con un *vicus* visigodo (Roig Buxó y Coll Riera, 2010a, 2010b, 2005), con evidencias de la zona de hábitat, de trabajo y de almacenamiento. La zona de hábitat está formada por cabañas con hogares centrales delimitados por piedras. Son estructuras hechas con materiales perecederos, tapial, madera y troncos con cobertura de ramas, que han sido identificadas por los hoyos para el encaje de postes, situados de forma perimetral al hogar.

La zona de trabajo se relaciona con el procesado de productos agrícolas y corresponde a una prensa de líquidos, posiblemente vino (Roig Buxó y Coll Riera,

2007, 2005), y tres *lacus*, para su elaboración y almacenaje. Además, de esta fase es también la segunda utilización de la zona de hornos, cambiando su finalidad a productos domésticos alimentarios. También se han hallado canales, vertederos y dolias, por lo que se trataría de un poblado con un gran complejo productivo, parte del cual estaría situado bajo las actuales viviendas.

Este poblado se completa con una necrópolis de 21 estructuras de inhumación, datada entre el VI-VII.

Al igual que Can Gambús 1, la fisionomía del yacimiento tardoantiguo, así como el abandono de las estructuras previas de época romana, parecen indicar que se trata de un poblado visigodo al asemejarse más a los poblados centroeuropeos que a las villas romanas tardías. Los hallazgos parecen señalar el abandono de las estructuras de época romana y la construcción de un nuevo poblado con estructuras, distribución y materiales distintos a los de tradición romana (Roig Buxó, 2009; Roig Buxó, 2013; Roig Buxó y Coll Riera, 2012, 2006, 2004).

A pesar de que la última fase de este yacimiento es la tardoantigua, las excavaciones en el subsuelo de la iglesia de Sant Esteve, en el mismo Castellar del Vallès, han revelado una posterior presencia carolingia y medieval en la actual localidad (Roig Buxó, 1997). Se trata de un poblado y una iglesia con dos fases de ocupación, una carolingia de los siglo IX-X y otra medieval de los siglos XI-XII (Roig Buxó y Coll Riera, 2003).

3.4.1.4. Ca l'Estrada

En el Vallés Oriental se ubica el yacimiento de Ca l'Estrada, en la localidad de Canovelles (Fig. 13). Se encuentra en una llanura aluvial de la parte baja de la vertiente oriental de una elevación y está próximo al torrente Fangues, subsidiario del río Congost, lo que configura un paisaje idóneo para el cultivo tanto de cereales como de regadío. A pesar de las numerosas inundaciones fluviales de la zona, la presencia humana es continuada desde el Neolítico.

El yacimiento se excavó de urgencia entre los años 2003 y 2005, con motivo de la ampliación del tramo 2 de la Ronda Nort de Granollers. En estas campañas, salió a la luz una parte de un amplio yacimiento que quedó sellado por las posteriores obras viarias.

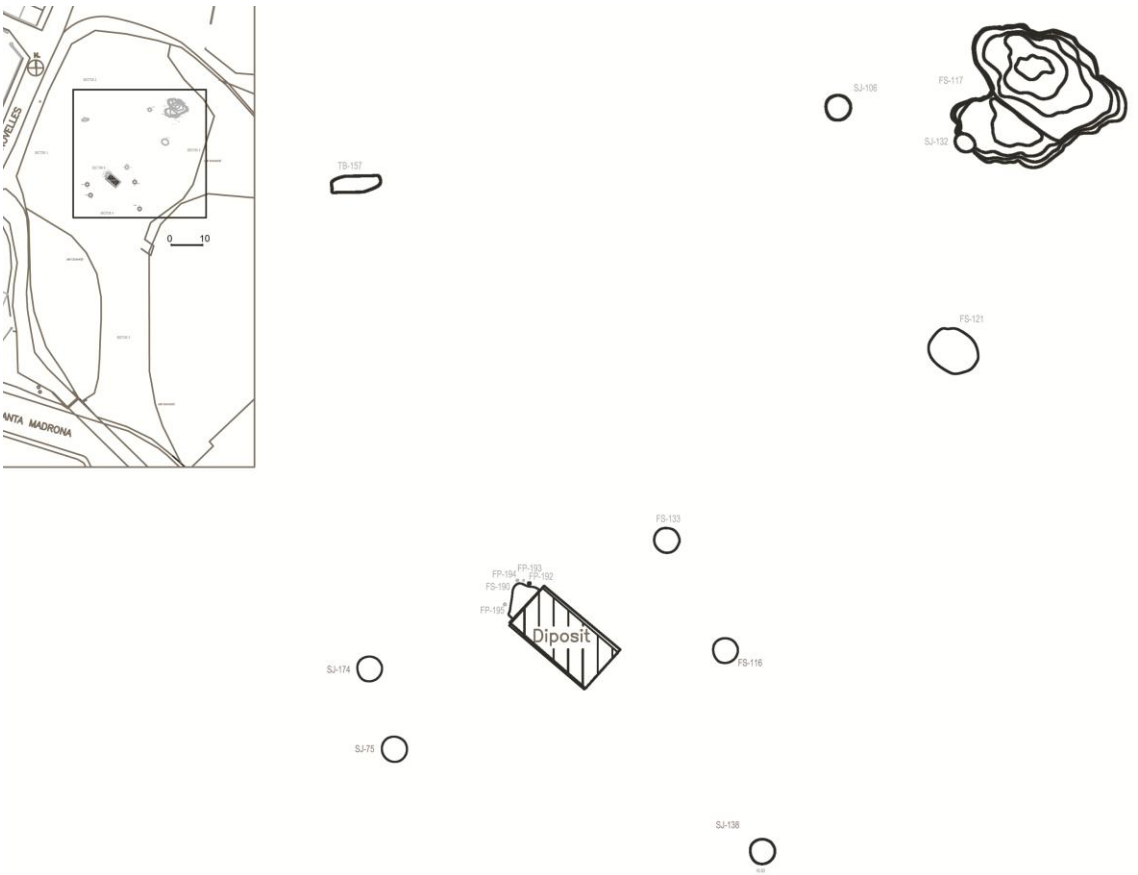


Fig. 19. Planimetría de los estratos Tardoantiguos de Ca l'Estrada (Martínez, Fortó, Muñoz, 2007)

Ca l'Estrada es un yacimiento de ocupación desde la Prehistoria a época medieval, pudiéndose documentar cuatro fases (Fortó et al., 2011, 2006, 2005a; Martínez et al., 2007). La fase IV corresponde a la Prehistoria y abarca el Neolítico, Calcolítico, Bronce Final y Hierro I. Esta es la principal fase del yacimiento a causa de la gran cantidad de restos entre los que se encuentran numerosas inhumaciones, fosas y estructuras de combustión que podrían ser indicadores de cabañas, zonas de cocina o de secado de pieles. El hallazgo más espectacular y así mismo, de gran relevancia es un menhir antropomorfo[21] en buen estado de conservación, tal que se distinguen los pliegues de una túnica y que se ha datado en el Bronce Inicial. El conjunto se completa con una estructura megalítica con dibujos lineales y esquemáticos.

[21] El menhir antropomorfo de Ca l'Estrada resulta una pieza única y un hallazgo de gran importancia para el conocimiento de la Prehistoria en la región. Debido a que cronológicamente dista mucho del período Tardoantiguo en que se desarrolla este trabajo, no ahondaremos en esta pieza, mencionada a causa de su relevancia. Varios estudios interesantes han surgido en torno a esta pieza, como podrían ser los trabajos de Fortó (Fortó et al., 2005b) y Moya (Moya Garra et al., 2008).

La fase III se atribuye a un edificio romano republicano[22] del siglo II-I a.C. Se trataría posiblemente de una construcción tipo precedente de las villas romanas (Guidi, 2011). Se han identificado por una parte cinco fosas y dos silos con cerámica campaniense A y B y ánforas y estructuras de combustión. Por otra parte, se han hallado restos de un gran edificio rectangular semi-pavimentado con dos vertederos, zona de hogar y una posible zona de almacenaje o bodega. Los arqueólogos han propuesto una función de taller para este espacio (Fortó et al., 2006).

A su abandono, el lugar permanece sin ocupación hasta el siglo V, momento en que se inicia un período de transformaciones constantes hasta su total abandono en el siglo XIII, por lo que se puede considerar que la fase tardía es de un asentamiento *ex novo*, al no reutilizar las estructuras previas (Roig Buxó, 2010).

La fase II data de época tardoantigua (Fig. 19), entre los siglos V y VII (Fortó et al., 2011, 2006, 2005a; Martínez et al., 2007), corresponde a una serie de restos de estructuras dispersas entre sí y que forman parte de un gran complejo agrícola que no ha podido ser excavado por su continuidad bajo las viviendas actuales. Los hallazgos del siglo V-VI integran la fase IIa. La componen dos silos y dos fosas irregulares de función incierta amortizadas a modo de vertedero, con restos de carbones, cerámica africana, cerámica local, vajilla de cristal, clavos, fragmentos de hierro, escorias y fauna. Junto con las fosas, se han identificado dos estructuras que aparecen cortadas y deterioradas por las posteriores construcciones, son una tumba y justo en medio del yacimiento, una fosa con marcas de hoyos para el encaje de postes.

Posteriormente, el asentamiento sufre modificaciones en su distribución y organización, dando lugar a la fase IIb, de los siglos VI-VII. De estos siglos son unos silos repletos de cerámica reductora a torno con líneas horizontales incisas. Son sobre todo ollas, jarras y cazuelas de perfil en S, base plana o cóncava, exvasadas con labio triangular, romboidal o moldurado y con pastas poco depuradas (Fortó et al., 2006). Así mismo, aparecen dos rasas próximas al curso fluvial que se han interpretado como canalizaciones para el regadío que se amortizan y transforman. El nuevo sistema más complejo incluye dos cubetas para el almacenaje de agua y canalizaciones en forma de V, una de ellas de unos 50 cm de profundidad y otra de 20-30 cm de profundidad (Fortó et al., 2011, 2006). Estas canalizaciones, además del regadío, pudieron transportar agua

[22] A pesar de que eay controversia en las publicaciones sobre si la Fase III de Ca l'Estrada se considera Romano Republicana (Fortó et al., 2006, 2005a; Guidi, 2011; Martínez et al., 2007) o bien Ibérico Final (Fortó et al., 2011), en este trabajo hemos decidido utilizar la denominación que aparece en la memoria científica de la excavación del yacimiento (Martínez et al., 2007).

hasta molinos o instalaciones artesanas (Fortó et al., 2005a). También de esta fase es un muro central de difícil interpretación pero que podría tener relación con la zona de hábitat o parcelario.

Por tanto, la fase tardoantigua de este yacimiento es un asentamiento agrícola con estructuras de almacenaje y un complejo sistema de regadío que tiene continuidad hasta el siglo XIII como granja (Fortó et al., 2005a). A partir del siglo X-XI, se produce una ampliación del complejo, pudiéndose identificar zonas de almacenaje, fosas, zonas de hábitat y silos, reaprovechando las anteriores estructuras romanas.

A pesar de que este modelo de reaprovechamiento y continuidad de las estructuras previas es diferente al de los yacimientos seleccionados del Vallès Occidental, tiene numerosos paralelos a lo largo de toda la región, como Els Mallols (Francès Farré, 2007) o Aiguacuit (Barrasetas Dunjó et al., 1994), entre otros.

3.4.2. El Maresme

La región del Maresme está formada por una franja estrecha y alargada cuyo centro gira en torno a su capital, Mataró, la antigua ciudad romana de *Iluro*. Se sitúa entre la falda de la sierra Litoral y la costa del Maresme, por lo que su altura es variable en forma de pendiente constante.

3.4.2.1. Torre Llauder

Torre Llauder está situado en el Pla d'en Boet, en la actual ciudad de Mataró (Fig. 13). En la antigüedad, formaba parte de *ager* de *Iluro*, a 500 metros de la Vía Augusta, actual Camí Ral. Por el lado opuesto, se encuentra a escasos 450 metros de distancia del mar, su altitud es prácticamente a inexistente de 5-10 m s. n. m (Clariana y Prevosti Monclús, 1994). Región fértil para la agricultura,



Fig. 20.Fotografía de la Masía de Torre Llauder, que da nombre al yacimiento, antes de su demolición (Garcia, 2012)

tanto de regadío como de secano, se focalizó desde sus inicio en la producción vitivinícola.

El yacimiento recibe el nombre del Mas Llauder (Fig. 20), la masía con torre de vigía del siglo XVII que había allí hasta su demolición en 1969 para la construcción de viviendas.

A diferencia de los yacimientos del Vallés seleccionados, Torre Llauder se ha excavado de forma programada y sistemática, permitiendo la posibilidad de musealización de parte del sitio. El yacimiento, se extiende a las fincas vecinas y colindantes, como Can Tunyí, que no han podido ser excavadas sistemáticamente.

Los primeros indicios sobre la existencia del yacimiento se remontan al siglo XVIII, cuando Baltasar Pi lo menciona en un compendio de apuntes sobre la historia de Mataró. Al poco, en 1806, Alexandre Laborde hace referencia a dos pavimentos con mosaicos en el lugar (Museu de Mataró, 1980; Prevosti Monclús y Clariana Roig, 1988). La siguiente mención destacable no aparece hasta 1866 con la obra póstuma de Josep Rius, *Memòrias históricas de la ciudad de Mataró*, en la que menciona los dos mosaicos, restos de edificaciones, cerámica sigillata decorada con marcas de alfarero y restos de escultura. Así mismo, por estas fechas, aparece en la finca vecina a la de Torre Llauder, una lápida de mármol con epigrafía, traducida por Emil Hübner, con alusiones a la presencia romana en la zona (Cerdà Mellado y Pérez Tort, 1991; Museu de Mataró, 1980).

No es hasta Marià Ribas cuando se desarrolla un interés por el hallazgo y conocimiento de Torre Llauder. Las primeras referencias de este autor son de 1934 en su obra *Orígens i fets històrics de Mataró* (Museu de Mataró, 1980). Ribas inicia las excavaciones del yacimiento en 1961, dirigiendo a un grupo de voluntarios interesados que descubrieron un mosaico de *opus teselatum* que correspondía al atrio de una villa romana. Durante los siguientes años, Marià Ribas continuó con las excavaciones, sacando a la luz la parte noble de vivienda de una villa (Fig. 22), con diez mosaicos y diversas estructuras, por el momento, el atrio, peristilo, zonas de dolia, vertederos e incluso hornos para vidrio. También apareció gran cantidad de material mueble, sobre todo cerámica Campaniense B que ayudó a datar los inicios del yacimiento en el siglo II a.C., pero también cerámica utillitaria, cerámica de vajilla[23], lucernas, utensilios de

[23] En la publicación del Muse de Mataró (Museu de Mataró, 1980) se menciona la presencia de "sigilata de todo tipo", listándola de la siguiente forma: sigilata aretina, sud-gálica, hispánica, clara, vidriada, gris y pompeyana.

bronce y de hierro, joyas, 99 monedas de diversas épocas, desde ibéricas hasta medievales, con especial presencia de las romano-republicanas e imperiales.

Seguidamente, en 1964, el yacimiento fue declarado Monumento Histórico Artístico de Interés Nacional, aunque únicamente en lo que respecta a la parte noble de la villa. Ello supuso que en las obras urbanísticas de 1970 se preservase esta parte del yacimiento, aunque parte de las estructuras arqueológicas que quedaban fuera del perímetro protegido fueron destruidas y perdidas (Garcia, 2012; Prevosti Monclús y Clariana Roig, 1988). Desde su declaración de protección, el yacimiento quedó a la intemperie, al alcance de expoliadores e inclemencias meteorológicas, por lo que en 1978 se procedió a la construcción de un muro de contención para su conservación, configurándose así el "clos de Torre Llauder". Actualmente el yacimiento continúa protegido y declarado BCIN (Fig. 21).

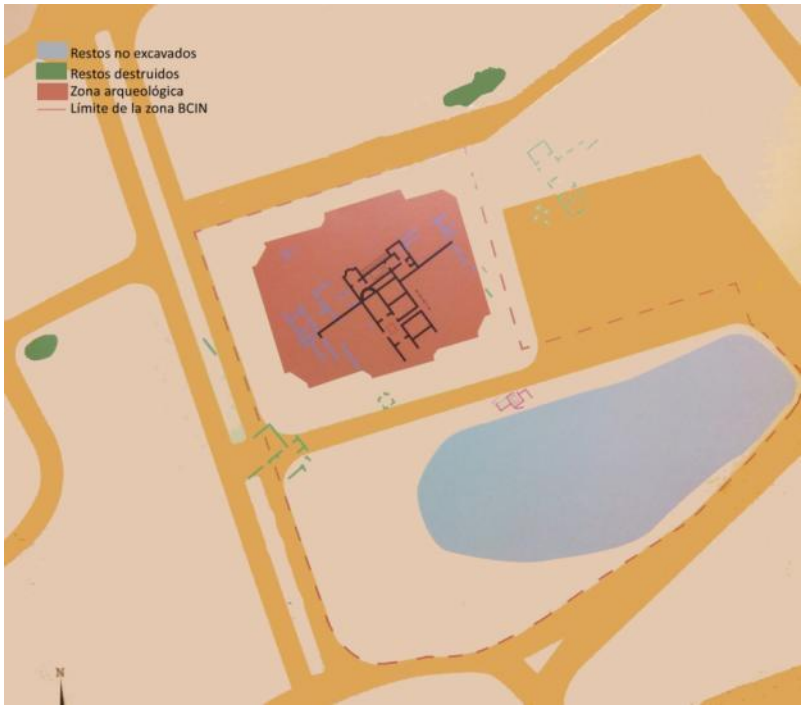


Fig. 21. Planimetría de todo el complejo arqueológico de Torre Llauder , con la delimitación de las zonas protegidas (Garcia, 2012)

Una segunda fase de excavaciones se realizó por Marta Prevostí i Josep F. Clariana entre 1981 y 1985 y en 1988-1989, incluyendo la restauración de los mosaicos hallados en los años 60 y la excavación y datación del interior de las habitaciones (Orobitg Dellà, 1992; Pérez Tort y Cerdà Mellado, 1989; Prevostí Monclús y Clariana Roig, 1985). En este momento se llevó a cabo también una excavación de urgencia en el solar vecino de Torre Llauder donde en los años 60 se había encontrado un vertedero y un pozo tardíos, del siglo VI, con gran cantidad de TSAD y cerámica de cocina reductora con inclusiones de cuarzo y biotita, especialmente ollas de perfil en S y cazuelas altas, similares a las de los yacimientos de Caputxins, Rocafonda y Can Modolell (Clariana Roig y Prevosti Monclús, 2011).



Fig. 22. Planimetría de Torre Llauder según las excavaciones de 1984 (Clariana Roig y Járrega Domínguez, 1994)

En 1989 se llevó a cabo la excavación del Mosaico de la Palmera, con el hallazgo de evidencias tardoantiguas y de abandono de las fases romanas (Pérez Tort y

Cerdà Mellado, 1989). Los restos hallados corresponden a la remodelación bajoimperial y tardorromana. Así mismo, fuera de las estructuras de habitación se encontró un vertedero con cerámica TSAC y TSAA, datando el depósito entre los siglos IV-V.

Debido a que la villa romana se extendía más allá de la zona residencial, entre los años 2006 y 2011 se llevaron a cabo una serie de sondeos en el cercano parque de La Pollanceda, donde se descubrieron una serie de muros, estructuras y pavimentos a la misma cota que las halladas en las excavaciones de 1988-1989 (Fig. 21). Estos hallazgos motivaron el reinicio de las excavaciones sistemáticas del yacimiento y la elaboración y ejecución en 2009 de un plan de actuación que incluía su adecuación, consolidación y mantenimiento (Garcia, 2012; Puerta López y Garcia Rosselló, 2014). Actualmente las excavaciones continúan activas, por parte del equipo de Carme Puerta.

Torre Llauder es una villa romana a sólo 1250 metros del núcleo urbano de *Iluro*, ciudad de nueva planta fundada en el siglo II a.C. (Clariana Roig y Járrega Domínguez, 1994; Prevosti Monclús y Clariana Roig, 1988). Además de ser un centro de explotación agrícola, también ejerció como centro productor y comercial. Consta de un conocido espacio señorial en tres terrazas, con decoración mural en las paredes y mosaicos en los suelos, lo que evidencia un alto nivel social de sus propietarios, a lo que se añade la presencia restos cerámicos tanto utillitarios como de vajilla y piezas singulares (Clariana Roig, 2009). Según una inscripción hallada en la finca vecina, se piensa que podría haber pertenecido a Gayo Mario Emiliano, reconocido juez de *Barcino* (Garcia, 2012).

Las diversas excavaciones e investigaciones, anteriormente descritas, han puesto al descubierto una gran villa romana con diferentes fases de ocupación desde el siglo I a.C. (Fig. 22). Las primeras investigaciones estipularon cinco fases (Cerdà Mellado y Pérez Tort, 1991; Prevosti Monclús y Clariana Roig, 1988; Prevostí Monclús y Clariana Roig, 1985), mientras que publicaciones más recientes las agrupan en tres fases (Garcia, 2012):

La primera fase es la fundación de la villa en el siglo I a.C. como cella vinaria, centro vitivinícola de producción de vino y de ánforas para su conservación y transporte, como lo evidencia la presencia de hornos y de ánforas con sellos de alfarero (Prevosti Monclús y Clariana Roig, 2010).

La segunda fase es la construcción de la parte residencial de la villa y su explotación agraria en época de Augusto, siglos I a.C. - I d.C.

La tercera fase, coincidiendo con su esplendor, data de los siglos II-III, cuando la villa sufre una remodelación y enriquecimiento completo como puede verse en la construcción de un *balnea*, con sala de baños tibios (Fig. 23).



Fig. 23. Fotografía de la zona de balnea de la villa romana de Torre Llauder que ejemplifica la suntuosidad de la villa (Garcia, 2012)

Las investigaciones recientes agrupan las fases dos y tres en una sola, considerándolas el momento de construcción y esplendor de la villa romana, con paredes estucadas y pintadas y suelos de mosaico.

La siguiente fase, el Bajo Imperio, a partir del siglo III, está representada por la remodelación de la zona noble para usos agrícolas, con dolias, depósitos y vertederos. También destaca el añadido de un ábside semicircular en forma de exedra, relacionado con las remodelaciones arquitectónicas[24]. A partir de las excavaciones de los años 80, se propuso la datación de los siglos V-VI para las estructuras de almacenaje, dolias, fosas y *lacus* que cortan los mosaicos de la villa (Cerdà Mellado y Pérez Tort, 1991; Clariana Roig y Járrega Domínguez, 1994; Prevosti Monclús y Clariana Roig, 1993). Esta nueva datación se respalda con el hallazgo de sigillata africana C y D y ánforas africanas que se encontraron conjuntamente con huesos y fragmentos de fauna. A pesar de que Ribas consideró un posible destrucción violenta de la villa en el siglo V, por el hallazgo de esqueletos sobre los muros y pavimentos (Prevosti Monclús y Clariana Roig, 1988), las excavaciones posteriores no respaldan esta hipótesis (Clariana y Prevosti Monclús, 1994; Clariana Roig y Járrega Domínguez, 1994). A pesar de que la mayor parte de estudios relativos a las dos primeras etapas de excavaciones consideran un corte de

[24] A pesar de que las investigaciones primeras relacionaron este ábside con la transformación de la estancia en una basílica paleocristiana (Prevosti Monclús y Clariana Roig, 1993, 1988), actualmente se ha descartado la idea, puesto que no hay indicios de culto ni elementos propios basilicales. Así mismo, los paralelismos con estructuras absidales en villas hace pensar que la remodelación responde a un cambio en los gustos arquitectónicos y estéticos, relacionando los ábsides con zonas sociales para recibir invitados, (Puerta López y Garcia Rosselló, 2014).

ocupación a partir del siglo VI, Prevostí y Clariana consideraron que esta cronología podría llevarse hasta el siglo VIII, con la ausencia de materiales cerámicos de importación y aumento de la presencia de producciones locales (Prevosti Monclús y Clariana Roig, 1993).

Finalmente, la última fase se data de época altomedieval, entre los siglos VII-IX, identificada con hoyos semicirculares para el almacenaje de alimentos y con su reutilización como vertederos. De esta época es también una necrópolis situada a 500-600 metros de la villa con inhumaciones excavadas, en *tegulae* y sarcófagos de plomo, similar a las necrópolis tardías de Sant Fructós o de Bòbila (Clariana y Prevosti Monclús, 1994; Clariana Roig y Járrega Domínguez, 1994; Prevosti Monclús y Clariana Roig, 1993).

Nuevamente las investigaciones más recientes (Garcia, 2012; Puerta López y Garcia Rosselló, 2014) aportan modificaciones en estas dos últimas fases. Así, la tercera fase correspondería a las remodelaciones del siglo IV-VI y su transformación en centro de producción agrícola y la cuarta fase sería el abandono del complejo y uso como campo de silos a partir del siglo VI. A partir del siglo IV, la parte habitable de la villa se abandonaría para reutilizarla como campo de silos, almacén agrícola, con 15 silos o fosas y necrópolis.

La excavación y estudio de estos materiales y estructuras tardíos corresponde a la fase más reciente de la investigación, destacando sobre todo las campañas a partir del 2007, cuando se estudian los silos y vertederos tardíos, así como las estructuras agrícolas bajoimperiales sobre el jardín de la villa (Nebot Pich, 2011; Puerta López, 2015, 2010, 2008; Ruestes, 2007).

A pesar de que no se habían encontrado indicios de ocupación tardoantigua, recientes campañas del 2015 (Puerta López, 2015) han sacado a la luz fondos de cabañas ovaladas con marcas de hoyos para postes y, por tanto, hechas con materiales perecederos. Se evidenciaría así la reutilización de la zona del peristilo como área de hábitat tardoantiguo, corroborado por los hallazgos de materiales cerámicos. Así mismo, la presencia de cerámica espatulada oxidante podría alargar el uso de este emplazamiento hasta época carolingia. Estas nuevas evidencias, junto con la presencia de zonas de almacenaje, producción y necrópolis, así como los restos cerámicos asociados, presentan grandes similitudes con los yacimientos tardoantiguos del Vallès.

A partir del siglo XV-XVI la zona vuelve a ocuparse con la construcción de la masía y la torre de vigía que dan nombre al lugar.

3.4.2.2. Can Modolell

Este yacimiento se encuentra en Cabrera de Mar, localidad próxima a Mataró (Fig. 13) y, por tanto, en la Antigüedad, Can Modolell perteneció al *ager* de *Iluro*. Geográficamente está situada entre el mar y la Serralada Litoral, a una altura de entre 160-120 m.s.n.m. Está junto a la elevación del Burriac, en un valle abierto sobre la llanura Capçalera. La riera de Sant Feliu configura un paisaje erosionado con sedimentación de tierras aluviales.

El yacimiento se encuentra en la finca privada de la Masía Lladó, en las proximidades de un cruce de caminos, en un terreno que fue cedido por la familia Modellel a la administración pública en 1994 para su mejor conservación, estudio y musealización.

La primera noticia que aparece sobre la existencia del yacimiento se encuentra en los textos de Marià Ribas, en su obra *El Poblament d'Ilduro*, de 1952. En ella, el autor menciona la presencia de cerámica romana y restos de construcciones (Bonamusa Roura et al., 2006). A partir de 1974, aparecen materiales de enterramiento, cerámica romana y vidrio, hallados por los furtivos, quienes dejaron al descubierto dos perfiles de silos (Bonamusa Roura y Garí Lleixà, 1982; Clariana Roig y Járrega Domínguez, 1995; Modolell Ros, 2004). Entre los materiales recuperados, se encontraba una pieza votiva de mármol con una inscripción relacionada con Cautes y Mitra, lo que indicaba la presencia de culto mistérico rural (Bonamusa Roura et al., 2006; Pla Perea y Revilla Calvo, 2002). La presencia de furtivos en la zona motivó una excavación de urgencia que ante los resultados y buena disposición de la administración, desembocó en campañas de excavación programadas durante los diez siguientes años, hasta 1984 (Fig. 24), dirigidos por Joan Bonamusa y en los últimos años también por Rosa Isabel Garí (Bonamusa Roura et al., 2002a; Modolell Ros, 2004). A partir de ese año, las actuaciones se limitaron a limpieza y delimitación, exceptuando una excavación de urgencia en 1994 con motivo de la construcción de un muro que delimitaba el yacimiento. Este mismo año se inició el proyecto de conservación y musealización del yacimiento. Posteriormente, ha habido una última campaña en 1999-2000 bajo la dirección de Víctor Revilla (Pla Perea y Revilla Calvo, 2002).

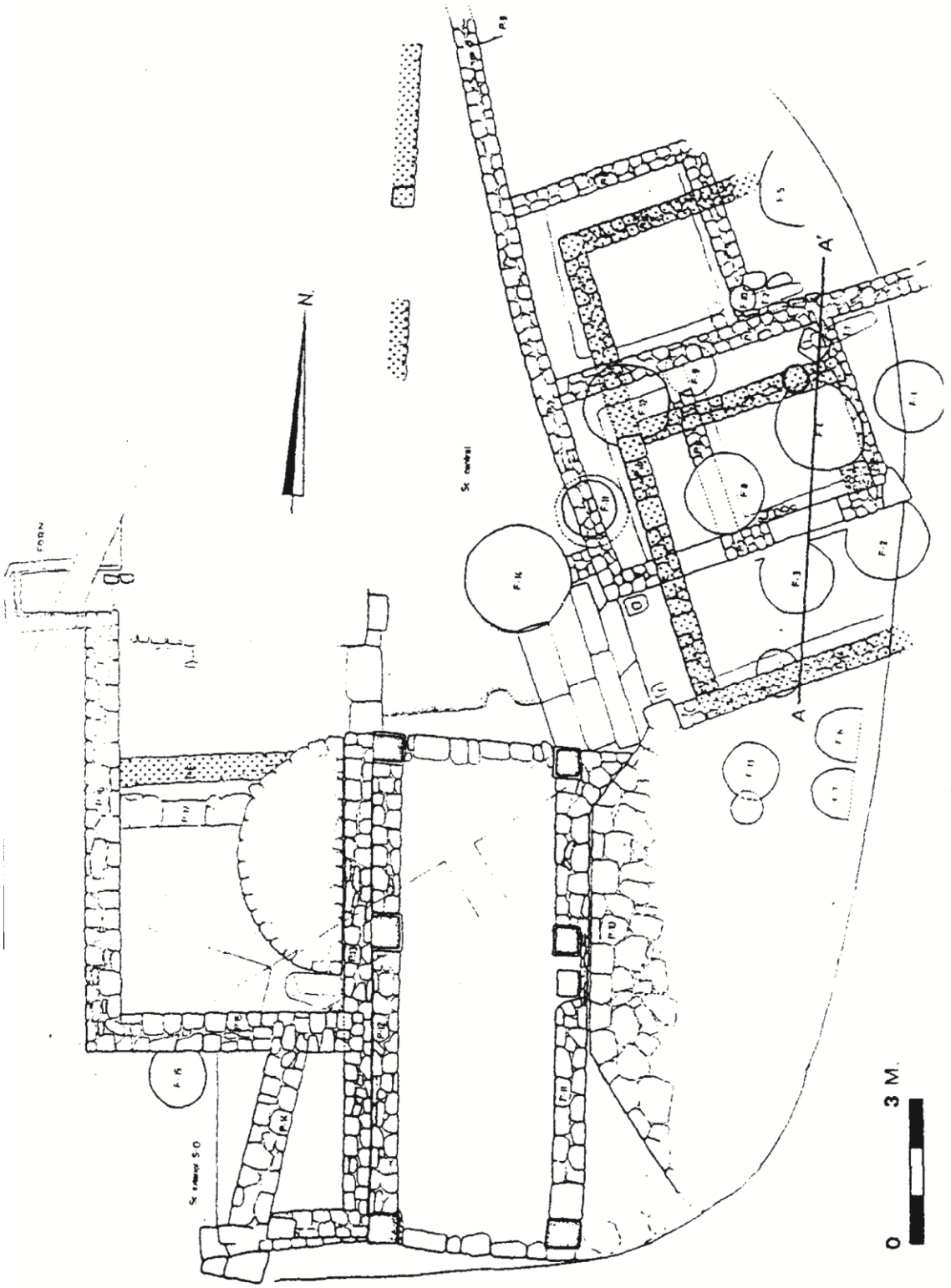


Fig. 24. Planimetría de Can Modolell (Clariana Roig; Járrega Domínguez, 1995)

Can Modolell es un yacimiento con presencia humana entre el siglo IV a.C. y XIII d.C., por tanto, desde época Ibérica a medieval (Bonamusa Roura et al., 2006, 2002a; Clariana et al., 2000). Su ocupación de forma ininterrumpida ha dado lugar a diversas fases. La época ibérica está representada únicamente por dos silos. El grueso de

los hallazgos pertenece a época romana, en la que se pueden distinguir diferentes fases: una primera etapa inicial hasta el siglo I d. C., denominada Estrato VII y que consta solamente de restos muebles dispersos sin estructuras.

La segunda fase es de época altoimperial, con dos sectores diferenciados: A para referirise a un pasillo con escalones de granito que distribuye diversas habitaciones con pavimento de *tegulae* y arcilla y pinturas murales, y B que corresponde a la Sala de la Torre Semicircular o Criptopórtico (Estrato VI), una sala con pórtico subterráneo y muros gruesos para el soporte de un techo abovedado sobre el que había una galería porticada con exedra (Fig. 24). Este criptopórtico es la parte del yacimiento más rica en materiales, con presencia de cerámica, fragmentos de escultura de mármol, metal y vidrio y habría tenido una función incierta, entrada o zona de paso (Bonamusa Roura et al., 2006) horrea o sala polivalente de juegos (Clariana et al., 2000) . El abandono de las estructuras alto-imperiales se asocia al Estrato V.

La siguiente fase se ha denominado Bajo Imperio (Bonamusa Roura et al., 2006), aunque cronológicamente incluye la Antigüedad Tardía, con una fase del siglo V-VI (Estrato IV) y otra que Bonamusa considera de difícil datación situándola entre los siglos VI y XII, por tanto, Antigüedad Tardía y Alta Edad Media (Estrato III). En el siglo III d.C[25], se percibe el abandono y reutilización de las estructuras imperiales con finalidades desconocidas pero caracterizada por construcciones más pequeñas y modestas (Fig. 24). Así mismo, Pla y Revilla atribuyen a este momento la construcción de la torre que solapa el criptopórtico (Pla Perea y Revilla Calvo, 2002). Entre los hallazgos hay cerámica de cocina reductora, algunas importaciones africanas C y D, DSP, enterramientos tardíos y destaca un fragmento de mesa de altar que parece indicar la presencia de culto paleocristiano. Así mismo, de este momento es un pequeño horno en el sector oeste, con finalidad desconocida[26].

La última fase del yacimiento es de época medieval, de los siglos XII-XIII (Estratos I y II), con 15 silos para grano impermeabilizados con arcilla y un pequeño hábitat sobre el criptopórtico, con presencia de cerámica gris tardía y medieval y vidriada musulmana (Bonamusa Roura et al., 2002b). La tradición oral sitúa aquí la

[25] Bonamusa hace referencia a la moneda de Julia Mamea para establecer el inicio del abandono de las estructuras Imperiales en la segunda mitad del siglo III (Bonamusa Roura et al., 2006).

[26] Resulta interesante la presencia de un horno asociado a época tardía debido a escasez de hallazgos de este tipo. Aunque Pla y Revilla (Pla Perea y Revilla Calvo, 2002) mencionan su posible relación con la producción industrial, la falta de estudio sobre esta estructura junto con la antigüedad de las excavaciones hacen imposible determinar su funcionalidad. Bonamusa establece la hipótesis de un horno para cal, por tanto, con uso industrial, relacionándolo con la gran cantidad de mármol hallado en sus proximidades y en todo el yacimiento (Bonamusa Roura et al., 2002a).

desaparecida capilla de Sant Joan, aunque la falta de indicios arqueológicos apunta a que no debió superponerse al yacimiento, sino que podría situarse en las cercanías, más próximo a la masía (Bonamusa Roura et al., 2006; Clariana Roig y Járrega Domínguez, 1995).

Estas fases Tardoantigua y Altomedieval supusieron dificultad de datación ya que en las excavaciones y estudios de los años 80 se fija una cronología amplia e incierta, basándose en la cerámica gris reductora, sin llegar a especificar si se trata de cerámica reductora tardía o gris medieval (Bonamusa Roura y Garí Lleixà, 1982). Posteriores estudios sobre la cerámica de estos niveles han aportado una datación más acotada gracias a la identificación de cerámicas de importación, pudiéndose identificar los estratos del siglo V-VI y considerando que lo que inicialmente se consideró cerámica gris medieval posiblemente se trate de cerámica tardorromana reductora (Clariana Roig y Járrega Domínguez, 1995; Járrega Domínguez y Clariana Roig, 1996), algo que hemos podido confirmar con la revisión de los materiales en el depósito del Museu de Mataró.

Los hallazgos materiales indican que Can Modolell fue una villa imperial de culto rural, con un santuario al culto a Cautes y Mitra y posiblemente a otros dioses, como la tablilla hallada con una inscripción a Neptuno (Clariana et al., 2000; Pla Perea y Revilla Calvo, 2002). Las excavaciones habrían sacado a la luz estructuras secundarias, quedando aún gran parte del yacimiento, incluida la zona de hábitat imperial (Bonamusa Roura et al., 2006). A pesar de que no se han podido identificar las estructuras concretas del santuario, los restos materiales plasman tal función, con diversas figurillas de mármol e inscripciones referentes a tales deidades, exvotos, tablillas de bronce, cerámica con decoración simbólica. Así mismo, Bonamusa (Bonamusa Roura et al., 2006; Járrega Domínguez y Clariana Roig, 1996) establece la hipótesis de la posterior reutilización como basílica paleocristiana, por la asimilación del culto cristiano a San Juan con el pagano a Mitra, que podría coincidir cronológicamente con la cristianización de la zona en época de Teodosio y la cristianización de los santuarios paganos. Esta hipótesis se refuerza con el hallazgo del fragmento de ara de altar que habría supuesto la continuidad del lugar como sitio de culto y religioso (Bonamusa Roura et al., 2006, 2002b; Pla Perea y Revilla Calvo, 2002).

3.4.2.3. *Iluro*

La ciudad de *Iluro* fue fundada a principios del siglo I a. C. donde se encuentra la actual ciudad de Mataró, en la comarca del Maresme (Fig. 13). Se sitúa en una pendiente situada a 400 metros de la costa y a 28 metros de altura sobre el nivel del mar, delimitada por dos cursos fluviales, la Riera y el Rierot, absorbidos dentro de la trama urbana de la ciudad (Bonamusa Roura, 2008; Cela Espín y Revilla Calvo, 2005; Járrega Domínguez y Clariana Roig, 1994).

Es un casco urbano de 7-8 hectáreas con un trazado orogonal dividido en una parte residencial en el centro y al este, una zona artesanal y comercial en la parte sur y una zona pública y administrativa en el norte, la zona elevada de la ciudad. Esta estructuración urbanística va sufriendo variaciones a la largo del tiempo hasta las remodelaciones que se dan en todas las ciudades durante la Antigüedad Tardía, a partir de los siglos IV-V (Fig. 25). Por otro lado, los hallazgos arqueológicos evidencian el continuo uso de la parte urbana de la ciudad durante la Tardoantigüedad, al menos hasta el primer tercio del siglo VII (Cela Espín y Revilla Calvo, 2004; Cerdà Mellado et al., 1997), lo que contradice a la historiografía tradicional que consideraba que hubo un proceso de decadencia progresiva desde el siglo III (Ribas Bertrán, 1988, 1975, 1952). En este sentido, se tiene que añadir la falta de fuentes escritas sobre esta ciudad entre los siglos II-IX, por lo tanto, durante toda la Antigüedad Tardía, posiblemente debido a que este casco urbano no fue nunca sede episcopal a diferencia de otros lugares que sí lo fueron durante los siglos tardíos (Bonamusa Roura, 2006).

La actividad arqueológica de Mataró es escasa, especialmente en cuanto a la Antigüedad Tardía, hasta la fundación de la Sección Arqueológica del Museo de Mataró (SAMM) en la década de 1970. Con la creación del SAMM se pudieron recuperar los materiales de varias excavaciones tanto del casco urbano como de los yacimientos rurales de las cercanías de Mataró. Por otro lado y como es propio de estos años, los investigadores se centraron en las descripciones tipológicas de los materiales, olvidando a menudo los contextos estratigráficos en los que se habían encontrado (Cela Espín y Revilla Calvo, 2004).

La información y el conocimiento sobre *Iluro* romana y tardía se amplió notablemente durante la década de 1980 debido a las numerosas intervenciones preventivas y de urgencia que afectaron tanto al casco urbano como al *ager* de la ciudad, pudiendo así establecer nuevos mapas de ocupación del territorio durante las

diferentes fases cronológicas sucesivas. Estos trabajos, junto con un estado de la cuestión sobre la Antigüedad Tardía en *Iluro* y su secuencia cronológica a partir de contextos estratigráficos, fueron compilados por Járrega (Járrega Domínguez, 1993).



1 Sta Maria/ Fossar Xic 4 de la Palma 15
2 Cristòfol 12 5 Magí de Vilallonga
3 Espenyes- de la Palma 6 Pujol 47

Fig. 25. Planimetría de Iluro con las excavaciones tardías señaladas (Revilla; Cela, 2006)

En este sentido, cabe remarcar la escasez de estudios y de contextualizaciones sobre los materiales cerámicos y dentro de éstos la poca atención a las cerámicas comunes y de cocina. Posteriormente, se siguieron haciendo estudios entre los que suponen un especial interés y relevancia el análisis de las excavaciones hechas entre 1981-1982 y 1987-1994 en la zona del cardo máximo que supusieron la obtención de una secuenciación y evolución histórica cuidadosa del sector (Cerdà Mellado et al., 1997) y el trabajo sobre el análisis de los contextos tardíos y evolución del paisaje urbano en el que se incluyen las intervenciones antiguas y las nuevas hasta el año 2004 (Cela Espín y Revilla Calvo, 2005).

En cuanto a la evolución de la ciudad, es todavía difícil establecer cronológicamente los cambios que se fueron produciendo debido a la ausencia de estratigrafías claras y bien estudiadas para los siglos III-V. Por otro lado, se conocen algunas evidencias de estas transformaciones como por ejemplo el abandono del sistema de alcantarillado en algunas partes de la ciudad y su reforma en otros puntos, durante los siglos III-IV (Cerdà Mellado et al., 1997).

Así mismo se documenta la construcción de una necrópolis y varios silos en los siglos IV-V sobre del foro y cerca de la basílica de Santa Maria (Cela Espín y Revilla Calvo, 2004; Jiménez Marzo, 1995; Revilla y Cela Espín, 2006). Otros estudios que aportan información sobre las transformaciones tardías de *Iluro* son los trabajos sobre los niveles de aterrazamiento y amortización del cardo máximo, con una cronología de la segunda mitad del V y primer tercio del VI (Cela Espín y Revilla Calvo, 2005, 2004; Cerdà Mellado et al., 1997; Revilla Calvo et al., 1997). También destaca el hallazgo de niveles de relleno de fosas y silos, muy cercanas entre sí y relacionadas con actividades domésticas, datadas a finales del siglo VI y principios del VII (Cela Espín y Revilla Calvo, 2005, 2004). Es interesante también señalar también que durante la Antigüedad Tardía no se reconstruyen ni reparan las murallas de la ciudad (Bonamusa Roura, 2008, 2007).

A pesar de estos hallazgos, no se puede todavía tener un conocimiento claro de la organización de los hábitats, ni tampoco de sus necrópolis y espacios funerarios en la zona de Santa María debido a la carencia de inhumaciones excavadas. Por otro lado, se puede afirmar el progresivo abandono de la estructura ortogonal característica de las ciudades romanas clásicas y que, por lo tanto, también tenía *Iluro*, lo que va ligado con la explotación del territorio y la transformación de las relaciones entre la ciudad y su *ager* (Cela Espín y Revilla Calvo, 2004).

Finalmente, entre los siglos VI-VII la ciudad de *Alarona* queda bajo la órbita de *Barcino*na, perdiendo la autonomía que había tenido en época romana (Bonamusa Roura, 2007). En este sentido, cabe destacar el cambio toponímico de *Iluro* a *Alarona*, documentado a partir del siglo X pero que podría haberse dado ya en los siglos V-VI si se consideran los paralelos otras ciudades que adoptan este sufijo en estos siglos (Bonamusa Roura, 2007).

En cuanto a las evidencias arqueológicas tardoantiguas, las excavaciones urbanas han sacado a la luz varios lugares con materiales y estructuras relacionadas con estas cronologías. En primer lugar, destaca la Necrópolis de Santa Maria y Fossar Xic,

templo romano convertido en el siglo VI en basílica con necrópolis cristiana, que pasa a ser un *martyrium* con necrópolis *ad sanctos*. Está situada en la calle Carreró 49, esquina con la calle Santa Maria (Bonamusa Roura, 2007). En plaza de Santa Maria, además, hay un vertedero con material tardío que arrasa las estructuras anteriores (Martín Menéndez, 1990). En la intervención de la calle Sant Francesc d'Assís 26, se encontraron niveles tardíos que amortizan las estructuras imperiales a principios del siglo V (Rodrigo Requena, 2001). Además, del siglo anterior son las inhumaciones que pertenecen a la necrópolis de Santa Maria (Banús Tort et al., 1991). También hay restos de *domus* con remodelaciones y cambios de usos, como la zona del Cardo Máximo, a las calles Sant Cristòfol 12, de en Pujol, calle Palau 32-34 y Carreró 43-45, de los siglos IV-VI (Cela Espín y Revilla Calvo, 2004); la calle de la Palma 15 y Plaza Figueretes 4, aparecen la *domus* y vertederos tardíos (Cela Espín y Muñoz Rufo, 2000). También a Can Palauet aparecen espacios domésticos precarios reaprovechados en los siglos IV-V. Además, se han encontrado varios vertederos y estructuras públicas amortizadas como Can Ruig y Can Fullerars, con la amortización de la cloaca en el siglo IV-V, los recortes y fosas de los siglo IV en Carreró 47 y de los siglos V-VI al Carreró 49, un vertedero del siglo V en la calle Magí Villalonga 16 (Carreras Vidal et al., 1995), los depósitos de las calles Espenyes y de la Palma, asociados a las estructuras cercanas fechadas a mediados del siglo VI (Járrega Domínguez, 2000a; Járrega Domínguez y Clariana Roig, 1994). En cuanto a los silos, se tienen que mencionar las de la calle Magí de Villalonga, amortizadas en el siglo V-VI (Cela Espín y Revilla Calvo, 2004) y los del siglo VI-VII, en la calle Na Pau y calle de la Palma 15 (Cela Espín y Revilla Calvo, 2004). También es destacable del derrumbe de la *tabernae* de la calle Pujol 47, de funcionalidad desconocida y datada entre los siglos II-IV hasta el V (Font Piqueras, 2002). Finalmente, cabe mencionar los estratos tardíos de los siglos IV-VI hallados en la zona del *decumanus*, con un vertedero de cerámica, con ánforas, TSAD, cocina africana, cocina local, fauna, vidrio y metal (Varas Ranz, 2006).

CAPÍTULO 4: LOS MATERIALES CERÁMICOS

4.1. La cerámica de cocina Tardoantigua en la península ibérica

El comportamiento de la cerámica de cocina tardoantigua y sus repertorios en la península pueden diferenciarse en dos zonas diferenciadas:por una parte, la zona de la costa del Mediterráneo, incluyendo las Islas Baleares, y, por otra parte, las regiones interiores más alejadas de la costa levantina.

La zona costera, donde se encuadra el actual territorio catalán, se caracteriza por la abundancia de importaciones, tanto en cerámica de cocina, como en vajilla y contenedores anfóricos (Járrega Domínguez, 2010). Predominan las importaciones norteafricanas, seguidas de piezas del Mediterráneo central, como Italia, Cerdeña o Pantellería, Sur de Francia y en menor frecuencia del Mediterráneo Oriental. Estas producciones datan de los siglos V-VI, momento en que inicia el descenso en el volumen de importaciones.

El área catalana fue uno de los últimos enclaves romanos que pervivieron a la entrada de los godos en el siglo V, lo que pudo favorecer la pervivencia del comercio. En el 430 los vándalos se establecen en Cartago y en el Norte de África, lo que supuso un cambio de tipología en la cerámica, en especial la terra sigillata africana, y el mantenimiento e impulso del comercio, motivado por la supresión de la *annona*, lo que implicaba más excedentes y, por tanto, más stock con el que comercializar (Járrega

Domínguez, 2013, 2010). A partir de la llegada de los bizantinos a Cartago, en el 534, se produce un descenso drástico de estas importaciones, que se limitan a las zonas costeras y urbanas de la península ibérica, a lo que pudo contribuir la rivalidad política entre bizantinos y visigodos (Blázquez Martínez, 2002; Járrega Domínguez, 2010). En los enclaves bizantinos de la península ibérica se percibe una dualidad entre las importaciones norteafricanas y las orientales, evidenciados especialmente en las ánforas (Blázquez Martínez, 2002).

Así, durante los siglos V-VI se pueden encontrar importaciones de cerámica norteafricana a lo largo de toda la costa, desde Roses hasta Málaga, incluyendo las Islas Baleares (Blázquez Martínez, 2002). Estas piezas, tanto terra sigillata africana (TSA) como cocina africana, se imitan por todo el Mediterráneo y especialmente en Francia y el levante peninsular, donde poco a poco se introducen en el mercado al ser más económicas que las importaciones originales (Ikäheimo, 2005).

Se puede citar así el caso de *Valentia* (Ribera y Rosselló, 2007; Rosselló et al., 2010), donde aparecen importaciones de ánforas, TSAD, LRC, LRD y cerámica común y de cocina de diversas procedencias como cazuelas, jarras y morteros africanos, cuencos con vertedera ebusitanos, platos y cazuelas orientales, algunas pocas piezas de Pantellería y cazuelas del sudeste de la Península, probablemente de Cartagena. Con estas piezas, convive la cerámica de producción local o regional fabricada a mano o a torneta con las formas de cazuelas, tapadera, morteros, jarras, barreños y ollas. A partir del siglo VII, las importaciones se reducen a algunas formas de TSAD, ánforas africanas y cazuelas y morteros africanos, mientras que aumenta la producción local o regional de cazuelas, platos, ollas, tapaderas, jarras, morteros y boles. En el caso de Cartagena, se ha identificado una fábrica de producción autóctona de época bizantina (aunque se podría haber iniciado anterior a la presencia bizantina) y posterior caracterizada por pastas rojizas e inclusiones de esquisto y calcáreas (Láiz Reverte y Ruiz Valderas, 1988).

Se han llevado a cabo estudios sobre distintos yacimientos tardíos de las Islas Baleares como Sa Mesquida, Can Muntanyans y Son Peretó en Mallorca, Fornells y Es Cap des Port en Menorca y Es Castell, Can Sorà i Ses Païsses de Cala d'Hort en Ibiza (Buxeda Garrigós et al., 2005; Cau, 2007; Cau Ontiveros, 2003; Cau Ontiveros et al., 2014). En estos yacimientos abundan las cerámicas ebusitanas, distinguiéndose hasta seis fábricas para los materiales del siglo VI incluyendo boles, morteros y jarras, frecuentemente con decoración lineal. Se encuentran también importaciones de ollas

filíticas de Cartagena, cerámica moscovítica y cerámica norteafricana focalizada en cazuelas y platos-tapadera. Además, también se identifican algunas fábricas locales.

La zona del interior se caracteriza por menor presencia de cerámica importada, especialmente proveniente del Mediterráneo. Se encuentran algunas ánforas africanas y orientales y la cerámica de mesa tiende a ser TSHT en vez de africana como acostumbra a suceder en la zona costera levantina y que en el interior tiene una presencia escasa (Virgil-Escalera, 2006). Un ejemplo es el caso de Recópolis, una de las principales ciudades tardoantiguas del interior, donde las importaciones suponen solamente el 8% de los materiales entre los siglos VI-VIII (Olmo Enciso y Castro Priego, 2008). Esta vajilla TSHT es de producción local o regional, propia del interior peninsular durante el siglo IV y decae en el V ante la aparición de la DSP sud gálica y la cerámica gris provenzal (Virgil-Escalera, 2006).

Respecto a la cerámica de cocina, predominan las formas cerradas, especialmente las ollas y el cuenco carenado, que perdura durante la Edad Media. Durante los siglos VI-VII abundan las ollas rojas y negras de post-cocción oxidante y modelado a torno y decoración incisa ondulada de hasta 20 cm Ø o bien ollas de perfil en S. A partir del siglo VII descienden las ollas decoradas a la vez que empiezan a elaborarse grandes ollas o marmitas de mayor capacidad (Olmo Enciso y Castro Priego, 2008). Por otra parte, la cerámica común imita las formas y pastas clásicas, con técnica predominantemente a torneta y pasta fina arenosa en cazuelas, jarras, barreños, boles y cántaros o grandes jarras contenedoras. También se encuentran jarritas y botellas a torno, con pasta más depurada y cuidada (Virgil-Escalera, 2006).

También en la zona de Álava y La Rioja de encuentran centros productores de cerámica de cocina de granulometría gruesa oxidante y decoración a peine o estrías en ollas, jarras, orzas y cántaros (Solaun Bustinza, 2005).

A partir del siglo VI en las zonas del interior se detecta la progresiva desaparición de los centros productivos de tradición romana en post de los pequeños talleres de ámbito familiar con diversidad y especialización regional o bien con una producción itinerante (Solaun Bustinza, 2005).

4.1.1. Las cerámicas de cocina tardías en Cataluña

Las piezas de cocina y comunes son las más frecuentes y las más numerosas respecto al volumen total de cerámica en los yacimientos tardíos. Las formas de las piezas se prolongan a lo largo de los siglos que dura este período e incluso pueden llegar hasta los siglos IX-XI. Tienen sus precedentes en la cerámica romana imperial, aunque con producciones menos voluminosas y menos suntuosas. Por este motivo, no se requieren grandes talleres con alto nivel de especialización (López Mullor et al., 1997). Esta tradición romana se mantiene tanto en las formas como en la técnica. Así, las cerámicas se importan o bien se producen localmente imitando las mismas formas de los siglos anteriores al siglo VI. A partir de este momento, las cerámicas se alejan cada vez más de las romanas para obtener un estilo más propio y autóctono.

Se pueden apreciar claras diferencias entre las piezas de los siglos IV-V y las de los siglos VI-VII y posteriores, más que en las formas en la técnica, ya que las pastas se vuelven más gruesas y menos cuidadas y la elaboración de las piezas es también más tosca a medida que avanza el tiempo.

Las piezas que más abundan son las ollas, especialmente las de perfil en S, como las del yacimiento de la Plaça del Rei de Barcelona (Beltrán de Heredia y Nicolau Martí, 2000; Macías Solé, 1999). Son piezas destinadas a la cocción de alimentos con líquido, ya que su forma evita su evaporación durante el cocinado (Arthur, 2007a). Tienen la base plana, el cuerpo globular, borde exvasado y labio moldurado, triangular o redondeado y en menor frecuencia aparecen también piezas de labio biselado, almendrado o escalonado y otras con base cóncava. Todas estas piezas tienen un encaje interno para la colocación de una tapadera durante la cocción de los alimentos. Este encaje es una característica de tradición tardorromana que se va perdiendo a partir del siglo VIII. Las ollas pueden tener elementos de prensión a modo de asas de lengua ovalada y sección plana o elípticas o también puede haber lengüetas en lugar de asas, como el caso de *Iluro*. Debido a su función, las ollas no necesitan ser decoradas, ya que se trata de utensilios exclusivamente de cocción de alimentos. A pesar de ello, algunas piezas muestran acanaladuras en el borde o en el cuerpo y cabe mencionar las ollas con decoración incisa a peine a modo de paquetes lineares rectos u ondulados.

De forma menos frecuente, se encuentran las marmitas u ollas de gran tamaño. Tienen la base plana, el cuerpo globular, el borde triangular y dos asas sin decoración ni tratamiento en las piezas.

Después de las ollas, las piezas más frecuentes en los yacimientos catalanes son las cazuelas. Son piezas abiertas destinadas a la preparación y cocción de alimentos que requieren poca cantidad de líquidos, puesto que su forma abierta facillita su evaporación (Arthur, 2007a). Pueden ser altas, de paredes verticales rectas o convexas y bajas, de cuerpo corto como el ejemplo de *Iluro*. Constan de base plana y borde recto, moldurado o almendrada. Hay algunas variantes representadas en menor cantidad que tienen la base cóncava y el labio engrosado. Las cazuelas pueden tener elementos de prensión, sobre todo mamelones triangulares, cuadrangulares o semicirculares, como otro ejemplo de *Iluro*, piezas de los grupos PR1 y PR2 de la Plaça del Rei (Beltrán de Heredia y Nicolau Martí, 2000; Buxeda i Garrigós y Cau Ontiveros, 2005) y del archivo administrativo de *Barcino* (Revilla Cubero, 1995), o las cazuelas altas del siglo V de Vila-Roma (TED'A, 1989b). A pesar de que no puede generalizarse, algunas cazuelas pueden estar bruñidas con el objeto de impermeabilizarlas. Otros individuos aparecen con las paredes alisadas, tanto interiores como exteriores, o espatuladas en la cara externa, como una cazuela hallada en el yacimiento de Bòbila Bell-Solà en Santa Perpètua de Mogoda (Coll Riera et al., 1997c; Fierro Macía et al., 2004). En el yacimiento de la Plaça del Rei de Barcelona, se han encontrado restos de cazuelas de borde doblado o rentrante, en forma de ala, que podrían ser importaciones (Beltrán de Heredia, 2005a, 2005b).

Las tapaderas se colocan en los encajes internos de las ollas y cazuelas durante la cocción de los alimentos, por lo que los bordes y las paredes internas están ennegrecidos. Tienen una base anular o plana y paredes convexas, en las que puede haber entre uno y tres orificios para facillitar la salida del humo generado durante la cocción. Los bordes no se diferencian de las paredes y pueden ser de diversos tipos, engrosado, plano, almendrado o biselado. Las tapaderas se rematan con un tirador o botón troncocónico y ligeramente convexo, como el ejemplo encontrado en *Iluro*. También hay algunas tapaderas con botón circular y otras, menos frecuentes, sin tirador. Las paredes internas con frecuencia están alisadas, mientras que exteriormente pueden estar espatuladas, en el caso de las piezas con tratamiento. Estas piezas no tienen decoración, pero en algunos casos pueden estar espatuladas y acanaladas, como las halladas en la Plaça del Rei de Barcelona (Beltrán de Heredia, 2005a, 2005b).

Las jarras son piezas cerradas utilizadas para el almacenaje de líquidos o para servirlos. A pesar de que su principal función se atribuye a líquidos consumidos en la mesa, estudios de residuos orgánicos han hallado evidencias de su uso para servir caldos

y sopas de carne en el yacimiento de Horts de Can Torras (Inserra, 2016). Sus dimensiones son variadas, desde grandes jarras próximas a las tinajas, como las jarras de Tarragona o les de Els Mallols (Francès Farré, 2007; Macías Solé y Remolà Vallverdú, 2005b; TED'A, 1989b), hasta jarras que pueden ser utilizadas como elementos de mesa, como las de Els Mallols o las de *Iluro* (Cela Espín y Revilla Calvo, 2005; Francès Farré, 2007). Estas piezas tienen la base plana o convexa i cuerpo ovoide. El cuello puede ser alto o bajo; los cuellos altos se suelen relacionar con jarritas para la mesa y los bajos con jarras de mayores dimensiones. Los bordes son biselados, rectos, moldurados, triangulares, almendrados o bien engrosados. En algunas pocas piezas, el cuerpo y el borde están unidos, sin cuello, y para facillitar la función de servir, pueden tener una boca trilobulada. Todas tienen una o dos asas, casi siempre de sección elíptica o plana. Al igual que las cazuelas, una pequeña proporción de jarras está bruñida y también aparecen algunas con superficies alisadas y con engobe, especialmente en los siglos V-VI. Las jarritas, en cambio, son de dimensiones mucho más reducidas que las jarras, a pesar de tener la misma estructura de base plana o cóncava y cuerpo ovoide. Además, tienen cuello, tanto alto como bajo y algunas integran un pico para facillitar el vertido de los líquidos. La mayoría de las jarritas tienen el borde redondeado y un asa de cinta. A diferencia de las jarras, las jarritas pueden estar decoradas, encontrándose fragmentos de estas piezas con decoración pintada o acanaladuras en la parte externa del cuello.

Los morteros son piezas que forman parte del ajuar de la cocina pero que no están destinadas a la cocción de alimentos al fuego. Su función es el machacado y mezclado de ingredientes para la preparación de los platos. Estas piezas tienen la base plana o de pie anular, de tradición romana, las paredes convexas y el borde con visera recta, redondeada o curvada, de diferentes tamaños y que frecuentemente es de tipo colgante. Un ejemplo se encuentra en Tarragona, con la visera redondeada (TED'A, 1989b). A veces esta visera es tan pequeña que queda como una rebaba en la pared, como el hallado en la Plaça del Rei de Barcelona (Buxeda i Garrigós y Cau Ontiveros, 2005). También hay morteros sin visera, a pesar de que son menos frecuentes y que terminan en un borde triangular. Los morteros frecuentemente tienen paredes lisas y con engobe exterior y minúsculos fragmentos de roca en el interior para favorecer dicha función de picar alimentos.

Los boles son piezas que se pueden utilizar tanto como vajilla de mesa, como en la cocina para la preparación de los alimentos. Debido a su funcionalidad diversa, sus

tamaños son diferentes, desde pequeños, como los de la Plaça del Rei de Barcelona, a grandes recipientes (Beltrán de Heredia, 2005a, 2005b). Estas piezas tienen base plana, a pesar de que puede haber piezas con pie como una continuación de las formas romanas de los siglos anteriores. Tienen paredes convexas o rectas, a veces con carena y los bordes son variados: triangulares, engrosados, biselados, almendrados, redondeados, moldurados o rectos. Los boles pueden tener superficie con engobe y en ocasiones se decora su cara externa con acanaladuras.

Al igual que otras piezas como los boles o las jarritas, las botellas se pueden utilizar tanto en la cocina como en la mesa. Se trata de recipientes pequeños para guardar y servir líquidos, con base plana, cuerpo globular carenado, cuello alto y estrecho, borde almendrado, triangular o redondeado y una sola asa elíptica. Estas piezas pueden estar decoradas en cuello y asa. Así, hay asas con acanaladuras, helicoidales o de nervio y cuellos acanalados, estriados o pintados con líneas negras. Algunos ejemplos se pueden encontrar en *Tarraco*, *Iluro* o *Barcino* (Beltrán de Heredia, 2005a; Cela Espín y Revilla Calvo, 2005; TED'A, 1989b).

En menor cantidad se encuentran restos de otras piezas utilizadas en la cocina como pueden ser los barreños, vasos y botes. Los barreños se caracterizan por tener paredes muy gruesas, con base plana o umbilical, cuerpo recto o ligeramente cóncavo y el borde sobresaliente plano con el labio redondeado, almendrado o colgante. Muchos barreños tienen carena y también decoración acanalada o, más raramente, incisa lineal tanto en el borde como en el cuerpo. Algunos ejemplos son los de Tarragona, la Plaça del Rei de *Barcino*, els Mallols o *Iesso* (Beltrán de Heredia, 2005a; Francès Farré, 2007; TED'A, 1989b; Uscatescu y García Jiménez, 2005).

Los vasos y jarras con vertedera pueden utilizarse también como complementos en la preparación de alimentos. Tienen la base plana o con pie anular, cuerpo globular o de paredes carenadas y borde rectangular o redondeado. Estas piezas tienen un pico cilíndrico en uno de los lados que sirve de vertedera con borde triangular o engrosado. Los vasos pueden estar decorados exteriormente tanto en el borde como en el cuerpo o en el pico, generalmente con acanaladuras pero también hay algunos con decoración incisa lineal. Los botes son también poco frecuentes, de base plana o cóncava, cuerpo troncocónico y bordes diversos, destinados a guardar alimentos en la cocina.

Hay también otras piezas con escasa representación, como las escudillas, forma local a modo de plato hondo con borde triangular para el contenido de alimentos

caldosos, hallados por ejemplo, en el Pla de Palol (Empúries) (Burch y Nolla Brufau, 2005) y el Puig Rom de Roses (Nolla Brufau y Casas Blasi, 1997) o bien pucheros bitroncocónicos de cuello decorado y borde trilobulado, como el puchero del yacimiento del Puig de les Murades (Nolla Brufau y Casas Blasi, 1997) o los de Vilauba (Castanyer Masoliver y Tremoleda Trilla, 1999). Hay también platos planos o con pie, bandejas y coladores, como los de La Bastida, piezas que de momento se han encontrado sólo en este yacimiento.

Los contenedores son grandes piezas que sirven para almacenar alimentos y líquidos. En la Tardoantigüedad predominan los silos como elemento de almacenaje, ubicados frecuentemente a las afueras de las poblaciones o bien en los suelos de las viviendas. A pesar de ello, se encuentran también restos de piezas cerámicas con esta misma función, caracterizadas por su gran tamaño y grosor de las paredes. Dentro de esta función de almacenaje pueden encontrarse también ollas, tanto reutilizadas como en uso primario. Estas piezas tienen la base plana, el cuerpo globular sin asas, boca ancha con borde plano, redondeado, triangular o engrosado. Con frecuencia tienen dos incisiones paralelas en la parte superior del cuerpo. Estas piezas pueden tener la pared externa alisada manualmente o con marcas de torno y en algunas ocasiones hay restos de bruñido o espatulado. Algunos ejemplos se pueden encontrar en la Plaça del Rei de *Barcino* (Beltrán de Heredia, 2005b, 2005a), en Els Mallols (Francès Farré, 2007), en la calle Magí Vilallonga de *Iluro* (Varas Ranz, 2006), en la villa de Vilauba (Castanyer Masoliver y Tremoleda Trilla, 2005, 2001, 1999), en la ciudadela de Roses (Puig et al., 1997; Puig Griessenberger, 1998), en el Bovalar (Cau Ontiveros et al., 1997a) o en *Tarraco* (Macías Solé y Remolà Vallverdú, 2005b; TED'A, 1989b).

Los contenedores exentos más grandes y frecuentes son las dolias, utilizadas sobre todo para almacenar trigo y cereales. Son de grandes dimensiones, con la base plana para poder fijarse en el suelo y no moverse demasiado. Tienen el cuerpo globular y el borde no diferenciado y engrosado hacia fuera, de sección generalmente semicircular y en menor medida, rectangular. Se han hallado restos de engobe exterior en muchas dolias y a pesar de que predomina el modelado a mano, en ocasiones pueden presentar marcas de torneado discontinuo.

La cerámica de cocina tardía se caracteriza por las pastas gruesas y poco depuradas, quedando las inclusiones mayores visibles en las paredes de los individuos. Hasta el siglo VI se encuentran con trazas de modelado a torno y superficies tratadas, alisadas en el interior y exterior, espatuladas en el exterior o con engobe. Estas piezas

podrían ser tanto de importación africana, baleárica o ibérica como de producción local o regional, imitando estos modelos importados. A partir del siglo VI y hasta entrada la Edad Media, la cerámica de cocina se vuelve más tosca, con técnicas poco cuidadas como el torno lento e incluso piezas hechas a mano, sobre todo en las formas para ir al fuego. Las superficies raramente se tratan y el engobe, así como las decoraciones, se reducen a piezas esporádicas. Se trata de piezas de producción local o regional, ya que en este momento la importación de cerámicas de cocina se reduce.

En el siguiente diagrama (Fig. 26) se puede apreciar cómo la importación de piezas de cocina y comunes es superior a la producción local/regional entre los siglos IV-V. A partir del siglo V se inicia una ligero aumento de las producciones autóctonas de forma que poco a poco se equiparan a la presencia de importaciones africanas. A partir del segmento cronológico de los siglos V-VI cada vez se importan menos piezas para la cocina y se producen más utensilios culinarios locales/regionales de forma que la cantidad de las importaciones mengua hasta casi desaparecer a partir de los siglos VI-VII y desaparece por completo en el período cronológico de los siglos VII-VIII. A pesar de esto, en el siglo VII todavía hay importaciones de cerámica de cocina pero en cantidades muy bajas que en comparación con la producción local/regional suponen una parte muy pequeña de los utensilios utilizados, limitados a las ciudades portuarias.

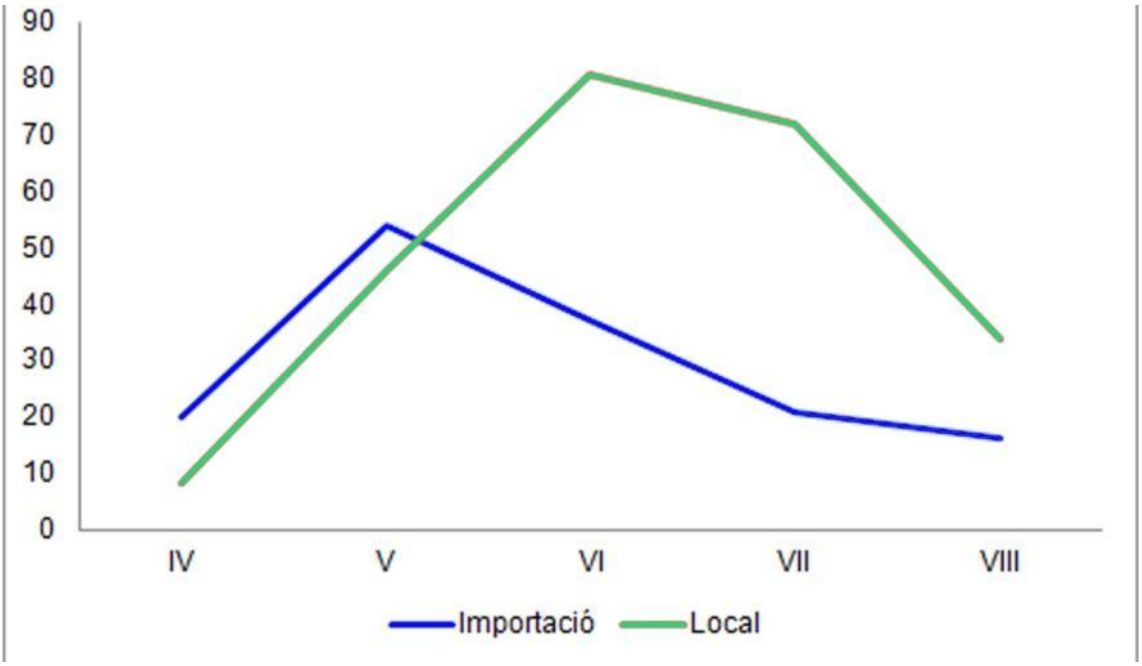


Fig. 26. Gráfico de líneas aproximativo del volumen de cerámica de cocina local e importada hallada en los yacimientos tardíos de Cataluña. Realizado en base a la bibliografia de los yacimientos del apdo. 3.3

Por otra parte, mientras se da esta tendencia a la baja de las importaciones, se ve la recuperación de la cerámica local/regional. A partir de los siglos V-VI ya

empiezan a superar a las importaciones, haciéndose considerablemente más presentes que las africanas durante el siglo VI y quedando como únicas piezas usadas dentro de la cocina a partir del marco cronológico de los siglos VII-VIII.

4.1.1.1. La cerámica de los siglos IV- VI: Predominio de las importaciones

Durante la época tardoantigua en la actual Cataluña se encuentra una gran cantidad de cerámica importada que, como se ha mencionado anteriormente, supone un volumen mayor en los siglos IV-VI, momento a partir del cual va menguando para dar paso al aumento de la producción local. La cerámica importada es principalmente vajilla y ánforas y en menor medida cerámica de cocina. Estas importaciones provenían de distintos puntos, especialmente del Norte de África y Mediterráneo Central, por vía marítima, y en menor medida, producciones orientales (Járrega Domínguez, 2013). Hasta el siglo VI también se encuentra vajilla gálica DSP, pintada tardorromana de la Meseta y terra sigillata hispánica tardía (TSHT). Estas cerámicas provienen del interior del continente y de la península ibérica, llegadas a través del comercio fluvial del Ebro. A partir del siglo VI desaparecen, momento en que las importaciones se reducen y limitan a la costa y núcleos urbanos (Járrega Domínguez, 2013).

La importación de esta cerámica de cocina proviene sobre todo del norte de África y en menor medida del Mediterráneo Oriental y Central o de otros puntos de la península ibérica, principalmente del levante Mediterráneo (Aguarod Otal, 1991; Beltrán de Heredia, 2005b; Clariana Roig, 2009; González López, 2007; Járrega Domínguez, 2013, 2000b). Cabe destacar la escasez de cerámica de cocina de Pantelleria, centro productor cuyas piezas está presentes en gran parte del Mediterráneo Occidental durante la Tardoantigüedad.

Las formas más frecuenten son los boles, cazuelas, platos-tapadera, jarras, barreños y morteros con visera y piezas con particularidades como una cazuela de borde vertical del siglo V o una jarrita de cuello pintado halladas en la Plaça del Rei de Barcelona (Beltrán de Heredia, 2005b). Estas piezas son frecuentes en los yacimientos urbanos, suponiendo un considerable volumen en *Tarraco*, así como en *Barcino*, *Iluro*, *Gerunda* e incluso *Iesso*, a pesar de encontrarse más alejada de la costa y, por tanto, con un acceso menos directo a la llegada de productos por vía marítima (Beltrán de Heredia, 2005b; Cela Espín y Revilla Calvo, 2005; Macías Solé, 1999; Nolla Brufau, 2007b; TED'A, 1989b; Uscatescu, 2004).

La cerámica de cocina y común africana se encuentra en casi todos los yacimientos tardíos del nordeste peninsular, tanto rurales como urbanos, aunque cabe destacar que abunda más en las zonas costeras. Como ya se ha mencionado, se puede ver una tendencia a utilizar estos utensilios que se mantiene hasta el siglo VI, momento en que si bien no se elimina del todo su presencia, se reduce mucho. Su uso estuvo tan generalizado que incluso pueden encontrarse formas de cocina africana en yacimientos del interior, como en *Aeso* (Beà Escoda y Molina Compte, 1988; Payà y Reyes, 1987), aunque por otra parte, está ausente en los yacimientos de alta montaña (Alegría y Hidalgo, 2015).

Abundan las cazuelas y los platos-tapadera, piezas que se complementan al constar las cazuelas de un surco interno para el encaje de la tapadera. Las formas más frecuentes sonla Hayes 23A, Hayes 23B, Ostia-III-267, Hayes 181, Hayes 197 y Ostia-III-324. Algunos ejemplos que se pueden mencionar son los contextos urbanos de Barcino (Calpena Marcos, 2001; Miró Alaix, 1997), Tarraco (Adserias i Sans et al., 1997; Macías Solé, 1999), Iluro (Banús Tort et al., 1991; Cela Espín y Muñoz Rufo, 2000), Iesso (Uscatescu, 2004) y Empúries (Aquilué Abadías et al., 2008; Castanyer Masoliver et al., 1993), pero también en emplazamientos rurales como las villas de Can Sentromà (Gurt Esparrguera, 1984), Vilauba (Castanyer Masoliver y Tremoleda Trilla, 2005, 1999), Els Munts (Tarrats Bou et al., 2008) o la villa dels Hospitals (Macías Solé y Menchon Bes, 2007).

Las piezas Hayes 23A o Lamb.10B se relaciona con contextos del siglo IV-V y alguno del VI, como es el caso de La Palma (*Iluro*), por lo que podría ser residual (Cela Espín y Muñoz Rufo, 2000). Se encuentran principalmente en contextos urbanos del siglo IV, sobre todo en *Tarraco* y en *Barcino*, pero también aparecen esporádicamente en *Iesso* y en *Ausa*, en contextos del siglo V (Adserias i Sans et al., 1997; Mestres Santacreu y Pujades Cavalleria, 1998; Miró Alaix, 1997; Uscatescu, 2004). En menor frecuencia aparecen en las villas, con ejemplos en villa dels Hospitals de *Tarraco* o en Can Sentromà (Gurt Esparrguera, 1984; Macías Solé y Menchon Bes, 2007).

La forma Hayes 23B o Lamb.10A se encuentra en menor cantidad sobre todo en *Barcino* en contextos del siglo IV y en *Iesso* en cronologías del V-VI. También se encuentra en *Ausa*, *Ilerda* y Sant Martí d'Empúries en cronologías del siglo V (Aquilué Abadías et al., 2008; Mestres Santacreu y Pujades Cavalleria, 1998; Miró, 1993; Uscatescu, 2004).

Una de las formas que se encuentra en más emplazamientos y en más cronologías es la cazuela Ostia-III-267, que aparece desde el siglo IV en *Tarraco* (Adserias i Sans et al., 1997) y en los yacimientos rurales del Puig Rodon, la villa dels Munts y la villa dels Hospitals (Macías Solé y Menchon Bes, 2007; Nolla Brufau y Casas Blasi, 1990; Tarrats Bou et al., 2008), en el siglo V en *Iluro* (Cela Espín y Muñoz Rufo, 2000; Cela Espín y Revilla Calvo, 2004), la villa de La Llosa, la dels Hospitals y Ausa (García Fornós y Puche Fontanilles, 2000; Mestres Santacreu y Pujades Cavalleria, 1998), o en los siglos VI-VII en *Iesso* y en *Iluro*.

El resto de las cazuelas africanas aparecen en menor medida y en contextos urbanos de *Tarraco, Barcino, Iesso, Ilerda*, Empuries y *Ausa*, entre los siglos IV-V. Por lo que respecta a las formas Hayes 181, Hayes 197, se halla también en *Iesso* en el siglo VI (Castanyer Masoliver et al., 1993; Gurt Esparrguera, 1984; Macías Solé, 1999; Miró, 1993; TED'A, 1989b; Uscatescu, 2004; Uscatescu y García Jiménez, 2005).

Respecto a los platos-tapadera, los más representadas son los Ostia-I-261 y Ostia-I-262, ambas piezas de los siglos IV-VI, que aparecen tanto en contextos urbanos como rurales. Abundan en *Iluro* (Carreras Vidal et al., 1995; Cela Espín y Revilla Calvo, 2004; Font Piqueras, 2002), en *Barcino* (Albiol López, 1997; Miró Alaix, 1997) y en *Tarraco* (Adserias i Sans et al., 1997; Remolà Vallverdú y Pociña López, 2004b, 2004a), así como en algunos contextos rurales como las villas de Vilauba, Puig Rodon, villa dels Hospitals, els Munts, Darró y la Llosa (Cartes y Gilisbars de Francisco, 2009; Castanyer Masoliver y Tremoleda Trilla, 2001; García Fornós et al., 2001; López Mullor y Fierro Macia, 1993; Macías Solé y Menchon Bes, 2007; Martín Menéndez, 2001; Nolla Brufau y Casas Blasi, 1990; Otiña Hermoso, 2005; Tarrats Bou et al., 2008). La forma Ostia-III-332 es propia de los siglos IV-V con alguna presencia residual en el VI en *Barcino* (Albiol López, 1997). Se halla en *Tarraco*, *Barcino*, *Iluro* y Empúries y en las villas dels Munts y de les Alabardes (Aquilué Abadías et al., 2008; Aquilué Abadías y Burés Vilaseca, 1999; Otiña Hermoso, 2005). Menor presencia tienen las formas Ostia-I-264, Hayes 196 y Ostia-IV-59, también de la misma cronología del IV-V, encontradas sobre todo en *Tarraco, Barcino* e *Iluro* (Adserias i Sans et al., 1997; Aguarod Otal, 1991; Cela Espín y Revilla Calvo, 2005; García Fornós et al., 2001; Gurt Esparrguera, 1984; Járrega Domínguez, 2005a), con la excepción de la forma Hayes 196 que aparece en *Iesso*, en Sant Amanç y en Vilauba (Castanyer Masoliver y Tremoleda Trilla, 1999; Járrega Domínguez, 2011; Uscatescu, 2004; Uscatescu y García Jiménez, 2005).

Por lo que respecta a las ollas, se encuentra sobre todo la forma Vlr. 5.40. Se trata de una forma de olla de perfil en S hallada y definida en el yacimiento de Vila-Roma, en *Tarraco*, con una cronología de los siglos IV-V. Se trata de una pieza propia de en *Tarraco*, pero también en *Iluro* y en *Barcino* (Albiol López, 1997; Macías Solé, 1999; TED'A, 1989b). En cronologías posteriores, siglos VI-VII, solamente se conoce su hallazgo en la fuente de Sant Miquel de *Barcino*. Otras ollas africanas se encuentran también en *Tarraco*, *Barcino* e *Iluro* y en los asentamientos rurales de Els Mallols, Pla de Palol y *Ausa*. Destaca la ausencia de ollas africanas en la parte más interior de la región estudiada con *Ausa* como el yacimiento más alejado de la costa.

Hay también morteros de los siglos IV-V y algunos que perduran hasta el VI. Están en contextos urbanos como *Tarraco*, *Iluro* y Sant Martí d'Empúries (Aquilué Abadías y Burés Vilaseca, 1999; Carreras Vidal et al., 1995; Cela Espín y Muñoz Rufo, 2000; Cela Espín y Revilla Calvo, 2004; Macías Solé, 1999; Macías Solé y Remolà Vallverdú, 2000; TED'A, 1989b), como en los rurales de Pla de Palol, la villa dels Ametllers, la vil·la dels Hospitals, *Aqua Calidae* (Burch y Nolla Brufau, 2005; Jiménez y Palahí, 2005; Macías Solé y Menchon Bes, 2007; Martín Menéndez, 2001). Finalmente, hay también barreños y jarras de los siglos IV-V en *Tarraco* (López Vilar, 2006; Macías Solé, 1999), *Iluro* (Cela Espín y Muñoz Rufo, 2000; Cela Espín y Revilla Calvo, 2004), Empúries (Castanyer Masoliver et al., 1993), *Iesso* (Uscatescu, 2004; Uscatescu y García Jiménez, 2005)y la villa dels Ametllers (Nolla Brufau, 2002; Palahí, 2013). Se tienen que mencionar también, las jarras de la Calle d'en Compte de *Tarraco* y de los silos de Empúries, datadas en los siglos VI-VII. Así mismo se tiene que mencionar la presencia de algunos boles de los siglos IV-V en Gerunda, *Iesso*, *Iluro* y Can Sanador y uno del siglo VII en la Plaça del Rei de *Barcino*.

Estas cerámicas africanas son de pasta fina y compacta, frecuentemente con inclusiones pequeñas de cuarzo. Están hechas a torno con la superficie cuidada, cocidas en un ambiente de reducción/oxidación con colores entre marrón y anaranjado. Con frecuencia presentan zonas grisáceas o ennegrecidas por el contacto con el fuego. Por otra parte, también pueden encontrarse individuos de color oscuro fruto de la cocción y post-cocción completamente reductora.

Las superficies están tratadas, tanto alisadas como con algún barniz o con más frecuencia, con engobe, como en los restos de Els Mallols o de la villa dels Ametllers (Francès Farré, 2007; Jiménez y Palahí, 2005; López Mullor et al., 1999b). Tanto cazuelas como una gran parte de los platos-tapadera presentan frecuentemente una

pátina cenicienta en la superficie externa bien en el borde exterior, que aportan una característica propia de las piezas de cocina norteafricanas tardías. Pueden tener algún elemento decorativo, como acanaladuras o estrías horizontales en la superficie exterior y en la parte interior de muchas cazuelas.

Pero a pesar de que la cerámica africana es la mayoritaria por lo que respecta a las importaciones, se debe mencionar la presencia de piezas de otras proveniencias, corroboradas con frecuencia por la arqueometría. En primer lugar, se debe mencionar la presencia de cerámica ebusitana limitada a vasos con pico vertedera y algún barreño, sobre todo del siglo V (Beltrán de Heredia, 2005a, 2005b; Buxeda i Garrigós y Cau Ontiveros, 2005; Cartes y Gilisbars de Francisco, 2009; Cela Espín y Muñoz Rufo, 2000; Francès Farré, 2007; Macías Solé, 1999). Ambas formas se encuentran solamente en *Barcino*, *Tarraco* e *Iluro*, con única excepción de una pieza indeterminada hallada en Els Mallols y un bol y un vaso-vertedera del siglo VII de la villa dels Munts.

También en *Tarraco*, y en menor frecuencia en *Iluro*, se encuentran producciones importadas del Mediterráneo central (Buxeda i Garrigós y Cau Ontiveros, 2005; Cela Espín y Revilla Calvo, 2004; González López, 2007; Macías Solé, 1999). Estas producciones son cazuelas y un tipo de olla globular del siglo IV.

Finalmente, conviene mencionar la producción oriental encontrada sólo en *Tarraco*, tanto en el núcleo urbano como en la villa de los Munts. Son piezas, sobre todo, del siglo VI y algunas del VII de formas diversas: cazuelas, ollas y en menores cantidades tapaderas, jarras, barreños y morteros. Son piezas de pasta depurada y cocción reductora con una coloración gris-negro y suelen presentar inclusiones de mica dorada o plateada entre otros elementos aplásticos.

Así, la cronología de las importaciones muestra que si bien las africanas dominan este ámbito durante los siglos IV-VI, con algunas aportaciones ebusitanas, a partir del siglo VI, y, a la vez que se reducen las importaciones africanas, aparecen las cerámicas orientales en las escasas importaciones que llegan.

4.1.1.2. La cerámica de los siglos VI-VIII

A partir del siglo VI (Fig. 26) se detecta un estancamiento y descenso de las importaciones de utensilios cerámicos culinarios. Estas piezas son sustituidas por cerámicas de producción local o regional, elaboradas con pastas y técnicas más toscas que poco a poco van alejándose de la cerámica de tradición romana.

Las formas predominantes son las ollas y las cazuelas en todos los yacimientos aquí analizados. Las cazuelas, forma dominante hasta el siglo VI empiezan ahora a menguar su presencia y a ser sustituidas por ollas como forma más abundante.

Las ollas son piezas globulares de base cóncava o plana y con gran variedad de bordes. Pueden tener asas o mamelones como elementos de sujeción, pero no es una característica generalizada en todas las piezas. A diferencia de las piezas africanas, estas ollas no suelen tener el encaje interno para la tapadera ya que su morfología propia, como en el caso de las ollas de perfil en S, hace que no sea necesario. Su funcionalidad hace que no requieran decoración, pese a que algunas piezas, como las documentadas en Els Mallolls o en el monasterio de Sant Cugat presentan acanaladuras incisas externas y decoración impresa (Artigues Conesa et al., 1997b; Francès Farré, 2007). Destacan las ollas del tipo Vlr. 5.40 encontradas también en el grupo de cerámica cocina africana, con una cronología del siglo V y VI, identificadas en *Tarraco*, pese a que no se puede descartar su presencia en otros yacimientos (TED'A, 1989b).

A partir del siglo IV y hasta el VIII se encuentran ollas de perfil en S tanto en yacimientos rurales como urbanos, con un auge de producción en el siglo V. La tipología de olla de perfil en S se documenta y define a partir de las excavaciones de *Tarraco* (Folguet i Coll, 1989; Macías Solé, 1999), con evidencias a lo largo de todo el territorio catalán, por lo que se podría considerar una tipología generalizada. A modo de ejemplo, se pueden citar ejemplares tanto en yacimientos urbanos, como Empúries (Aquilué Abadías, 2008, 1999), *Barcino* (Beltrán de Heredia, 2005a; Fierro Macía et al., 2004) e *Iluro* (Cela Espín y Revilla Calvo, 2005; Clariana Roig y Prevosti Monclús, 2011; Revilla y Cela Espín, 2006), como en yacimientos rurales en Poble Sec (Barrasetas Dunjó et al., 1998, 1993), Sant Feliu de Buixalleu (Negre, 2007), La Bastida (Bacaria et al., 2005), Can Roqueta-Torre Romeu (Terrats Jiménez, 2009, 2006) o en Santa Perpètua de Mogoda (Coll Riera et al., 1997c, 1997b; Fierro Macía et al., 2004), en los dos últimos asentamientos con una cronología de VI-VIII.

Estas ollas tienen capacidades muy diversas desde pequeñas ollas de <20 cm Ø a grandes marmitas >20 cm Ø, como en el Bovalar (Cau Ontiveros et al., 1997a), indicando así diferente capacidad culinaria que podría ligarse al número de comensales. Estas grandes piezas pueden relacionarse también con un cambio de tendencia alimentaria ligada a la deforestación y trashumancia (Negre, 2007).

Cabe mencionar la escasez de cerámica de cocina posterior al siglo VI en la ciudad de *Iesso*, limitándose a pocas cazuelas de los siglos V-VI, de probable

producción local o regional. Por otro lado, estas cerámicas son muy abundantes en los asentamientos rurales interiores como, por ejemplo, en Vilauba (Castanyer Masoliver y Tremoleda Trilla, 2005, 2001) y Vilaclara (Enrich Hoja et al., 1995) así como en la ciudad de *Ausa*.

A igual que las ollas, las cazuelas también se encuentran en todos los yacimientos y en cualquier momento de la Antigüedad Tardía, tanto en los contextos urbanos como en los rurales y tanto en los costeros como en los interiores. Estas piezas pueden ser tanto altas como bajas. Por el momento, no se ha podido establecer una relación entre la cronología y la altura de las cazuelas ya que ambas se encuentran desde del siglo V hasta el VII-VIII. A partir del siglo V, se encuentra un tipo de cazuela alta con el cuerpo globular, encontrada en Vila-Roma (TED'A, 1989b), *Iluro* (Cela Espín y Revilla Calvo, 2005), Darró (López Mullor y Fierro Macia, 1993) y Poble Sec (Barrasetas Dunjó et al., 1998) y que proliferan a lo largo del VI-VII pasando a ser tipo común en muchos yacimientos como los diferentes lugares urbanos de *Tarraco*.

Aparte de estos dos utensilios se encuentran muchas otras piezas de complemento culinario, por tanto, cerámica común. En primer lugar, hay que mencionar las jarras, pieza común que aparece en más cantidad desde el siglo IV hasta el VII-VIII. Aparecen en contextos urbanos de Empúries (Aquilué Abadías, 1999), *Tarraco* (Macías Solé y Remolà Vallverdú, 2005b, 2000), *Iluro* (Bonamusa Roura, 2007; Cela Espín y Revilla Calvo, 2004) y también en las interiores como *Iesso* (Uscatescu, 2004) y *Ausa* así como en contextos rurales tanto costeros como interiores, en cualquiera de las cronologías anteriormente citadas.

El mortero es un utensilio para el procesado de alimentos que puede aparecer con o sin visera. También se encuentran desde el siglo IV hasta el VII-VIII, tanto en contextos urbanos como *Iluro*, *Tarraco*, Roses, *Barcino* o Empúries como rurales, como el monasterio de Sant Cugat (Artigues Conesa et al., 1997b), La Solana (Barrasetas Dunjó, 2003), Can Roqueta/Torre Romeu (Terrats Jiménez, 2009), Poble Sec (Barrasetas Dunjó et al., 1998), Vilauba (Castanyer Masoliver y Tremoleda Trilla, 2001) o Santa Perpètua de Mogoda (Coll Riera et al., 1997a; Roig Buxó, 2009), por citar algunos ejemplos. Cabe destacar la escasez de esta pieza en las zonas más interiores de Catalunya, ya que no se encuentran en *Iesso*, en *Ausa* y aparece solo raramente en asentamientos rurales no costeros.

Otra piezas que también aparece con frecuencia son el plato-tapadera o tapadera, los boles y los barreños. Se encuentran en todas las cronologías y tanto en

yacimientos rurales como urbanos así como interiores o de la costa. Estas tapaderas pueden ser lisas o tener algún tipo de elemento para cogerlas a modo de pomo central de diversas tipologías, como las tapaderas de *Iluro* o las de la Plaza del Rei de *Barcino*. Algunas pueden tener orificios en la superficie para permitir la salida del humo durante la cocción, como en el caso de las tapaderas de *Iluro* y pueden presentar decoración incisa linear en el exterior, como en Las Coromines (Enrich Hoja y Enrich Hoja, 1997). Los boles son piezas sencillas, cóncavas, de labio generalmente recto o redondeado y polifuncionales. Los barreños se caracterizas por paredes muy gruesas, frecuentemente de coloración beige, con bordes redondeados o exvasados.

Finalmente, hay una serie de piezas con una presencia muy escasa, como los grandes contenedores y las ollas para el almacenaje, que aparecen desde el siglo V hasta el VII-VIII en *Barcino*, *Tarraco*, Roses (Puig et al., 1997; Puig Griessenberger, 1998) y a las villas de Vilauba y Els Mallols (Castanyer Masoliver y Tremoleda Trilla, 2001; Francès Farré, 2007). Hay también algunos vasos con pico vertedera dispersos en la Plaça del Rei en *Barcino* de los siglos VII-VIII. Los pucheros y las escudillas también son piezas testimoniales con la presencia de pucheros de los siglos IV-V en Vilauba y en Empúries y de escudillas del siglo IV en el Plà de Palol y del siglo VI-VII en Puig Rom. Las escudillas son piezas difíciles de identificar debido a su parecido a nivel tipológico con otros utensilios como los boles o algunas cazuelas. Para finalizar, cabe mencionar la presencia de un colador del siglo V-VI en la Bastida, como único útil de este tipo encontrado en cronologías tardías (Bacaria et al., 2005).

Se trata de piezas gruesas, de pasta tosca, poco depurada y porosa. Se pueden observar inclusiones blancas sedosas, blancas transparentes, opacas y brillantes pertenecientes a diferentes minerales y rocas, especialmente cuarzo y mica, así como vacuolas (Cau Ontiveros et al., 1997b; Enrich Hoja y Enrich Hoja, 1997; Moro García, 1997). Estas inclusiones no son de un solo material, sino que pueden encontrarse elementos combinados no solo en la parte de la arcilla natural, sino también como añadidos artificiales para mejorar las propiedades tecnológicas de la cerámica resultante y adecuarse a su funcionalidad. Con frecuencia se encuentran inclusiones aplásticas de cuarzo, feldespato, mica y rocas y minerales graníticos y metamórficos.

Esta cerámica local/regional tiende a utilizar la técnica de la torneta o del modelado a mano y sin tratamientos posteriores excepto algunos alisados externos o engobes internos. Algunas piezas conservan marcas digitales como signo de este modelado a torneta, como en las ollas de Terrassa (Moro García, 1997). Estas piezas

tienen muy poca decoración, solo algunas acanaladuras y estrías externas en piezas esporádicas, como las ollas de Can Roqueta-Torre Romeu (Terrats Jiménez, 2009, 2006). Si bien, cabe mencionar la presencia de ollas decoradas con paquetes de líneas incisas a peine, tanto horizontales como onduladas, propias de los siglos VI-VII.

Predominan las piezas oscuras de cocción reductora, pese a que también se encuentran en menor cantidad, cerámicas beige-marrón por la post-cocción oxidante. También son frecuentes las piezas de cocción irregular y que, por tanto, combinan colores oscuros propios de la reducción con los claros de la oxidación. Pese a que no se puede generalizar, se aprecia una tendencia a cocer la cerámica de cocina en atmósferas reductoras mientras que para la cerámica común, complemento de la cocina, se utiliza preferentemente una atmósfera oxidante, al menos durante la post-cocción. Así, las ollas y las cazuelas son mayormente oscuras, mientras que las jarras, los barreños, los contenedores, los vasos con pico vertedera y las escudillas son predominantemente oxidantes. En lo referente a los morteros y los boles se constata una tendencia cuantitativamente similar en cuanto a la presencia de piezas oxidantes y de piezas reductoras.

Las necesidades de cerámica de la población se abastecen de forma diferente según los núcleos. Así, los emplazamientos urbanos continúan con la tradición artesanal romana de los talleres en las ciudades donde se hacen las piezas que después se comercializarán dependiendo de las necesidades y demandas de la población urbana y de los modelos exteriores a imitar.

En los núcleos urbanos, puede haber hornos cerámicos en las zonas destinadas a la producción. No todos los emplazamientos tienen esta infraestructura, por lo que se podría tratar de hornos comunales que abastecen a todas las poblaciones de una misma región. Un ejemplo de horno cerámico en un yacimiento rural es el de Can Roqueta-Torre Romeu (Terrats Jiménez, 2009, 2006), aunque se documentan estructuras muy similares en otros lugares como els Mallols (Francès Farré, 2007), Can Modolell (Clariana Roig, 1990; Járrega Domínguez y Clariana Roig, 1996) o La Solana (Barrasetas Dunjó, 2003, 1998). Estos hornos[27] son pequeños, sencillos, excavados en la tierra, de planta circular o irregular, base plana y cúpula de arcilla que no se suele conservar. Las paredes pueden tener un doble revestimiento de arcilla y de *tegulae* y de *imbrice*, lo que se interpreta como reparaciones del complejo. Son hornos de una sola

[27] Ver capítulo 2.1 para el desarrollo de la tipología de los hornos

cámara, ya que no es frecuente documentar la parrilla que separa la cámara de combustión de la de cocción, por lo que las piezas debían estar conectadas directamente con el fuego durante la cocción.

Por tanto, se puede afirmar que existe una tendencia diferente entre la costa y el interior, con una mayor presencia de cerámica importada a la zona costera y más producción local/regional en el interior. También se pueden apreciar diferencias entre los yacimientos urbanos y rurales, ya que en los yacimientos rurales la producción local/regional es mayor que en los centros urbanos, que cuentan con más facilidades para adquirir productos importados, como sucede en *Tarraco*, *Iluro* o *Barcino*.

En lo referente a las piezas, cambian tipológica y tecnológicamente a la largo de los siglos. Un ejemplo es la evolución de las ollas que en los siglos IV-VI están representadas mayoritariamente por la forma Vlr. 5.40, para ser más común a partir del siglo VI y hasta el VII la forma de perfil en S, que ya existía anteriormente pero no tenía tanta presencia. Este tipo de ollas mantendrán su pervivencia a lo largo de la Edad Media, con hallazgos en estratos del siglo XIII en la zona de los Pirineos (Alegría y Hidalgo, 2015). En lo referente a la cerámica común, se mantienen las formas, probablemente por tradición romana y por la utilidad que supone en la cocina, aunque sus hallazgos se reducen a partir del siglo VI. También aparecen nuevas formas que tendrán continuidad a lo largo de la Edad Media, como las ollas reductoras tetralobuladas del Vilar del Montclús (Folch y Martí, 2007; Gibert Rebull, 2011; Iglesias et al., 2009; Roig Buxó, 2009), o las jarritas reductoras de perfil en S de Sant Vicent de Rus (López Mullor et al., 1997).

Los mayores cambios se pueden apreciar en la tecnología, ya que las piezas inicialmente depuradas, compactas y hechas a torno con tratamientos de superficie evolucionan hacia la sencillez, con las arcillas menos depuradas y con muchas inclusiones, modeladas a mano o a torneta y con pocos o ningún tratamiento de la superficie. Así, la cerámica de cocina y común pasa a ser meramente funcional y práctica y a eliminar cualquier tipo de reminiscencia estética que hubiese podido pervivir de época romana.

4.1.1.3. La continuidad de la cerámica de cocina Tardoantigua

A partir del siglo VIII y hasta entrado el siglo XIV esta cerámica local evoluciona a la cerámica gris medieval, propia del norte de la península ibérica, sur de Francia e Italia y que representa una continuidad tipológica con las piezas de cronologías previas (Travé et al., 2015, 2014b, 2013a; Travé y Padilla, 2013). Como las piezas tardoantiguas, se caracteriza por pastas gruesas de color gris por el ambiente de cocción reductor y sin decoración o incisa sencilla, predominantemente en la forma de ollas de unos 20 cm Ø y cazuelas.

La producción se desplaza hacia el interior, con centros productores diseminados, con especial relevancia a Cabrera d'Anoia y Casampons y otros secundarios como Santa Creu de les Olles o Vinya d'en Sant (Travé y Padilla, 2013).

El complejo de Cabrera d'Anoia, de los siglos XI-XIII, consiste en 30 hornos excavados en la roca que abastecía a toda la región en un ámbito de entre 10-40 Km y que en escasas ocasiones podrían haber llegado a un comercio de hasta 80 Km (Travé et al., 2015). Se han identificado 28 fábricas distintas de cerámica gris medieval, caracterizadas en su mayoría por la presencia de materiales graníticos y con fábricas con chamota, calcita o filita (Travé et al., 2015). De éstas, cuatro pertenecen al centro productor de Cabrera d'Anoia, caracterizadas por pastas no calcáreas y graníticas, con diferentes tipos y tamaños de inclusiones, provenientes de los estratos granodioríticos regionales (Travé et al., 2014b).

También se encuentran talleres de cerámica gris ya en los siglos XII-XIV en Sant Esteve de Cautes, que se repuebla en el siglo VIII y en Sant Feliu de Girona. En ambos casos, se producen ollas exvasadas con decoración incisa a peine. En estos centros, se han identificado cinco fábricas, con presencia de cuarzo de diversos tamaños de grano, una fábrica calcárea e individuos metamórficos (Travé et al., 2013a).

Otros centros productores de menor envergadura se sitúan en la zona de Osona. Por otra parte, en el siglo X aparece la cerámica de vajilla gris emporitana producida en Quart, Bisbal y Verdú, elaborada sin pretensiones estéticas y meramente funcional, cuya resistencia al choque término le podía conferir funciones polivalentes (Vendrell et al., 1997). Se trata en todo caso de centros rurales, puesto que la alfarería no volverá a instaurase en las ciudades, de forma paulatina hasta el siglo XIII con la produción de las cerámicas medievales con vidriados verde manganeso (Padilla, 1984).

De esta forma se puede considerar la jerarquización de centros productores del interior, con áreas de influencia de cada uno de ellos y con escasa distribución a distancias que superen los 40 Km (Travé et al., 2013a; Travé y Padilla, 2013).

4.2. Los materiales del Vallès

4.2.1. Los materiales cerámicos de Can Gambús

Este yacimiento consta de 293 estructuras tardías de los siglo VI al VIII, por lo que el material arqueológico hallado es abundante. Se documenta cerámica, fauna, vidrio y metal que en total forman un NMI de 569 piezas (Roig Buxó, 2011; Roig Buxó y Coll Riera, 2012, 2011b). Los materiales cerámicos de Can Gambús se pueden categorizar en seis grupos (Coll Riera et al., 1997b; Roig Buxó y Coll Riera, 2012, 2011b):

- Cerámica fina de importación: Se trata de vajilla de mesa, tanto sigillatas africanas TSAD o ARS, como gálicas DSP.

- Ánforas: Se identifican contenedores y ánforas africanas y orientales, aunque su volumen en relación al total de materiales es más bien escaso, con solamente 13 individuos que suponen el 2% del total.

- Late Roman Coarse Wares: Incluye cerámica común oxidante y reducida fina, ambas de pasta depuradas anaranjadas o grises y modeladas a torno. Las formas son diversas, predominando los contenedores y grandes jarras para almacenaje. Se han hallado 35 piezas que corresponden al 6% de los materiales.

- Late Roman Cooking Wares[28]: Este grupo corresponde a la cerámica de cocina de color gris, pasta gruesa y de aparente producción local o regional. Las formas son principalmente para ir al fuego, especialmente ollas y cazuelas aunque también hay piezas accesorias de la cocina como morteros o tapaderas. Es el grupo más numerosos con 478 piezas, lo que supone el 85% sobre el total de los materiales.

- Grandes contenedores o dolia: Su gran tamaño propicia el modelado a mano ante la dificultad añadida del uso del torno. Se han hallado 16 individuos que representan el 3% de los materiales.

[28] Algunos autores denominan este tipo de cerámica como CRAT, "ceràmica reduïda de l'Antiguitat Tardana" (Barrasetas Dunjó et al., 1998).

- Otras cerámicas: Además de estas formas, se han hallado 27 individuos, el 4%, que corresponden a pesas de telar y elementos decorativos en forma de disco.

Estos materiales corresponden a tres fases cronológicas diferentes establecidas por el registro arqueológico y utilizando de la cerámica fina como fósil director para las fases en las que aparece (Roig Buxó, 2011; Roig Buxó y Coll Riera, 2012, 2011b). La primera fase corresponde al siglo VI (500-575). Esta fase se caracteriza por la escasa presencia de importaciones, tanto cerámicas finas como ánforas, que en las fases posteriores ya no se documentan. La vajilla corresponde a TSAD o ARS, concretamente con las formas de copa Hayes 91C, de plato Hayes 94 y jarrito. También se encuentran cerámicas finas sud-gálicas DSP con el plato Rigoir 8. Por su parte, las ánforas corresponden a tres tipos africanos, Keay 26, 41 y 62A y tres orientales del tipo LRA1A, LRA4B y LRA6. A pesar de estas piezas importadas, el mayor número de hallazgos corresponde a cerámica de cocina de cocción reductora. En este grupo, se encuentran ollas marmitas u ollas de gran tamaño y cazuelas pero también formas accesorias de la cocina que no se utilizan en contacto directo con el fuego como jarros con vertedera, botellas, boles y morteros de visera. Las ollas son las formas mayoritarias, con el cuerpo globular, base plana, labio moldurado geométrico, con o sin asa, y con ausencia de decoración.

La segunda fase data de finales del siglo VI y del VII (575-675) y se caracteriza por la ausencia de cerámica importada, tanto vajilla como ánforas. La cerámica común oxidante y gris fina mengua, limitándose a jarritos beige. Por otra parte, la cerámica de cocina gruesa es predominante, con elaboración tanto a torno como a torneta y coloración gris. Las formas se reducen respecto a la primera fase, hallándose únicamente ollas, marmitas, cazuelas, orzas y jarras. Las ollas continúan siento la forma más numerosa, con las mismas características pero con decoración incisa a peine de líneas horizontales.

La tercera fase data de finales del siglo VII y del VIII (c. 675-775). En este momento el repertorio tipológico se reduce a cerámica gruesa de cocina, principalmente ollas, modelada a mano y a torneta de forma globular de perfil en S, base cóncava, borde exvasado y labio simple o biselado. También aparecen jarros con asa y pico. Por el contrario, desaparecen las decoraciones a peine (Lám. 4) y los bordes moldurados y geométricos y también dejan de encontrarse evidencias de cazuelas (Lám. 2) y de

morteros (Lám. 2). En esta fase se encuentran los grandes contenedores y dolia que pueden ser pequeños, de 50 cm o grandes de c.100 cm.

4.2.1.1. Los materiales seleccionados de Can Gambús

Se han seleccionado un total de 34 muestras del yacimiento de Can Gambús, de las cuales 25 pertenecen a cerámica de cocina y nueve a cerámica común. La cerámica de cocina consta de 23 ollas y dos cazuelas, mientras que en cerámica común se han seleccionado tres jarras, dos barreños, dos morteros, un bol y un plato (Fig. 27). El listado de estos materiales puede verse en la Tabla 2 del anexo.

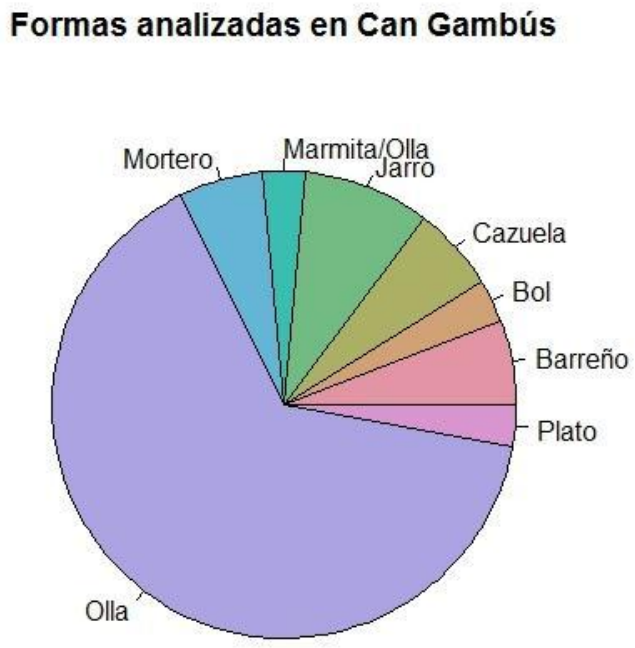


Fig. 27. Gráfico circular con las formas cerámicas seleccionadas de Can Gambús

La coloración de las pastas sitúa 25 piezas en cocción y post-cocción reductora, con tonalidades entre grises y negras, seis en cocción reductora y post-cocción oxidante por la coloración marrón anaranjada y otras tres de cocción irregular que combinan coloraciones grises y marrones en la misma pieza.

Los arqueólogos que las han estudiado aportan una serie de particularidades identificadas con criterio a ojo desnudo. Así, se han identificado modelados a torno en 18 individuos y siguiendo criterios comparativos, se ha supuesto una producción local o regional para 17 individuos y solamente una importación que correspondería al plato CG1007. Siete individuos presentan decoración exterior, con seis ollas con incisiones a peine a modo de paquetes de líneas paralelas (CG1022, CG1025, CG1026, GC1028, CG1029 y CG1031) y el barreño CG1019 que presenta decoración pintada con líneas verticales.

Los barreños (Lám 1.) son piezas de gran tamaño >30 cm Ø, paredes muy gruesas, pasta poco depurada con inclusiones y desgrasante de gran tamaño, pudiéndose observar fragmentos de biotita o de cuarzo. Tienen cocción reductora y post-cocción

oxidante, obteniendo así un color anaranjado o marrón claro y se les atribuye un modelado a torneta.

El individuo CG1035 presenta perfil completo evidenciando base plana muy gruesa y borde vertical recto. Consta además de dos asas horizontales planas a los laterales. CG1019 por su parte, presenta el borde ligeramente exvasado con labio redondeado y no se constatan asas. Por otra parte, esta pieza presenta decoración pintada geométrica y lineal de color negro. 20

Los dos morteros (Lám. 2) se caracterizan por ser formas abiertas de paredes gruesas aunque proporcionales con su tamaño (<22 cm Ø). En ambos casos los individuos tienen un borde con visera, aunque más pronunciada en CG1018. A pesar de ello, son dos piezas muy diferentes. CG1018 consta además de un pico vertedera y labio redondeado hacia el interior. Es de color entre gris y negro por la cocción y post-cocción reductora, mientras que CG1037 es beige por la post-cocción oxidante. CG1037 es también tipológicamente más sencillo, con el borde engrosado hacia el exterior.

El bol (Lám.1) y el plato (Lám.1) son elementos accesorios que podían tener uso tanto en la cocina, para el procesado alimentario, como en la mesa para el consumo de los alimentos finales. En ambos casos, son piezas con un ambiente de cocción reductor/oxidado, de tonalidades marrón claro y pastas más depuradas que el resto de los materiales seleccionados.

El plato CG1007 es la pieza más fina de todo el muestreo, con un acabado bruñido y tipológicamente imita la forma Hayes 103. El bol CG1008 tiene la base plana y gruesa, paredes rectas ligeramente exvasadas y borde almendrado hacia el exterior.

Las jarras (Lám. 1) pueden diferenciarse en dos tipos. Por una parte, CG1005 y CG1006 son piezas globulares de gran tamaño, base plana y un asa lateral. CG1005 tiene el borde plano engrosado hacia el exterior y acanaladuras horizontales que cubren dos tercios del cuerpo. CG1006 tiene el borde redondeado y engruesado hacia el exterior y el cuerpo liso. Por otra parte, CG1014 es de un tamaño mucho más reducido, con base plana y cuerpo abombado sin la esfericidad de las otras piezas. Las tres piezas tienen pastas depuradas de color anaranjado por la post-cocción oxidante.

Las dos cazuelas (Lám 2) son de color negro por el ambiente de cocción y post-cocción reductor y con algunas zonas en marrón oscuro en CG1034 que denotarían una cocción irregular. Son pastas gruesas, con visibles inclusiones de mica dorada en las paredes. Tipológicamente son formas abiertas y cóncavas, con base perdida pero probablemente cóncava y en CG1034 se constatan asas laterales planas y horizontales.

El borde en CG1033 es redondeado hacia el interior, mientras que en CG1034 se percibe carena y labio recto.

Las ollas (Lám. 2-4) son las formas más numerosas. Son piezas gruesas, poco depuradas, frecuentemente con desgrasante añadido y modeladas a torno. Se caracterizan por tonalidades entre gris y negro por el ambiente de cocción reductor o bien irregular con colores grises y marrones simultáneamente, como en CG1026. Solamente CG1023 es de color anaranjado y, por tanto, de post-cocción oxidante.

Su tipología es diversa, predominando las ollas globulares de perfil en S. Los individuos CG1003 y CG012 tienen el cuerpo abombado y las piezas CG1016, CG1020, CG1021 y CG1036 tienen el cuerpo carenado, con presencia de asas verticales en CG1020, única olla que consta de este elemento. Todas las ollas de perfil completo tienen la base plana y los bordes pueden ser engrosados hacia el exterior, almendrados o rectos, con frecuentes encajes para tapaderas como en CG1010, CG1011, CG1015, CG1020, CG1022, CG1025, CG1026 o CG1036. CG1017 presenta también una ligera visera en el borde. Las superficies no están tratadas, lisas sin decoración o bien con paquetes de líneas horizontales incisas a peine que se encuentran en CG1022, CG1025, CG1026, CG1028, CG1029 y CG1031.

Finalmente, el individuo CG1027 se ha clasificado como olla pero por su reducido tamaño podría tratarse de un puchero. Consta de base plana, cuerpo ligeramente troncocónico con un asa lateral y borde engruesado hacia fuera.

Cronológicamente (Fig.28), cinco individuos corresponden al siglo VI, dos ollas (CG1023 y CG1036), una cazuela (CG1033), un mortero (CG1037) y un barreño (CG1035), 27 se sitúan en la horquilla de los siglos VI-VIII y dos ollas podrían datar hasta del siglo VIII (CG1020 y CG1021).

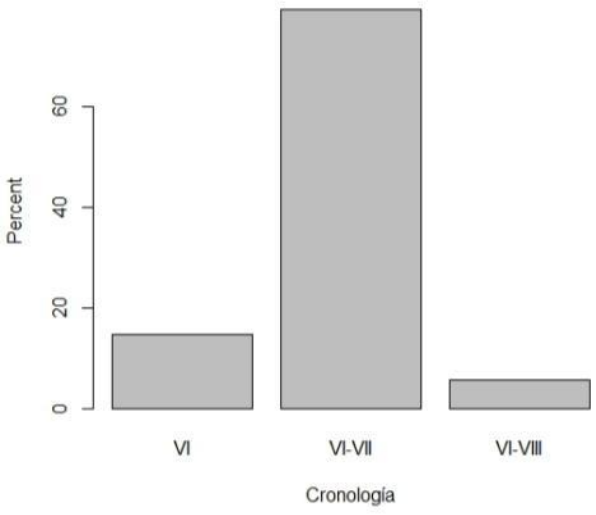
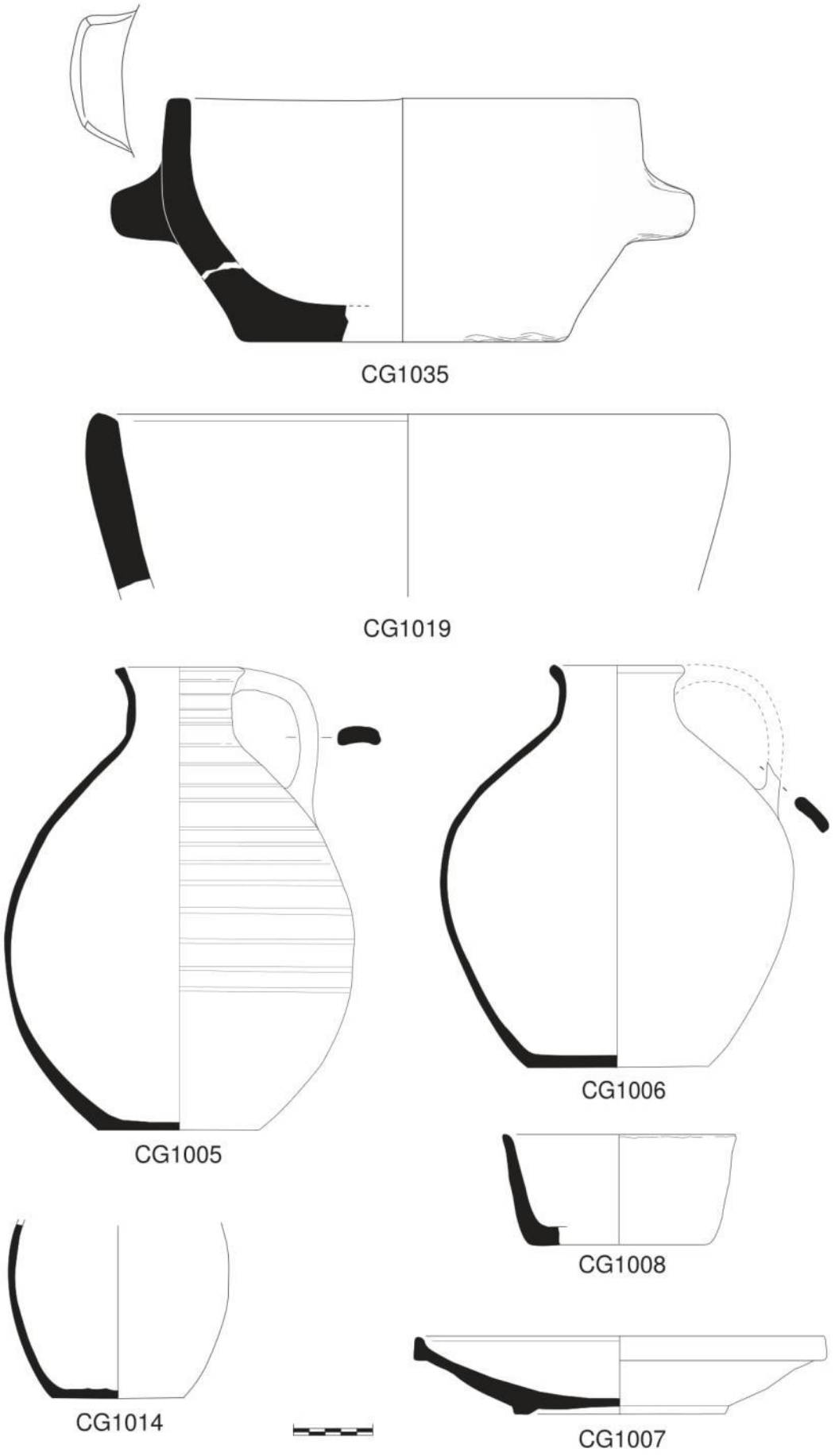
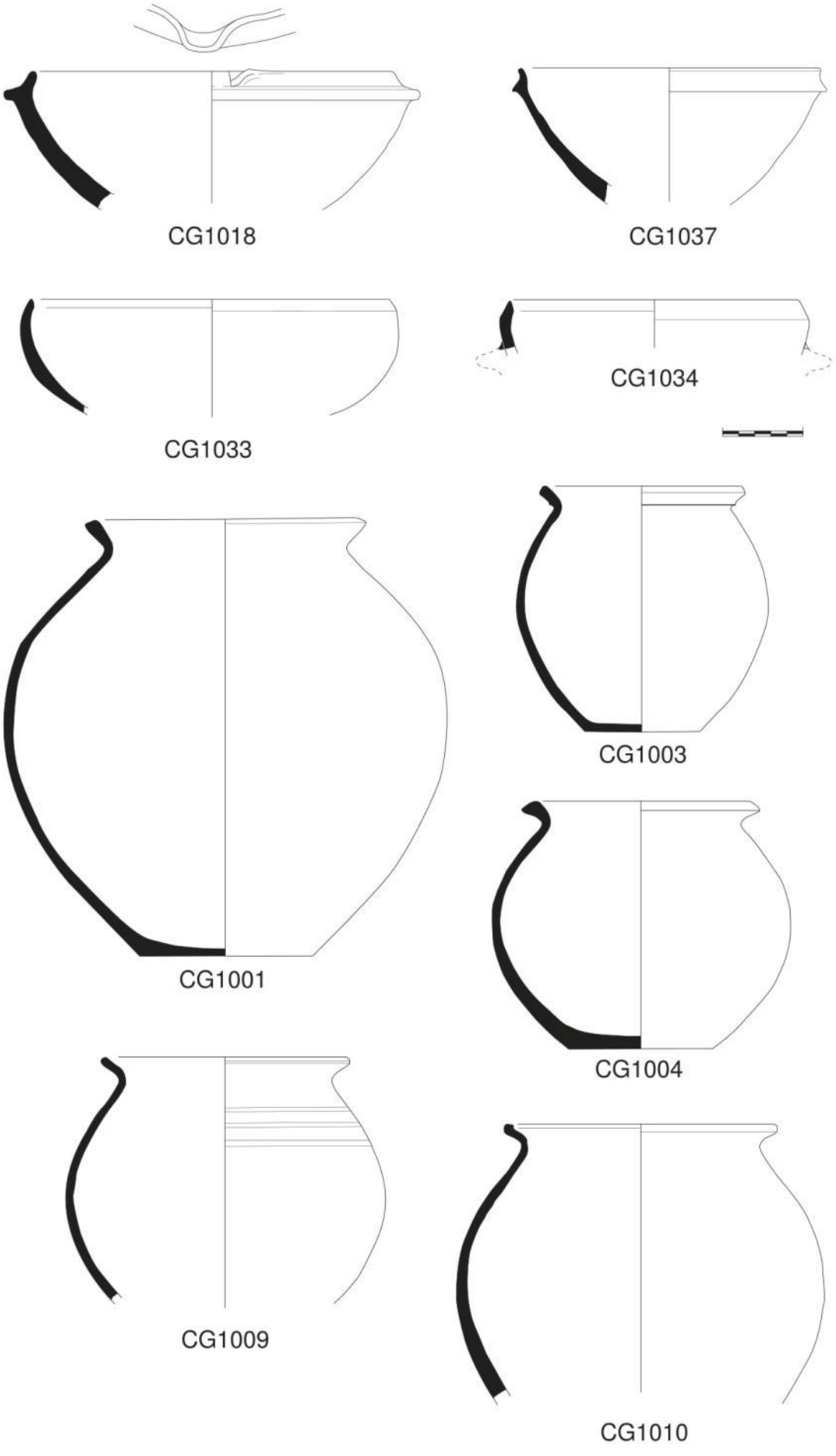


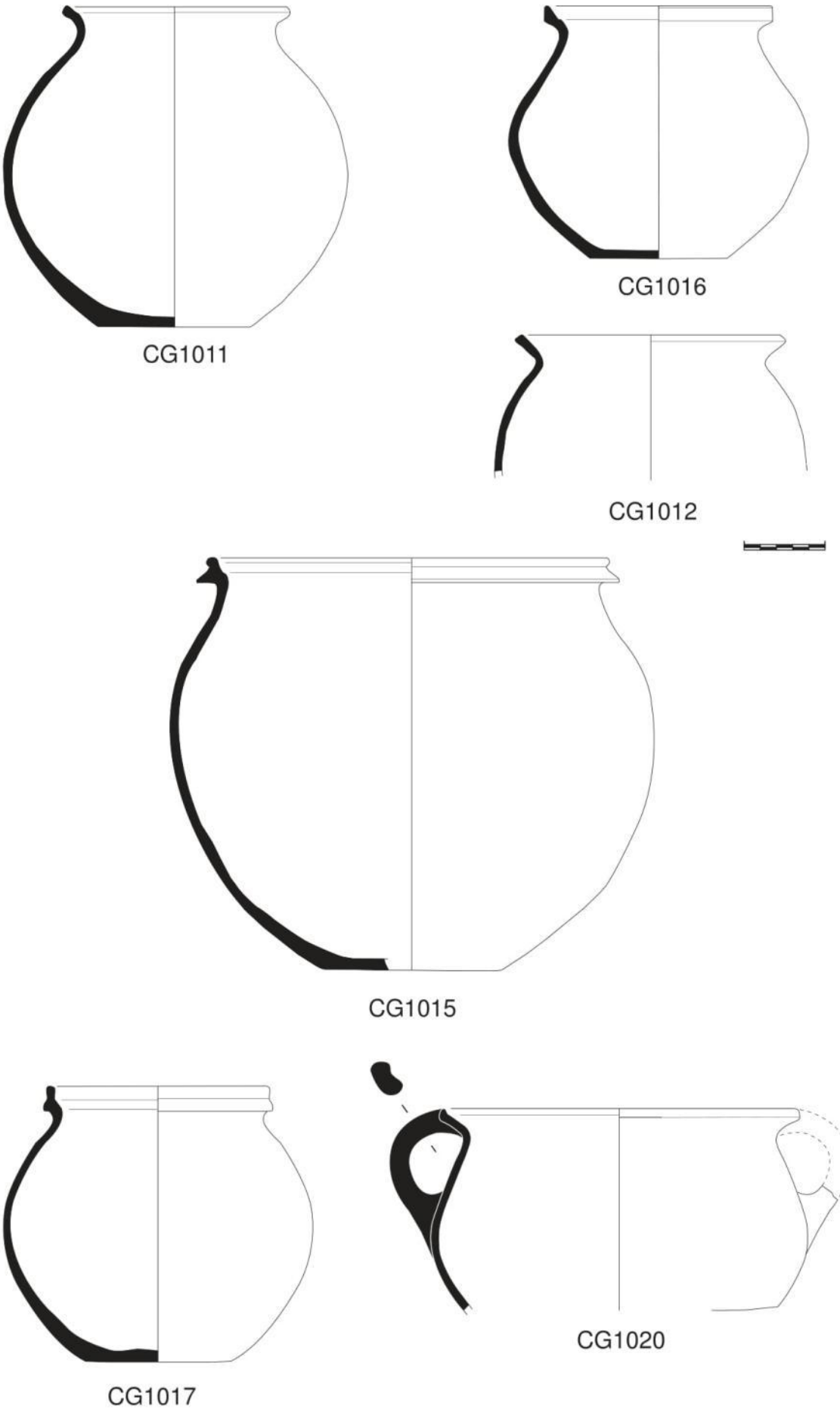
Fig. 28. Diagrama de barras con la distribución cronológica de la selección de Can Gambús



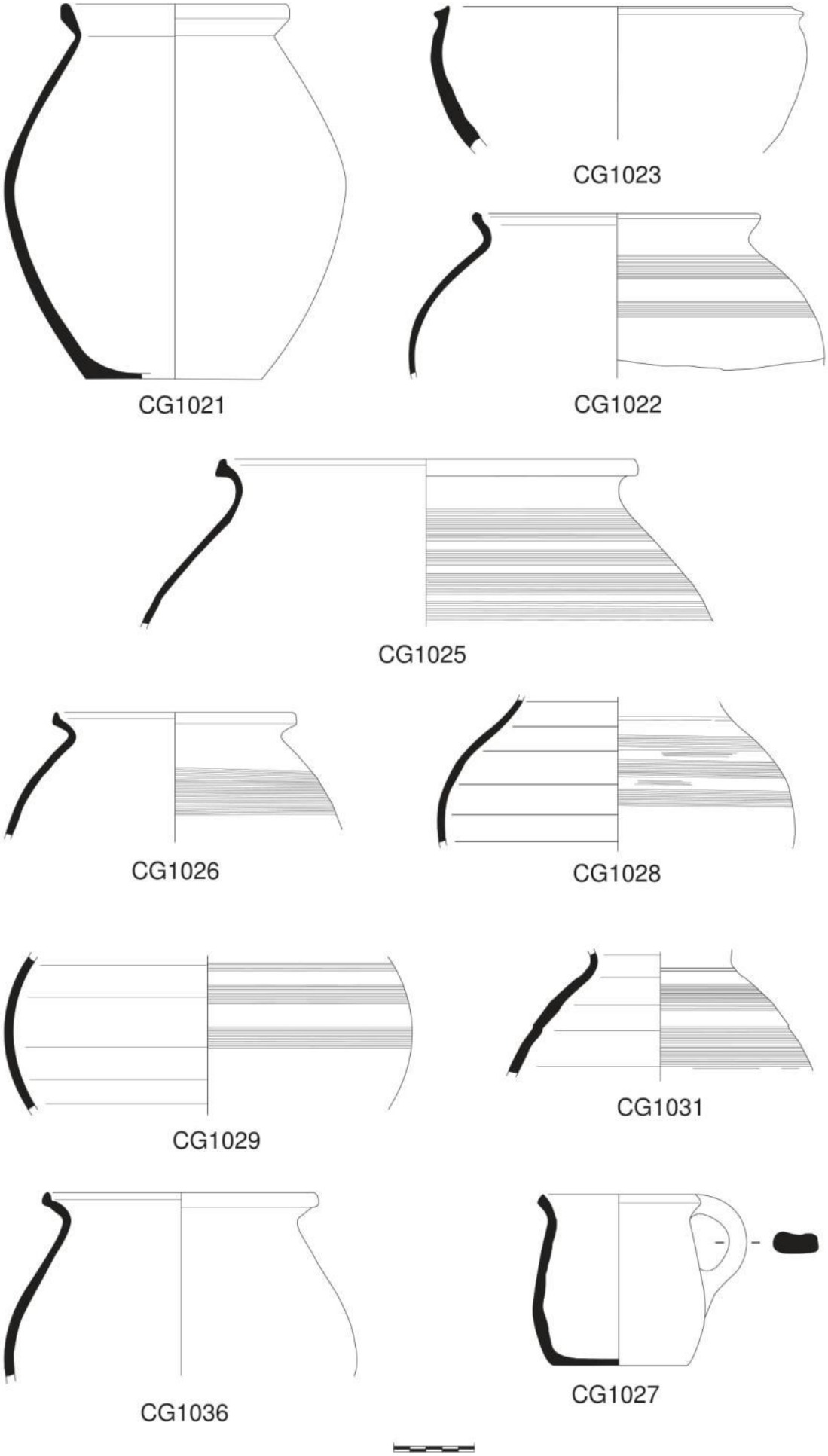
Lám. 1. Materiales de Can Gambús 1: Barreños, jarras, bol y plato. Dibujos de Arrago S.L.



Lám. 2. Materiales de Can Gambús1: Morteros, cazuelas y ollas. Dibujos de Arrago S.L.



Lám. 3. Materiales de Can Gambús 1: Ollas. Dibujos de Arrago S.L.



Lám. 4. Materiales de Can Gambús 1: Ollas y puchero. Dibujos de Arrago S.L.

4.2.2. Los materiales cerámicos de Horts de Can Torras

La fase tardoantigua de este asentamiento se documenta con 30 estructuras repartidas en una extensión de 700 m^2 (Coll Riera y Roig Buxó, 2006). La mayor parte de estructuras halladas corresponden a zonas de almacenaje y procesado agrícola, por lo que es frecuente el hallazgo de piezas cerámicas relacionadas con estas actividades, como las dolia o los grandes contenedores encajados en hoyos en la tierra.

Respecto a los tipos cerámicos, destaca la ausencia de cerámica fina y de vajilla. Las importaciones son muy escasas, hallándose únicamente un ejemplar de lucerna Atlante X y algunos fragmentos de ánforas africanas y orientales (Coll Riera, 2003).

La cerámica encontrada corresponde a común y cocina autóctona de probable producción local o regional. Son piezas gruesas con pastas poco depuradas y cocción reductora o irregular con colores que tienden a los grises y negros. Se identifica el modelado a torno para las piezas de los siglos VI-VII y a torneta en los individuos de cronologías VII-VIII. Las piezas más tardías pueden presentar decoración linear pintada o incisa a peine. Las formas son funcionales con claro predominio de las ollas, aunque también se identifican jarras, pucheros y en menor cantidad algunas cazuelas, tapaderas y morteros (Coll Riera, 2003).

Las ollas tienden a ser globulares con base plana, exvasadas con borde redondeado o moldurado. También aparecen ollas de perfil en S y carena, con base plana y borde recto hacia el exterior.

Otro grupo cerámico documentado son las dolias y grandes contenedores, de post-cocción oxidante y, por tanto, color entre marrón y naranja. Son pastas muy gruesas, poco depuradas y con grandes inclusiones de desgrasante, modeladas a mano.

Además de los materiales cerámicos, en este yacimiento se hallaron restos de fauna, vidrio y hierro, con un cuchillo, clavos y ganchos.

Cabe destacar que no se han encontrado evidencias de estructuras, cerámicas u otros materiales de cronologías inmediatamente anteriores y posteriores a la Antigüedad Tardía, por lo que los arqueólogos consideraron que se trata de un conjunto cerrado sin ocupación bajo-imperial ni medieval (Coll Riera y Roig Buxó, 2006).

4.2.2.1. Los materiales seleccionados de Horts de Can Torras

Para el análisis de este yacimiento se han seleccionado 23 individuos (Tabla 3 del anexo) de los cuales 16 corresponden a cerámica de cocina, cuatro a cerámica común y tres a dolias o piezas de almacenaje (Fig. 29). La cerámica de cocina está integrada principalmente por ollas (n=15) y por una cazuela baja o sartén. La cerámica común la forman tres jarras y una tapadera.

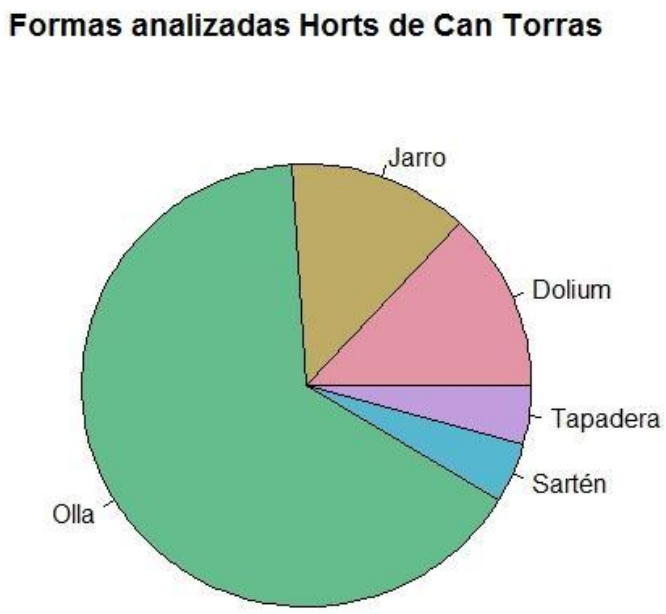


Fig. 30. Gráfico circular con las formas cerámicas seleccionadas de Horts de Can Torras

Son piezas de pasta gruesa poco depurada de coloración oscura que evidencian una atmósfera de cocción reductora en 18 individuos y una post-cocción oxidante en tres individuos, con coloración marrón. Otros dos individuos presentan coloración mixta por la cocción irregular. Predomina también el modelado a torneta, identificado en 18 individuos, una pieza con evidencias de torno y otras cuatro de modelado a mano. Se trata de cerámica con poco tratamiento de superficie ni decoración, con solamente un individuo con decoración pintada a modo de gotas o líneas verticales de color bronce.

Las jarras (Lám. 6) son piezas de paredes finas, de modelado a torneta y color gris oscuro por la atmósfera de cocción reductora en HCT01 y HCT09 y naranja por la oxidación en HCT021. Constan de base plana, cuerpo globular, muy carenado en la separación con el cuello en HCT09, pico vertedera, labio engrosado hacia fuera y una asa. La única pieza que consta de decoración de este conjunto es la jarra HCT01, que presenta líneas de pintura color marrón bronce, de grosor y distribución irregular.

La tapadera tiene coloración marrón oscuro por la post-cocción oxidante, pasta poco depurada con inclusiones blancas de cuarzo visibles y labio redondeado.

HCT03 es una forma baja para ir al fuego que podría ser o bien una cazuela muy baja o una sartén (Lám.6). Es de pasta gruesa poco depurada y color negro por el ambiente de cocción reductor y de modelado a torneta. Tiene una base plana, cuerpo

corto con el borde en pico doblado hacia el interior y labio redondeado. Las paredes y base son gruesas y consta de dos asas verticales redondeadas que arrancan del borde.

Las ollas (Lám. 5) son las formas más representadas, con pastas gruesas poco depuradas de color gris o negro por la cocción y post-cocción reductora o bien colores mixtos por la cocción irregular. Son piezas de base plana, con paredes gruesas y cuerpo abombado o bien ollas de perfil en S. Los bordes son rectos o engrosados hacia fuera. Carecen de decoración o tratamiento de las superficies, con aspecto sencillo de estos utensilios y modelado a torneta.

Las dolias (Lám. 6) son piezas de gran tamaño, pasta poco depurada y con desgrasantes añadidos que pueden identificarse macroscópicamente, como el cuarzo o la mica dorada. Son de modelado a mano, debido a que su gran tamaño dificulta el uso de torno o de torneta, sin tratamiento de la superficie y de ambiente de cocción reductor/oxidante. Tienen la base plana, cuerpo bitroncocónico abombado y borde engrosado hacia el interior.

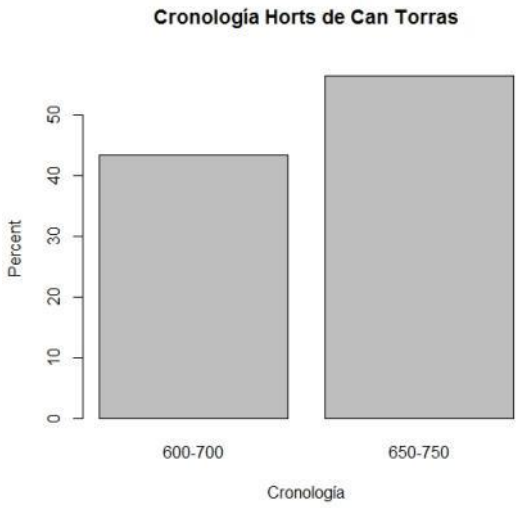
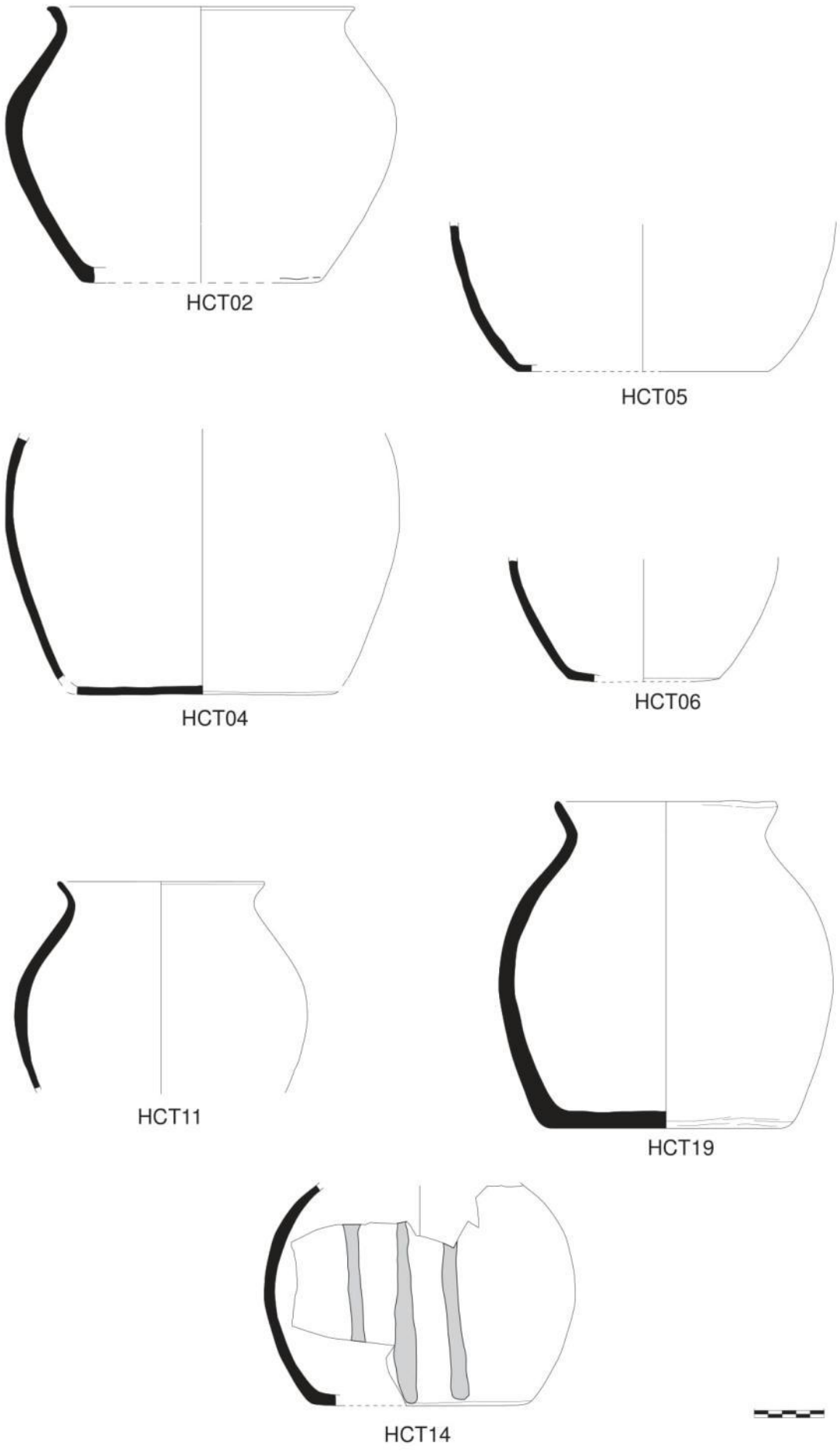


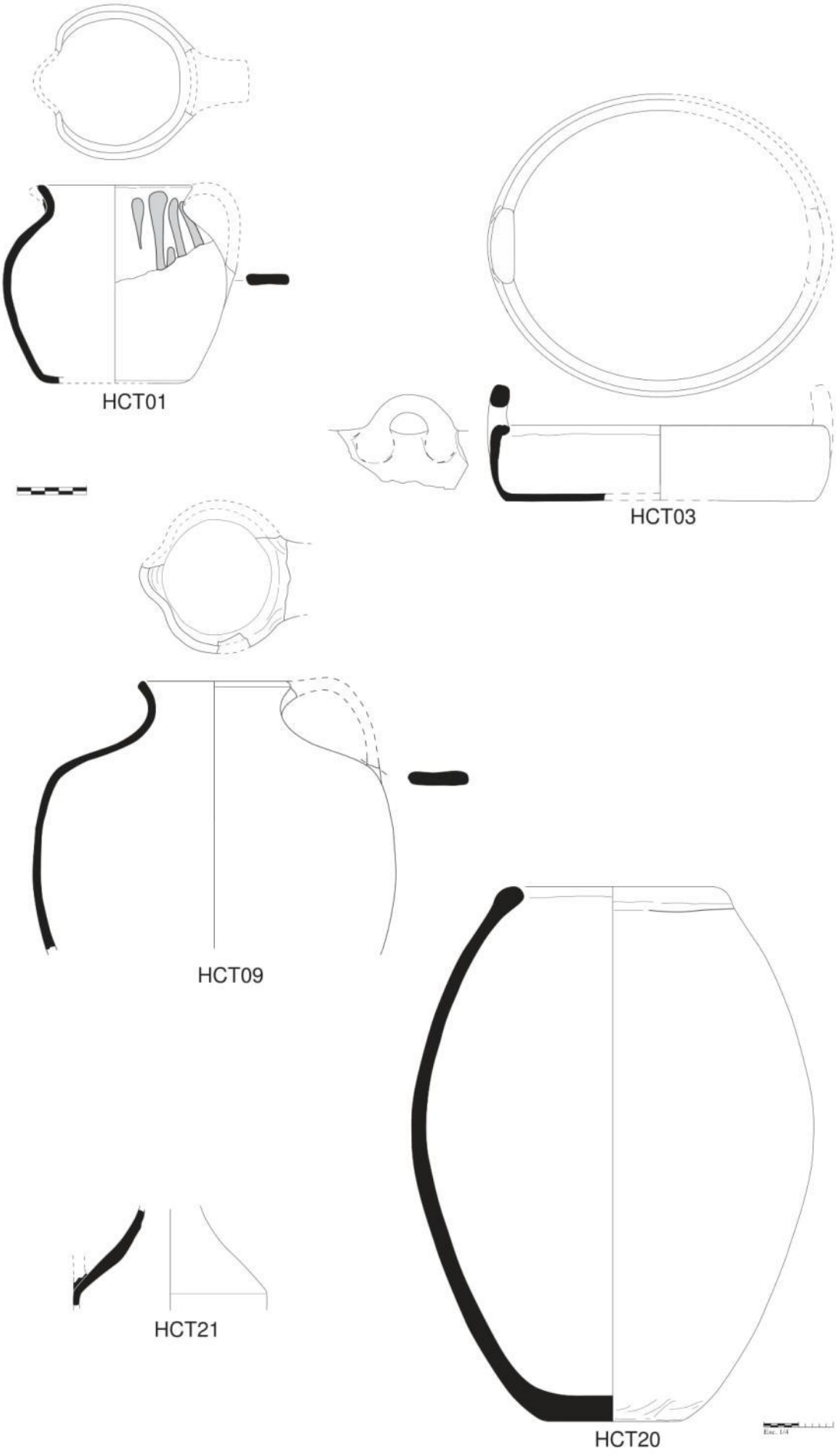
Fig. 31. Diagrama de barras con la distribución cronológica de la selección de Horts de Can Torras

Así mismo, según criterios arqueológicos, se estima una probable producción local o regional de las piezas, con solamente una jarra de posible proveniencia exógena.

Cronológicamente todas las piezas se sitúan entre los siglos VII-VIII, con 10 individuos en la horquilla del 600-700 y otras 13 cerámicas en 650-750. No se aprecia una forma o atmósfera de cocción más que otra en cada una de las cronologías (Fig. 30).



Lám. 5. Materiales de Horts de Can Torras: Ollas. Dibujos de Arrago S.L.



Lám. 6.Materiales de Horts de Can Torras: Jarras, sargén, dolia. Dibujos de Arrago S.L.

4.2.3. Los materiales cerámicos de Plaça Major de Castellar del Vallès

Las excavaciones de la Plaça Major de Castellar del Vallès pusieron al descubierto un yacimiento de diversas fases. La fase 3, bajo-imperial y la fase 4, tardoantigua, constan de una gran cantidad de fragmentos cerámicos que constituyen un NMI >500 (Roig Buxó, 2011).

Las cerámicas tardías halladas en este yacimiento incluyen importaciones de cerámica de vajilla africana TSAD y sud-gálica DSP, así como ánforas béticas y africanas. La presencia de estos materiales es menos voluminosa en relación al total de los materiales, donde predomina la producción local o regional. En este sentido, se encuentran algunos contenedores tipo dolia, modelados a mano y cerámica común y de cocina tardías (Late Roman Coarse y Cooking Wares).

Predomina la cerámica gruesa modelada a mano o a torneta, de cocción irregular que confieren variedad cromática a la pieza, desde zonas grises y negras a otras anaranjadas o marrones. Dentro de este grupo, destaca la numerosa presencia de ollas globulares y en ocasiones de tendencia alargada con base tanto plana como convexa y variedad de bordes, redondeados, apuntados, engrosados, almendrados o biselados. Otra forma frecuente es la jarra que puede ser con o sin asas y pico vertedera. De forma menos numerosa, se constatan tapaderas con pomo, cuencos biselados y una cazuela baja de base plana, borde engrosado redondeado y asas verticales. Se encuentran también dolia de diferentes tamaños (c.78 cm) con forma esférica alargada.

Los materiales de la fase 3 (Roig Buxó y Coll Riera, 2010a) se fechan en los siglos V-VI a partir del hallazgo de cerámica fina de mesa de importación africana TSAD. Estas piezas son platos del tipo Hayes 59 y 61, escudilla Hayes 67 y 87, boles Hayes 91 A/B, 91C y 94 y cerámica sud-gálica importada DSP tipo platos y boles Rigoir 1, 6, 8, 15 y 18. Junto con estas piezas, se encuentran también ánforas béticas y africanas, también de importación. Aparece cerámica común de granulometría gruesa, sobre todo jarras con pico que puede ser tanto importadas como de producción autóctona y cerámica de cocina LRCW representada por ollas y cazuelas. Las piezas más abundantes corresponden a cerámica de cocina local con ollas y cazuelas de bordes simples o moldurados. Finalmente, se identifican dolias gruesas de producción local y modelado a mano, que en la siguiente fase dejan de producirse. Junto con estos materiales cerámicos se ha encontrado material faunístico, constructivo, vidrio, escorias de metal, algunas monedas y una fíbula de bronce.

La fase 4 (Roig Buxó y Coll Riera, 2010a) tiene una datación tardoantigua de los siglos VI-VII. Se caracteriza por la reducción de las importaciones, tanto por su volumen como repertorio formal, de forma que se limitan a algunas cerámicas de vajilla mientras que las ánforas desaparecen. Se hallan únicamente TSAD del tipo Hayes 80B, 94, 99 y el plato Hayes 103, mientras que la DSP y los tipos de TSAD de la fase anterior están ausentes. También continúa apareciendo cerámica común local con jarras con vertedera y coloración marrón anaranjada y algunos vasos con vertedera (o luterios) y cerámica de cocina local tipo LRCW con jarras, ollas y cazuelas. Este último grupo es el más abundante, con formas como las Raynaud A1, A2, B1 y B2. Son especialmente abundantes las ollas locales, con cuerpo globular y base plana o cóncava, tal y como se han descrito previamente. Finalmente, junto con estas cerámicas se encuentran restos de vidrio, metal y una fíbula.

4.2.3.1. Los materiales seleccionados de Plaça Major de Castellar del Vallès

Los materiales analizados del yacimiento de Plaça Major de Castellar del Vallès corresponden a 55 cerámicas, de las cuales 44 son de cocina, 10 comunes y una de almacenaje o dolia (Fig.31), tal y como puede verse en detalle en la Tabla 4 del anexo. Las cerámicas de cocina están integradas por 28 ollas, 13 cazuelas y tres pucheros, que se han considerado en este grupo dado que en sus posibles usos se incluye el contacto directo con el fuego para la cocción de alimentos. La cerámica común la constituyen cinco jarras, cuatro morteros y un barreño.

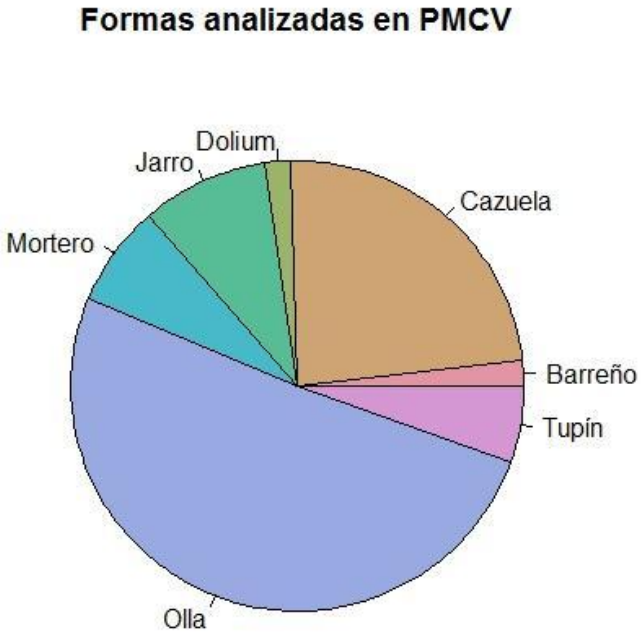


Fig. 32. Gráfico circular con las formas cerámicas seleccionadas de Plaça Major de Castellar del Vallès

Predomina la cerámica gruesa poco depurada, que solamente en las jarras y morteros presenta una pasta más fina o depurada. El ambiente de cocción es

predominantemente reductor/reductor, con 44 individuos de color negro o gris que pueden presentar zonas marrones como signo de cocción irregular. 11 cerámicas son de color claro, entre anaranjado y beige, por la post-cocción oxidante.

Las jarras son las formas más finas seleccionadas, tanto por el grosor de sus paredes como por la depuración de la pasta. Presentan una cocción reductora y post-cocción oxidante en todos los individuos, con tonalidades beige-anaranjadas. Únicamente el individuo PMCV06 evidencia una cocción irregular con zonas grises por la atmósfera de cocción reductora.

Su forma es diversa, con base plana (PMCV13), borde plano de sección triangular en PMCV06, recto plano en PMCV26 o moldurado en PMCV30. Se evidencian asas laterales planas y gruesas en PMCV28 y PMCV30 y finas molduradas en PMCV26. Además, PMCV06 y PMCV30 están decoradas con estampilla.

Los morteros seleccionados, PMCV15, PMCV19 y PMCV35 son piezas beige anaranjadas por la oxidación de la post-cocción, a excepción de PMCV44, de color negro que evidencia un ambiente reductor. Tienen la base plana, cuerpo convexo y borde en visera con labio redondeado, sin decoración ni tratamiento se la superfície. El individuo PMCV35 conserva las partículas abrasivas adheridas en el interior, que facillita el machacado y procesado de alimentos, función fundamental de este utensilio cerámico. Así mismo, el individuo PMCV44 evidencia la existencia de un pico.

El individuo PMCV25 corresponde a un barreño. La pasta está poco depurada, pudiéndose ver alguna de las inclusiones blancuzcas. Es una pieza de cocción y post-cocción reductora con paredes de color gris. Tiene el borde recto redondeado y las paredes muy gruesas sin decoración ni tratamiento de superficie.

Las cazuelas son de pasta gruesa, con algunas inclusiones blancas identificables en PMCV27, PMCV36 o PMCV37. Son formas cóncavas con diversidad de bordes, rectos con el labio redondeado en PMCV11, PMCV32, PMCV33, PMCV36, PMCV43 y PMCV48, en visera plana y labio redondeado en PMCV03 y PMCV04, moldurado en PMCV10 y PMCV27, engrosado hacia el exterior en PMCV18 y PMCV37 y redondeado en PMCV20. Se constatan además asas planas horizontales en PMCV43 y PMCV48 y el inicio de un posible pico en PMCV27. También algunas piezas presentan encajes para tapadera, como en PMCV04 y PMCV10.

Todas las cazuelas son de color negro o gris por la cocción y post-cocción reductora. Algunos individuos, PMCV03, PMCV04, PMCV18, PMCV32 y PMCV43 son de cocción irregular por lo que presentan zonas grises y zonas marrones.

Únicamente PMCV37 tiene una post-cocción oxidante confiriéndole un color beige amarillento a la pieza.

Las ollas son las formas más representadas. Se conserva únicamente un perfil completo en PMCV45 que muestra base plana de pared gruesa, cuerpo globular o de perfil en S. Los bordes son redondeado al exterior PMCV01, PMCV08 y PMCV16, recto y plano en PMCV07, recto en PMCV21, PMCV31 y PMCV45 y moldurado en el resto de las ollas. Destaca el individuo PMCV29 cuyo borde aparece deformado similar a una mala cocción o golpe pre-cocción pero que aún así se ha encontrado en contextos de uso. Las paredes son lisas sin apenas tratamiento exterior más que en PMCV45 donde se aprecia decoración en paquetes de líneas horizontales incisas a peine.

Las pastas son gruesas y poco depuradas que en ocasiones dejan al descubierto inclusiones no plásticas blancas de cuarzo, como en PMCV21, PMCV51 o PMCV54. Predominan las superficies grises o negras como consecuencia de la cocción y post-cocción reductora o bien de coloración combinada con zonas marrones por la atmósfera irregular de cocción como en PMCV01, PMCV02, PMCV05, PMCV12, PMCV22, PMCV24 y PMCV52.

Los pucheros son piezas que pueden confundirse con las ollas. . Los fragmentos analizados corresponden a dos individuos grises de cocción reductora, PMCV46 y PMCV49 y a una pieza marrón de post-cocción oxidante PMCV50. A pesar de no conservarse perfil completo, los pucheros se caracterizan por base plana, cuerpo troncocónico y un asa lateral, como en PMCV46. PMCV49 y PMCV50 tienen bordes redondeados hacia el exterior y PMCV46 es exvasado de borde ligeramente almendrado.

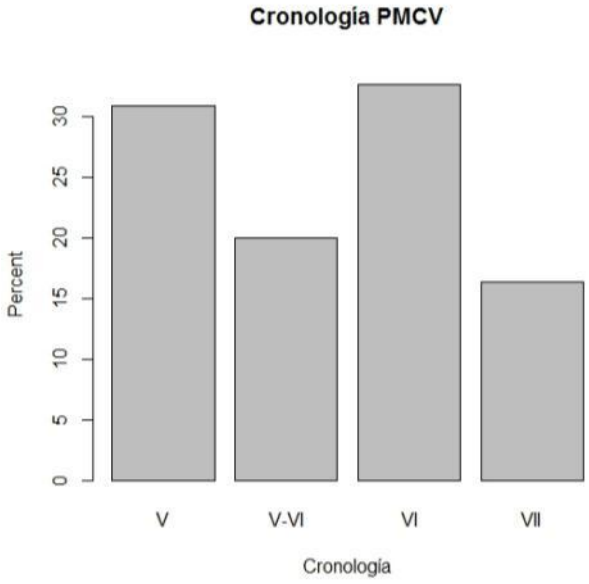


Fig. 33. Diagrama de barras con la distribución cronológica de la selección de Plaça Major de Castellar del Vallès

El individuo PMCV53 corresponde a un fragmento de dolia. La pasta es muy gruesa, poco depurada con visibles inclusiones o desgrasante de gran tamaño. Es de

color marrón anaranjado evidenciando una post-cocción oxidante y su tamaño indica un modelado a mano.

Los individuos abarcan una cronología entre el siglo V y el VII (Fig.32). Se encuentran 17 individuos del siglo V, 11 entre el V-VI (450-550), 18 del siglo VI y nueve del VII. Nuevamente, no se aprecia una relación entre cronología y forma, a excepción de los pucheros, que aparecen solamente en el siglo VII (Tabla 4).

4.2.4. Los materiales cerámicos de Ca l'Estrada

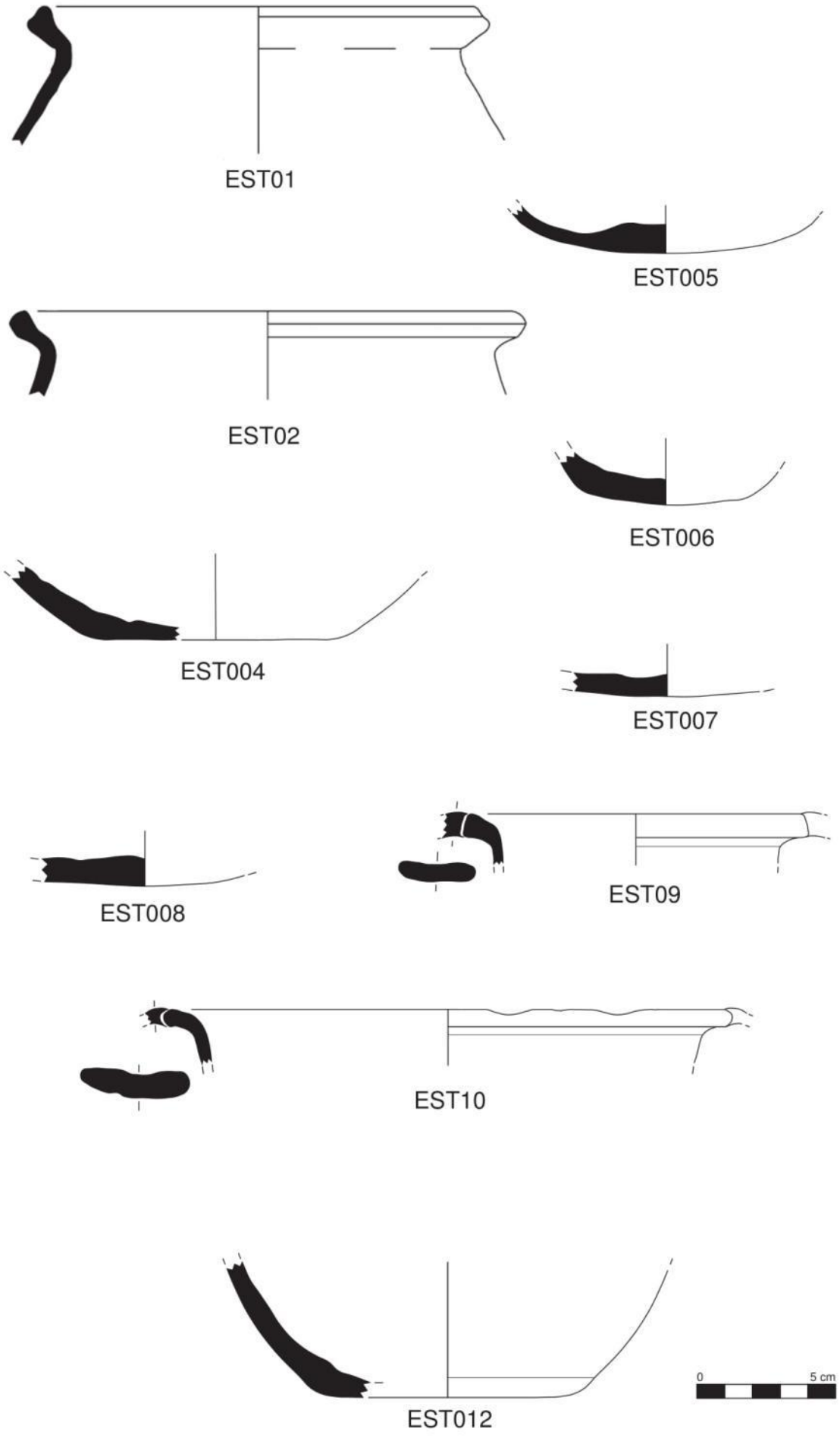
La fase tardoantigua de Ca l'Estrada abarca del siglo V al VIII, con estructuras dispersas de difícil relación tanto cronológica como espacial. En estos contextos, se ha hallado un total de 590 fragmentos de cerámica de cocina LRCW que constituyen un número mínimo de individuos, NMI=85 (Martínez et al., 2007).

La cerámica de importación es muy escasa, identificándose únicamente una ánfora africana tipo Keay 62. La vajilla importada se limita a un fragmento de TSAC, fragmentos de dos individuos de TSAD, un bol Hayes 87B y una copa Hayes 94B o bien 99B, una pieza gálica TSG tipo Drag. 30 y algunos individuos de TSHT tipo Drag. 30 y Drag.29/37. Finalmente se identifica una jarra ebusitana globular con decoración de estrías y ondulaciones (Fortó et al., 2006; Martínez et al., 2007).

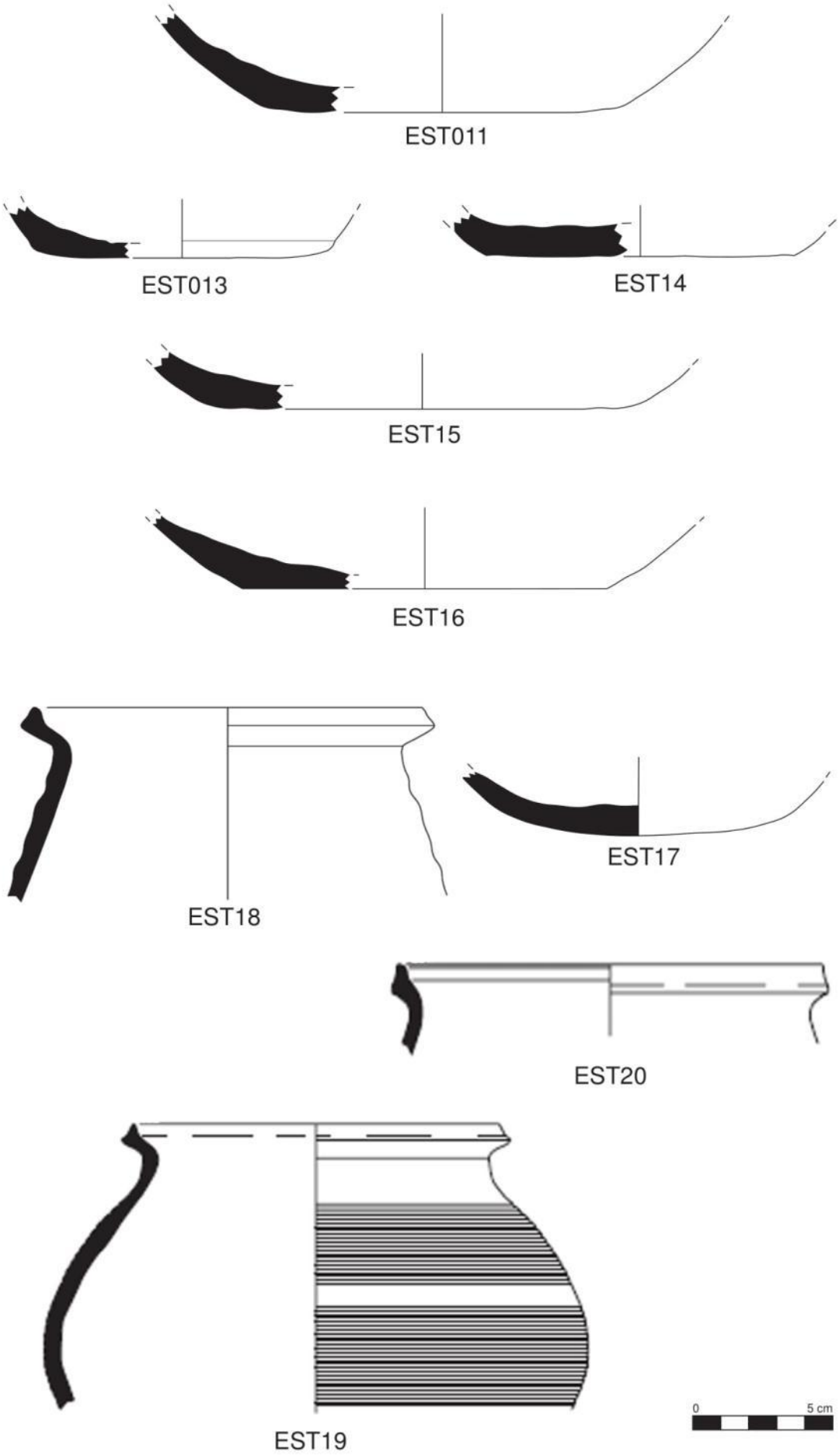
Predomina la cerámica de granulometría gruesa de cocina (LRCW) de probable producción local o regional que se limita a ollas, cazuelas y jarras. Este tipo de cerámica está modelada a torno, con cocción reductora que le confiere colores entre gris y negro. Las pastas son gruesas, poco depuradas, con inclusiones visibles a simple vista de cuarzo y mica dorada. A pesar de ello, los acabados son cuidados, con paredes relativamente finas y decoración a base de líneas incisas a peine por debajo del cuello (Fortó et al., 2006, 2005a; Martínez et al., 2007).

Las formas son de tamaño pequeño, generalmente inferiores a los 20 cm Ø, abundando las ollas de perfil en S de base plana o ligeramente convexo y borde exvasado triangular o moldurado, con encaje interior para tapaderas.

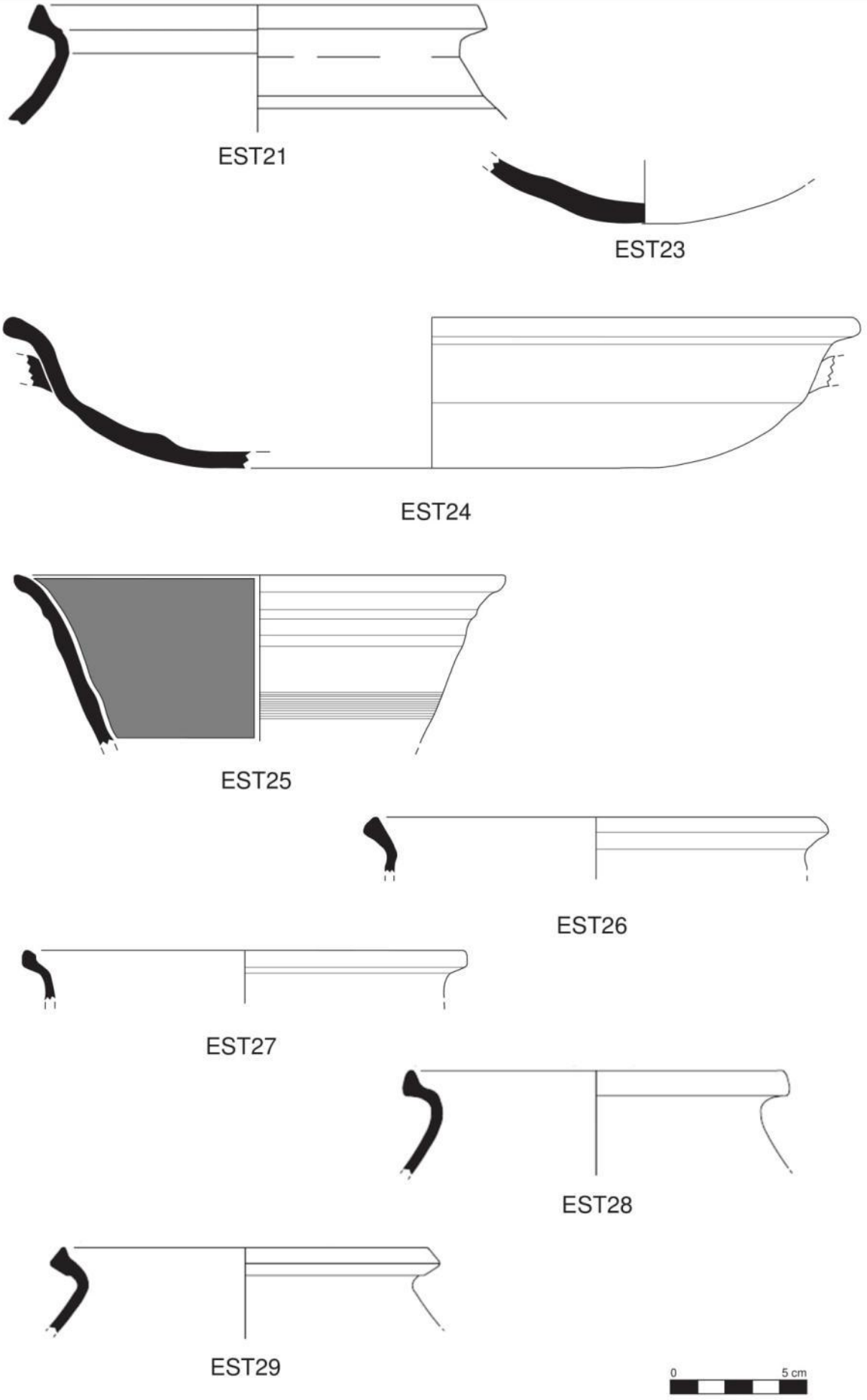
Otro materiales no cerámicos hallados en este contexto son restos de vajilla de vidrio, clavos y restos de utillaje férreo, escorias y fauna.



Lám. 7. Materiales de Ca l'Estrada



Lám. 8. Materiales de Ca l'Estrada



Lám. 9. Materiales de Ca l'Estrada

4.2.4.1. Los materiales seleccionados de Ca l'Estrada

Se han seleccionado 30 cerámicas de cocina del yacimiento de Ca l'Estrada que corresponden mayoritariamente a ollas y solamente tres piezas se identifican como cazuelas <(EST15, EST17 y EST24). En la Tabla 5 del anexo puede verse una síntesis y las formas en las láminas 7 a 9.

Se trata de cerámicas de pastas gruesas y poco depuradas, con inclusiones blancas en casi todos los individuos y de paredes gruesas que se van adelgazando en los bordes. Tipológicamente, se encuentran tanto bases planas como cóncavas, con cuerpos de tendencia redondeada o globular. Los bordes más frecuentes son moldurados de los que pueden arrancar asas como en los ejemplares EST09 o EST10. Destaca la forma EST25 con borde redondeado hacia el exterior y un cuello largo exvasado del que se desconoce el resto del cuerpo.

Estas cerámicas tienen solamente decoración en dos individuos, EST19 y EST25, ambos con paquetes de líneas horizontales incisas a peine y EST18 con estrías horizontales paralelas.

Esta cerámica presenta coloración gris negra o bien combina los tonos oscuros con zonas marrones. Se evidencia así una cocción y post-cocción reductora o bien irregular. Por otra parte, EST04, EST07, EST10 y EST22 se cocieron en ambiente de cocción reductora y post-cocción oxidante, confiriendo a las cerámicas colores beige y marrones propios de la oxidación.

Respecto a la cronología, todas las cerámicas seleccionadas corresponden a la Fase II del yacimiento, datada entre los siglos V-VII (Tabla 5).

4.3. Los materiales del Maresme

4.3.1. Los materiales cerámicos de Torre Llauder

Torre Llauder es un yacimiento muy extenso, excavado y estudiado. A pesar de todos los trabajos llevados a cabo en este sitio arqueológico, el estudio de los materiales cerámicos y en especial los de cronologías tardías resulta escaso o bien sin publicación, focalizándose en los materiales importados. Se identifican diversos tipos cerámicos (Clariana Roig y Járrega Domínguez, 1994; Pérez Tort y Cerdà Mellado, 1989; Prevosti Monclús y Clariana Roig, 1993):

- Vajilla de mesa: Se encuentran importaciones africanas y en menor medida, sud-gálicas. Los individuos africanos corresponden a TSAC y TSAD, con los platos Hayes 61A, B, 79, 87A, el bol con visera Hayes 91, la escudilla Hayes 67, y TSAA/D con las formas Hayes 98, 99A.

La cerámica gris estampillada DSP está constituida por los platos Rigoir 1 y 2 y el bol Rigoir 18.

- Ánforas africanas con las formas Keay 3A, B, 5, 6, 7, 11, 13, 25B y 65.

- Cocina y común norteafricana: Se encuentran también cerámicas de cocina africana con evidencias de platos tapaderas.

- Lucernas: Aparecen lucernas de cerámica fina decoradas con motivos paleocristianos como el pez, la paloma en la forma Atlante X AIa o el crismón en la forma Dressel -Lamboglia 31.

- Dolia y grandes contenedores de pasta gruesa poco depurada de probable producción autóctona.

- Cerámica de cocina (LRCW): Se identifican piezas de cerámica de cocina gris reductora o bien de cocción irregular con tonos tanto marrones como grisáceos. Son pastas gruesas, poco depuradas con inclusiones visibles de cuarzo y mica. Están modeladas a mano o a torneta y con superficies lisas o espatuladas. Se encuentran especialmente ollas de base plana, borde almendrado, redondeado o curvado hacia fuera y con asa; ollas de perfil en S; cazuelas altas; cazuelas bajas; jarras, boles (Clariana Roig y Prevosti Monclús, 2011; Orobitg Dellà, 1992; Prevosti Monclús y Clariana Roig, 1993).

- Cerámica común oxidante: Estas piezas se mencionan de forma genérica en el listado de materiales de las memorias arqueológicas. Aparecen platos, tapaderas, jarras, morteros, boles y cuencos de tipología y pasta de tradición romana y frecuente coloración marrón por el ambiente de cocción. Las pastas son tanto gruesas como depuradas, con inclusiones visibles en diferente frecuencia de cuarzo y en menor cantidad de mica. Las excavaciones de los años 80 incluyen en este grupo algunas cazuelas por criterios tecnológicos y no funcionales (Orobitg Dellà, 1992; Pérez Tort y Cerdà Mellado, 1989).

Cronológicamente se pueden apreciar dos momentos diferenciados. Las importaciones africanas, tanto ánforas como vajilla de mesa, así como las piezas DSP y lucernas se sitúan en cronologías altas en estratos de los siglos V-VI. De esta misma

cronología datan las cerámicas de cocina africana, halladas junto con la vajilla TSAC y TSAD (Nebot Pich, 2011).

Por otra parte, las cerámicas de cocina reductoras de probable producción autóctona, se han hallado en niveles de los siglos VI-VIII y, por tanto, de cronologías posteriores a las importaciones. Así mismo, en las excavaciones de los años 80, se menciona el hallazgo de cerámicas de cocina gruesas, especialmente de ollas y algunas cazuelas, junto con piezas de cocina norte-africana en niveles de los siglos V-VI (Pérez Tort y Cerdà Mellado, 1989). Por otra parte, las cerámicas halladas en el vertedero limítrofe con el yacimiento tienen una cronología más amplia, entre el 450 y el 700, y forman un conjunto integrado por cazuelas altas, ollas predominantemente de perfil en S, tres cazuelas bajas y dos boles (Clariana Roig y Prevosti Monclús, 2011).

Las formas atribuidas son contenedores, tanto ánforas como dolia y utillaje de cocina con boles, morteros, platos y ollas. Estas piezas se caracterizan por pastas marrón oscuro con visibles y abundantes inclusiones de cuarzo y mica dorada (Prevosti Monclús y Clariana Roig, 2010; Puerta López, 2015, 2010).

Otros materiales hallados en estos contextos tardíos son restos de fauna y malacología, monedas tardorromanas, mármol gris, escorias de hierro, objetos de vidrio y fragmentos de estuco con restos de policromía.

4.2.2.1. Los materiales seleccionados de Torre Llauder

Se han seleccionado 47 cerámicas del yacimiento de Torre Llauder de las cuales 41 son de cerámica de cocina, cinco de cerámica común y una almacenaje (Fig. 33). La cerámica de cocina seleccionada incluye 12 cazuelas, 28 ollas y un puchero. La cerámica común está representada por dos barreños, dos morteros y una tapadera. Se puede ver una



Fig. 34. Gráfico circular con las formas cerámicas seleccionadas de Torre Llauder

síntesis de estas cerámicas en la Tabla 6 del anexo.

Predominan las cerámicas modeladas a torno o a torneta, negras o grises de ambiente de cocción reductor, con 37 individuos. 10 cerámicas presentan signos de post-cocción oxidada, con colores claros en la superficie, entre beige i marrón anaranjado. Las pastas son gruesas y poco depuradas, con inclusiones blancas y algunas con el brillo de las inclusiones micáceas detectables macroscópicamente, como en los individuos TLL05, TLL08 o TLL18. Las superficies son lisas y sin tratar, con solamente dos piezas con decoración incisa a peine a base de franjas de líneas paralelas (TLL11 y TLL12) y TLL25 que está espatulada.

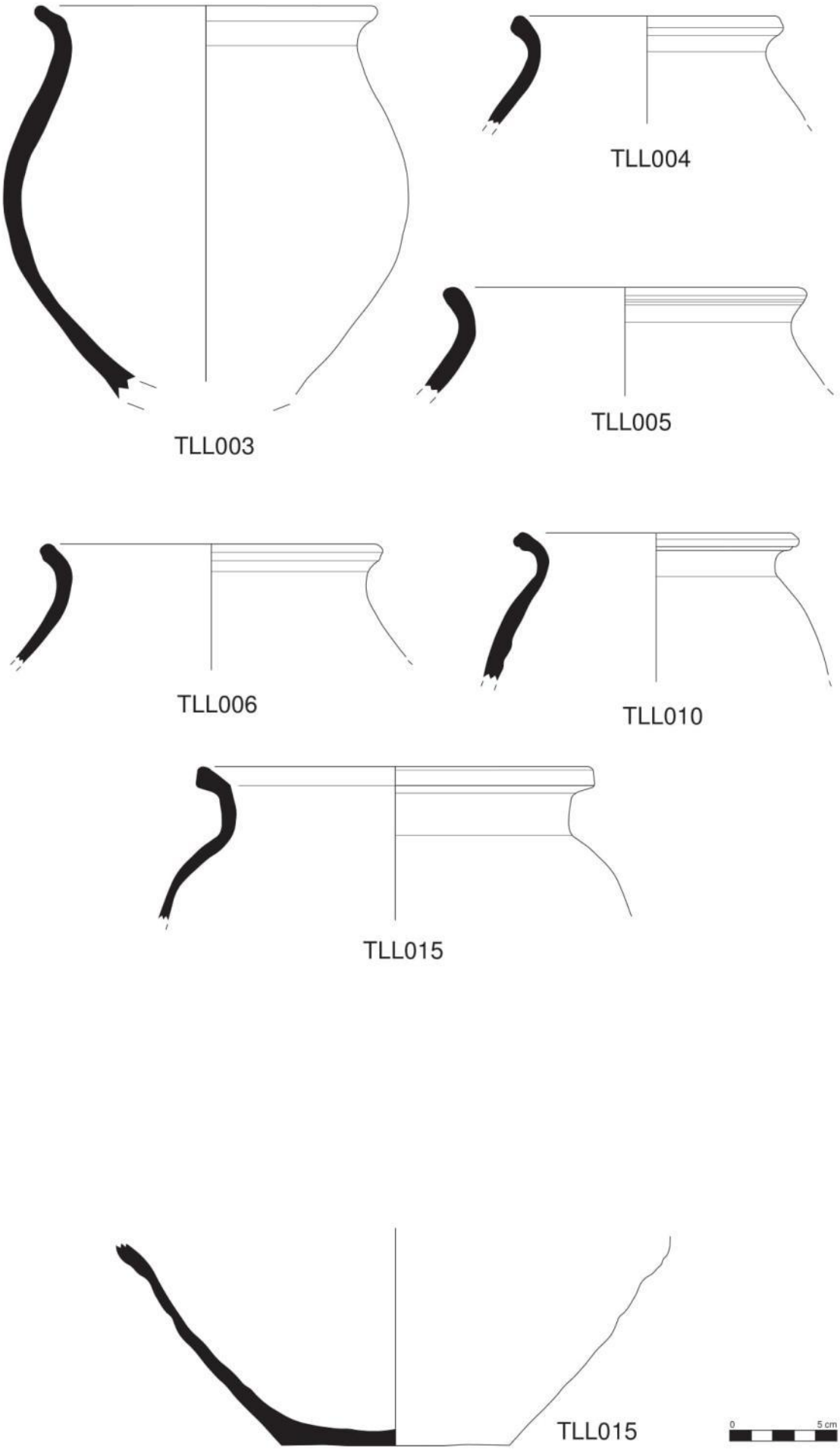
Los barreños (Lám. 14) son piezas de gran tamaño, pasta gruesa y poco depurada, con inclusiones visibles sin necesidad de lupa y de pastas anaranjadas por la post-cocción oxidante. El individuo TLL02 se caracteriza por paredes muy gruesas y borde redondeado, mientras que TLL36 no tiene tanto grosor y su borde es un ala redondeada hacia el exterior.

Los morteros (Lám. 14) analizados son tipológicamente distintos. Por una parte, TLL20 tiene forma cóncava con borde en visera y labio redondeado, con algunas inclusiones blancas distinguibles. Por otra parte, TLL45 es de pasta mucho más gruesa, con gran cantidad de inclusiones visibles y las paredes de un grosor mayor. Tiene forma exvasada con el borde engrosado hacia el exterior a modo de pequeña ala.

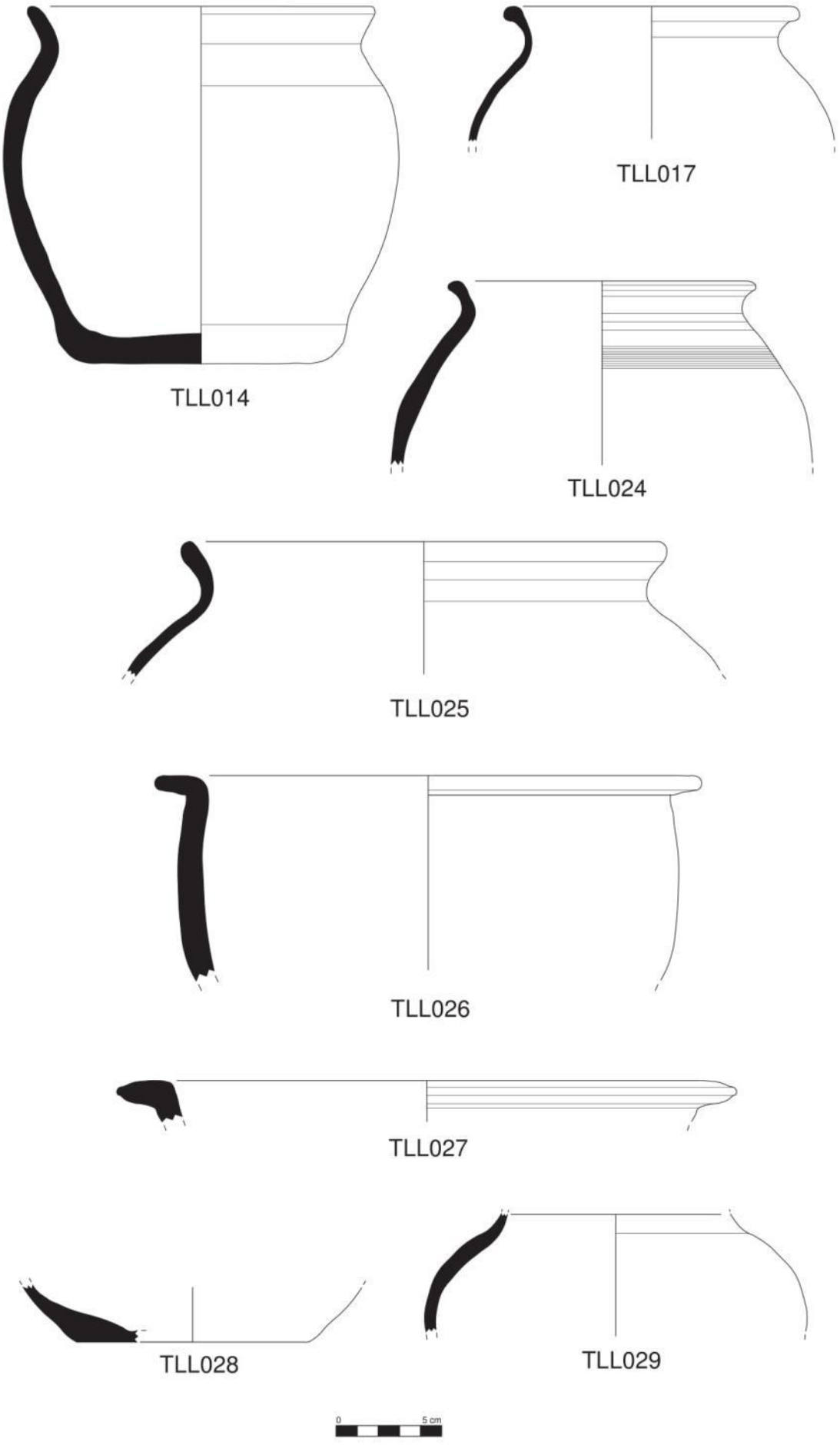
La tapadera (Lám. 13) es de gran tamaño, de 28 cm Ø, probablemente ideada para marmitas o utensilios grandes. Tiene el labio recto redondeado y en el cuerpo superior exterior presenta dos líneas paralelas pintadas en negro.

Las cazuelas (Lám. 13) analizadas son tanto altas como bajas. Son recipientes cóncavos con borde recto hacia dentro (TLL38, TLL44), engrosado redondeado (TLL39), recto (TLL30) o moldurado (TLL19, TLL24, TLL23). Las cazuelas TLL13, TLL34 y TLL42 son piezas troncocónicas con el borde moldurado o engrosado hacia fuera. Cabe destacar el individuo TLL12, con decoración incisa a peine a modo de paquetes de líneas ondulantes.

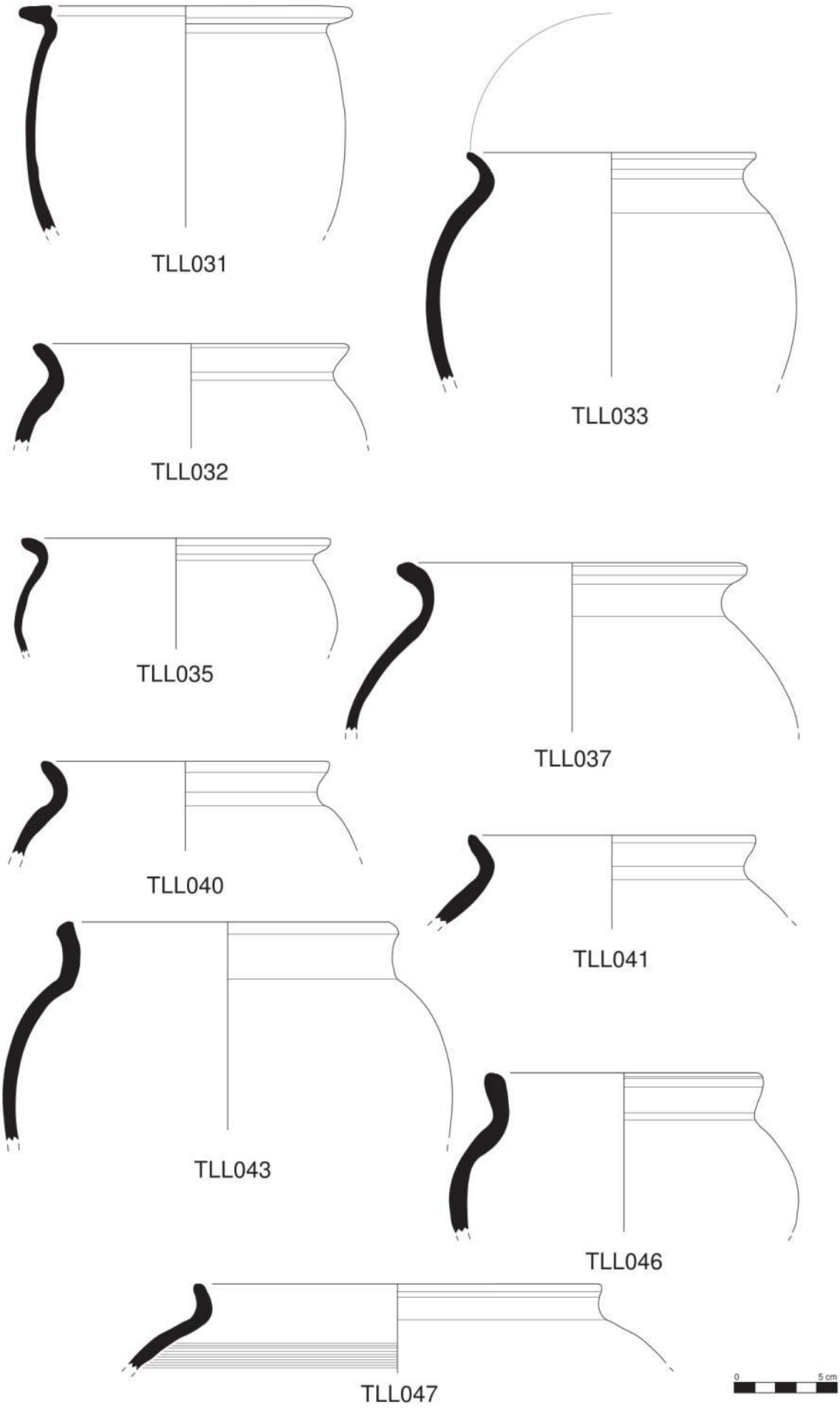
Las ollas (Lám. 10-12) son de base plana y cuerpo globular o de perfil en S. Algunos individuos tienden a ser bitroncocónicos o con forma de cilindro abombado, como TLL14, TLL26 y TLL31. Predominan los bordes moldurados o engrosados y redondeados hacia el exterior. Por otra parte, TLL26, TLL27 y TLL31 constan de borde plano en ala hacia fuera y los individuos TLL43 y TLL46 tienen el borde recto redondeado.



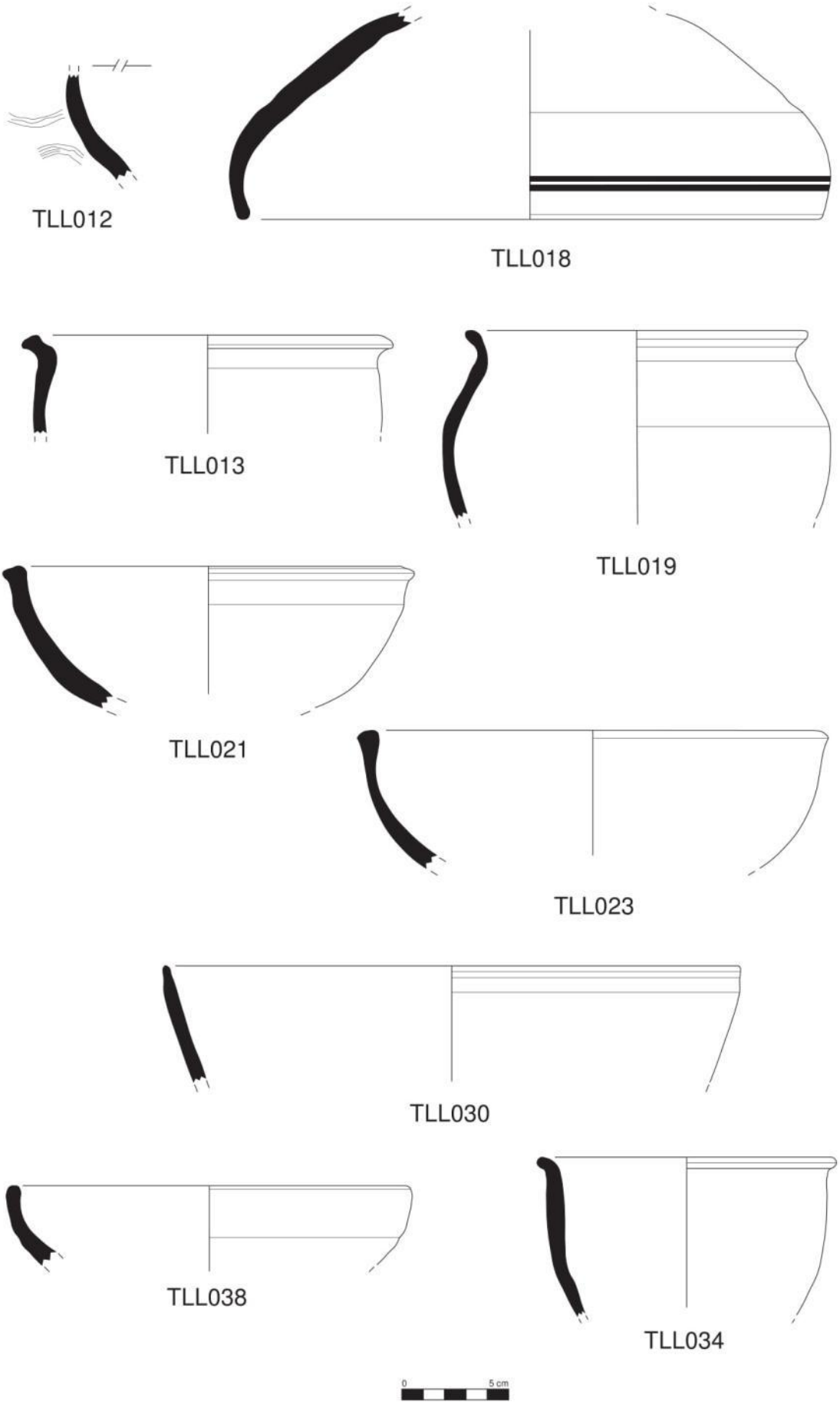
Lám. 10. Materiales de Torre Llauder: Ollas



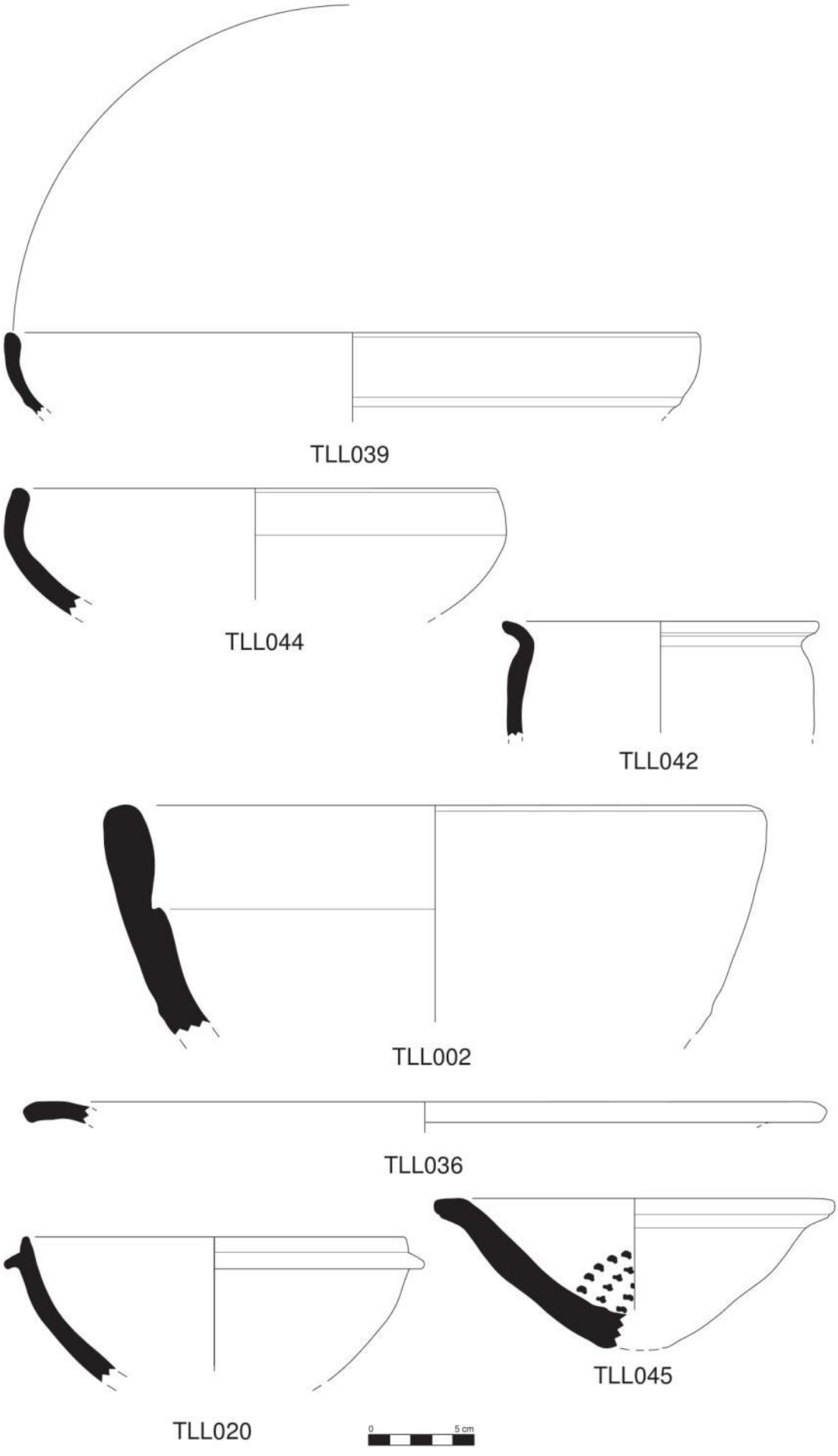
Lám. 11. Materiales de Torre Llauder: Ollas



Lám. 12. Materiales de Torre Llauder: Ollas



Lám. 13. Materiales de Torre Llauder: Cazuelas, tapadera



Lám. 14. Materiales de Torre Llauder: Cazuelas, barreño, morteros

Como particularidades, TLL24 presenta marcas lineares compactas espatuladas por debajo del cuello creando un efecto de ligero relieve al tacto. Este mismo tipo de líneas se encuentran en el interior del individuo TLL47.

A pesar de que predominan las ollas grises o negras de cocción y post-cocción reductora, se identifican algunas piezas de post-cocción oxidante de color beige, en TLL08, TLL40, TLL41 y TLL43, o naranja, en TLL31 y TLL46.

El puchero es la pieza TLL09 y se caracteriza por un pico vertedera. A pesar de que no se ha hallado el perfil completo, estas piezas se caracterizan por una base plana, cuerpo troncocónico o carenado y un asa en el lado opuesto del pico.

Los materiales provienen parcialmente de las excavaciones antiguas de los años 80: 13 individuos fueron hallados en el peristilo, uno en el atrio y siete en la sala del mosaico. Para estos individuos se estableció la horquilla cronológica de los años 570-630[29], a la que se añaden algunas piezas halladas en excavaciones del 2007 en las UEs 4003 y 4026. Por otra parte, las 21 piezas restantes se han datado en el siglo VI (Fig. 34).

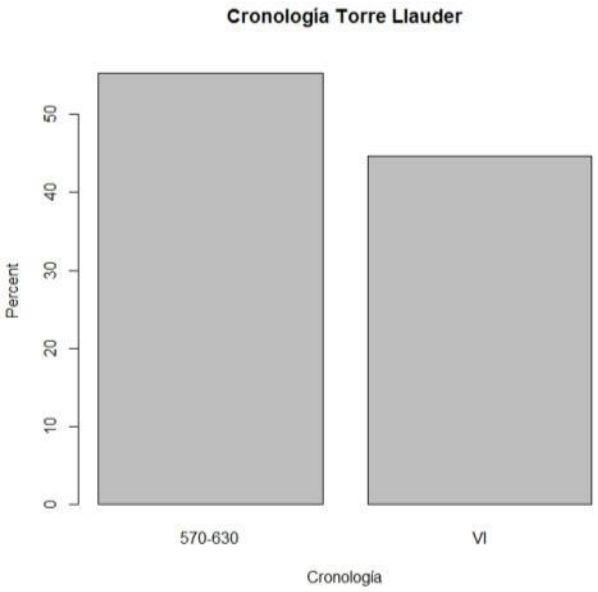


Fig. 35. Diagrama de barras con la distribución cronológica de la selección de Torre Llauder

4.3.2. Los materiales cerámicos de Can Modolell

La cerámica tardía de Can Modolell está poco estudiada, al contrario que ocurre con las evidencias anteriores romanas. De este período de los siglos V-VI aparecen tanto producciones importadas como locales. El conjunto de importaciones es muy similar a los de Torre Llauder y a los niveles del cardo máximo de *Iluro* (Pla Perea y Revilla Calvo, 2002).

[29] Esta horquilla cronológica ha sido proporcionada por el arqueólogo Jordi Roig i Buxó a raíz de sus estudios de los materiales cerámicos de Torre Llauder, procedentes de las excavaciones antiguas. Este trabajo actualmente sigue en proceso y en prensa, por lo que no se ha podido añadir referencia publicada.

Es frecuente el hallazgo de piezas de vajilla africana. Por una parte, se encuentra TSAC, con el bol Fulford 27. Por otra parte, abunda la TSAD, con los platos Hayes 61B, 76, 87A, 88, 103, 104A, las copas Hayes 12, 80, 93B, 99 y el bol con visera Hayes 91. Así mismo, se encuentran importaciones gálicas de DSP gris estampillada, con platos del tipo Rigoir 1, 2 y 3, la copa Rigoir 15 y el bol Rigoir 18. También se constatan cerámicas orientales chipriotas, con el plato Hayes 2 (Bonamusa Roura et al., 2006; Clariana Roig y Járrega Domínguez, 1995; Járrega Domínguez y Clariana Roig, 1996; Pla Perea y Revilla Calvo, 2002).

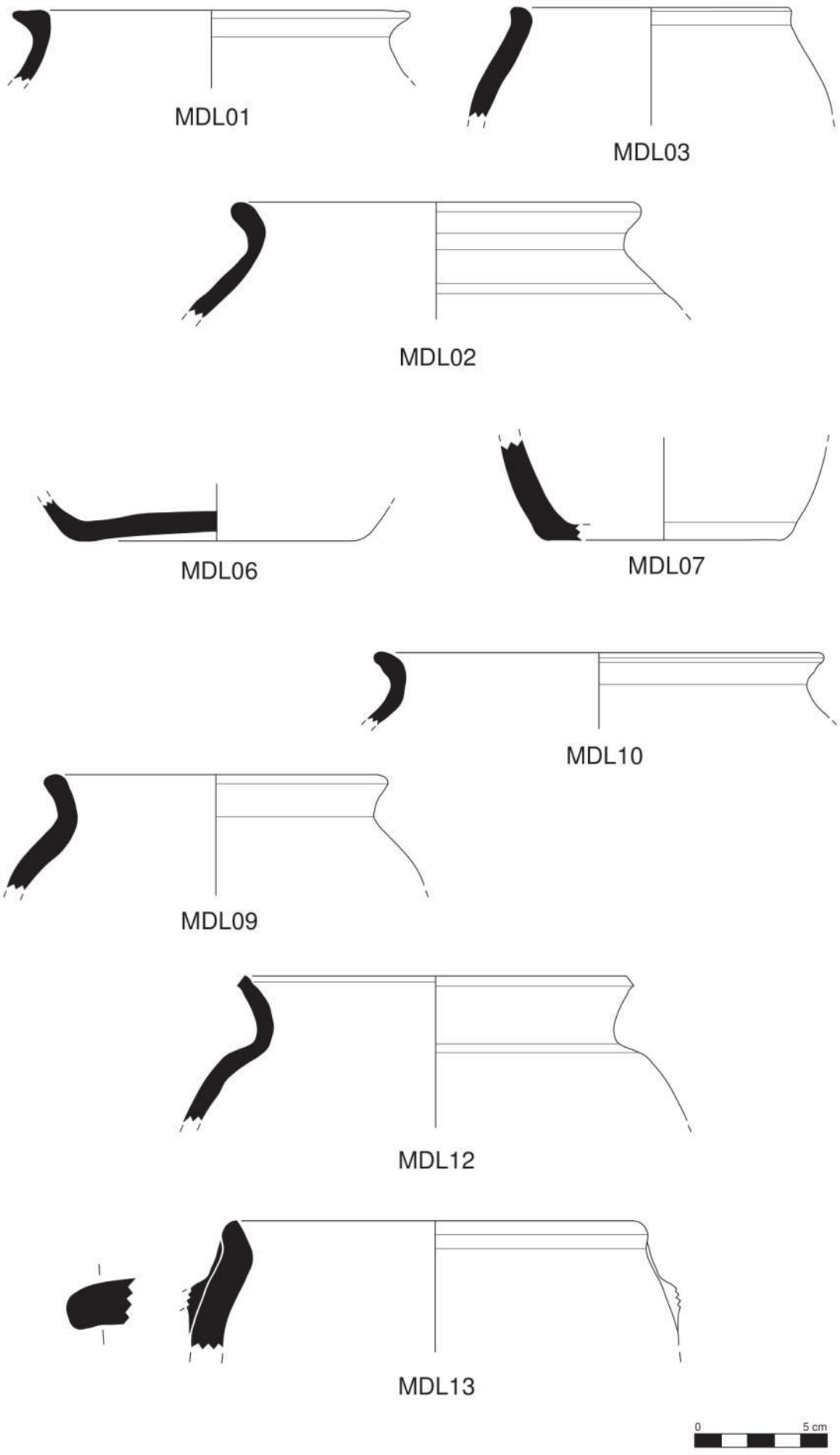
También dentro de las importaciones hay ánforas, especialmente africanas, del tipo Keay 7, 35, 36, 51 o 57, lucernas africanas, como las Atlante VIII, IX y X y cerámica de cocina africana con el plato tapadera Ostia I fig. 264 y Ostia IV fig. 60.

Aparece cerámica común de color beige claro y, por tanto, de post-cocción oxidante, que se caracterizan por pronunciadas acanaladuras exteriores de unos 0.4 cm de anchura, y por presentar sobre todo jarras (Járrega Domínguez y Clariana Roig, 1996).

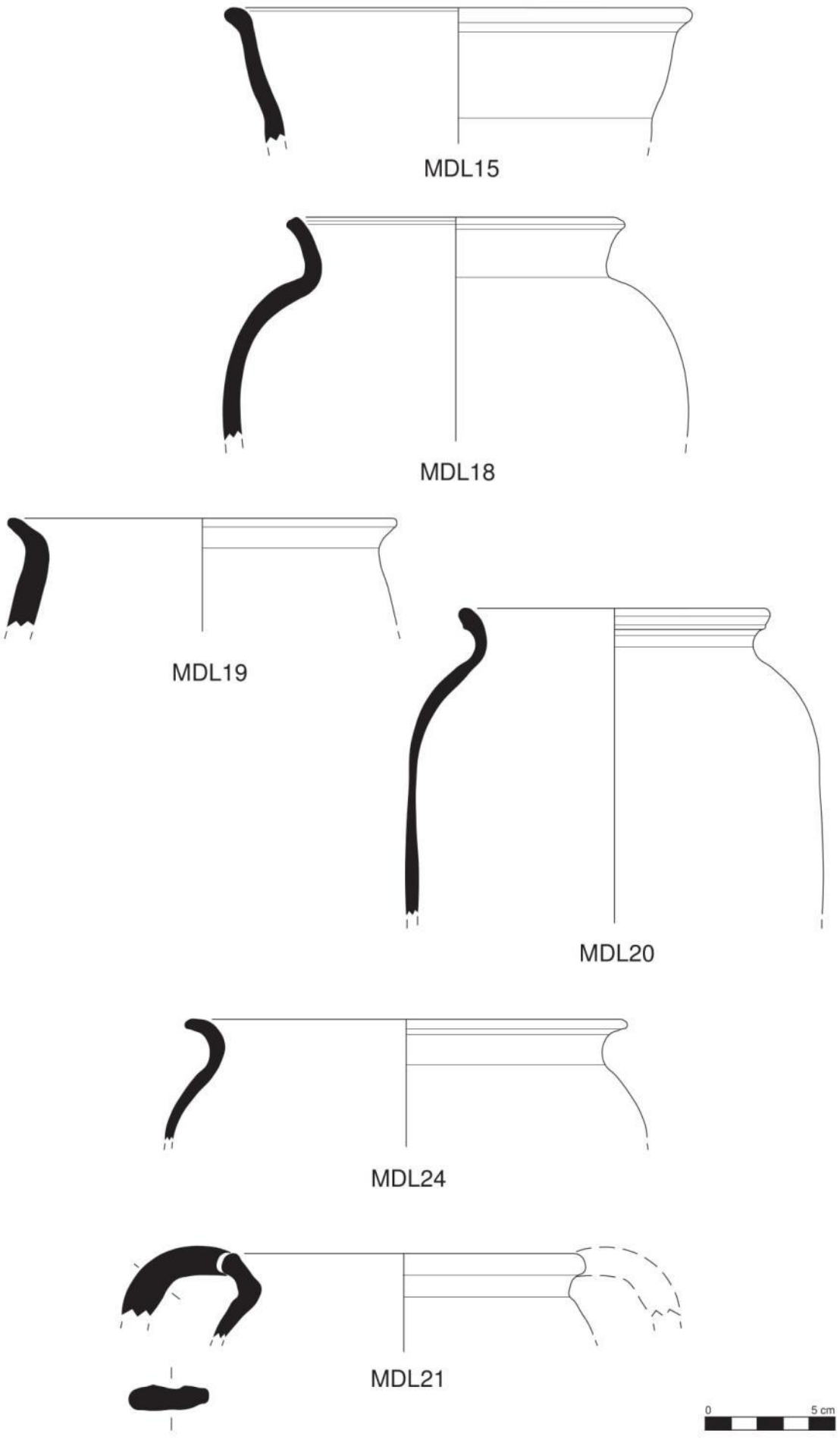
A pesar de estas importaciones, destaca la escasez de formas de cocina y comunes, sin documentarse cazuelas africanas. Estas importaciones se sitúan principalmente en el Estrato IV relativo a los siglos IV-V, mientras que para este período, las referencias a las producciones locales o regionales, así como a la cerámica de cocina para ir al fuego son muy escasas.

La cerámica del Estrato III está formada por cerámica común gris de probable producción local o regional y cocción reductora. Aparecen ollas globulares y bicónicas exvasadas, boles y platos tapadera. En la zona del criptopórtico se identifican también una cazuela y un lebrillo. Este nivel se ha datado de forma amplia a partir del siglo VI, englobando toda la Antigüedad Tardía y Alta Edad Media (Bonamusa Roura et al., 2006; Bonamusa Roura y Garí Lleixà, 1982).

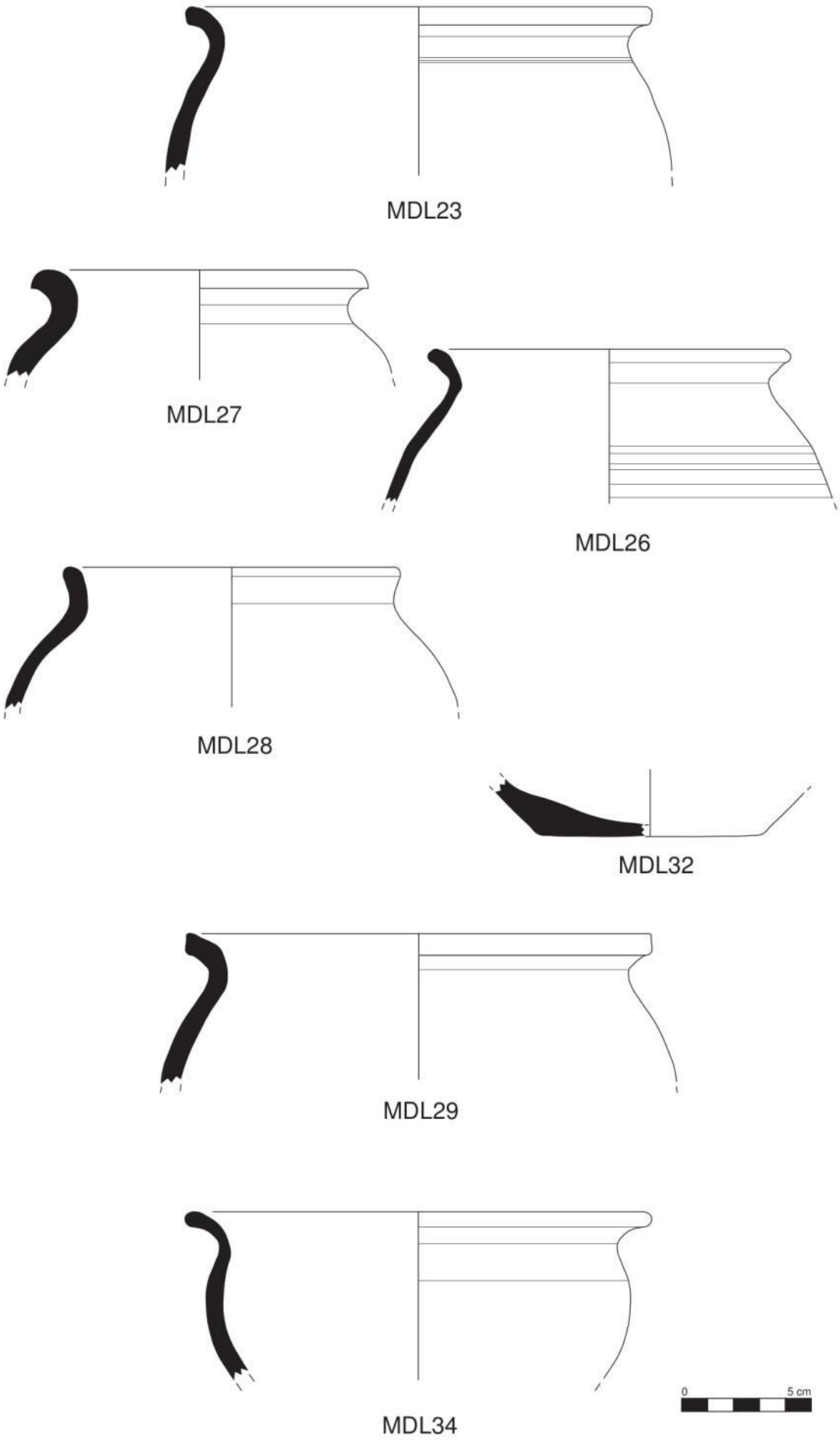
Además de las cerámicas, destaca el hallazgo de monedas del siglo IV y un fragmento de mensa de altar paleocristiana.



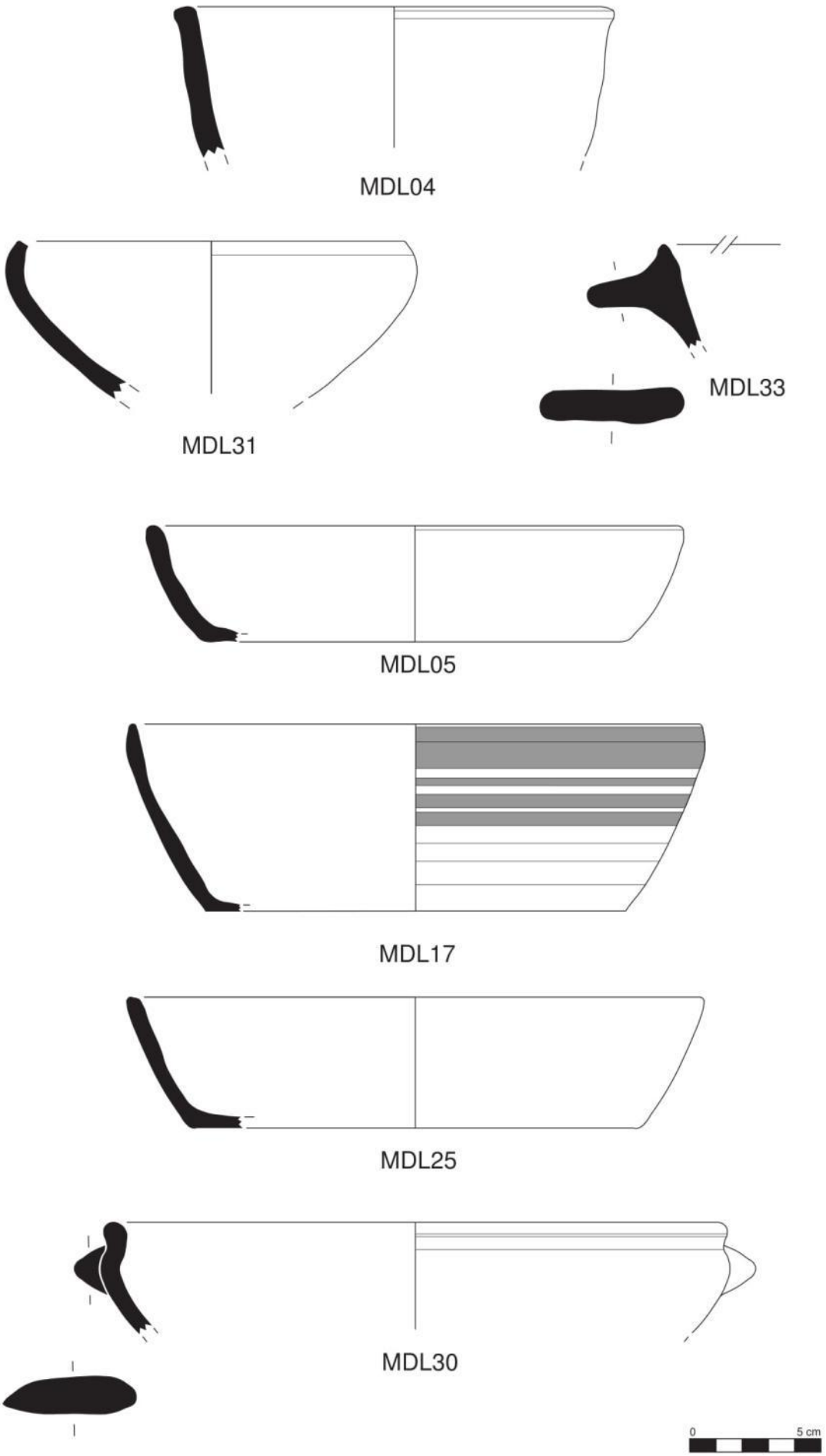
Lám. 15. Materiales de Can Modolell :Ollas



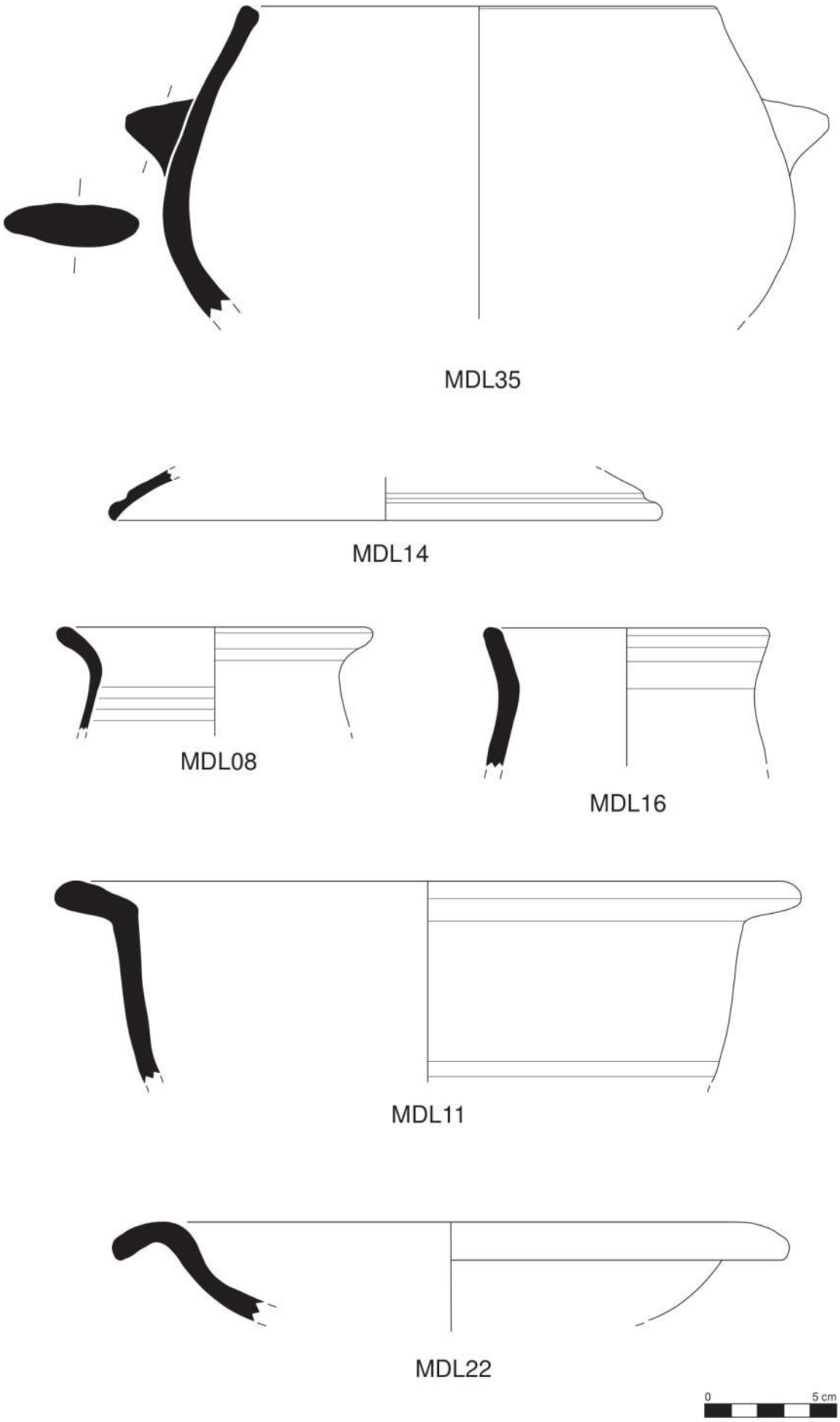
Lám. 16. Materiales de Can Modolell:Ollas



Lám. 17. Materiales de Can Modolell:Ollas



Lám. 18. Materiales de Can Modolell:Cazuelas



Lám. 19. Materiales de Can Modolell: Cazuela, tapadera,jarras, barreños

4.3.2.1. Los materiales seleccionados de Can Modolell

En este yacimiento se han seleccionado 35 muestras cerámicas repartidas en 30 cerámicas de cocina y 5 comunes (Fig. 35). De las piezas de cocina, ocho son cazuelas y 22 ollas. Entre la cerámica común, se encuentran dos barreños, dos jarras y una tapadera. En la Tabla 7 se puede ver un resumen de estas piezas.

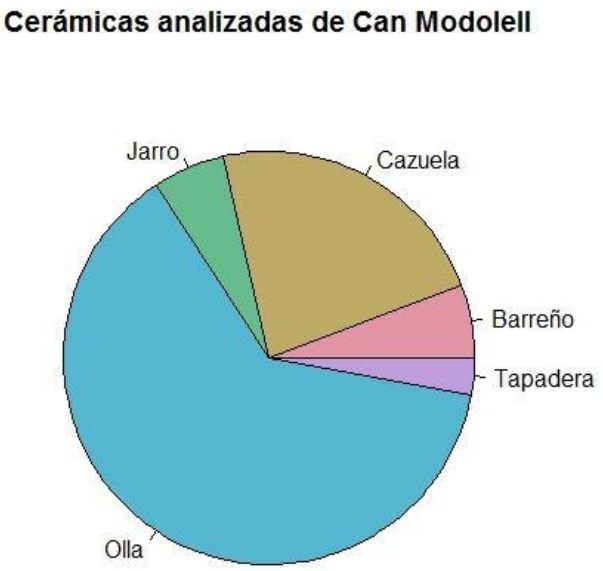


Fig. 36.Gráfico circular con las formas cerámicas seleccionadas de Can Modolell

Son cerámicas de pasta gruesa, poco depurada y superficies sin tratar ni decorar. Predomina la cocción y post-cocción reductora, otorgando colores grises y negros a las piezas o bien cocción irregular con algunas zonas oscuras y otras marrones. La cocción reductora y post-cocción oxidante, con colores beige y marrones se da solamente en siete cerámicas, incluyendo los dos barreños y las dos jarras.

Los barreños (Lám. 19) son las piezas de mayor tamaño y grosor. El individuos MDL11 tiene forma troncocónica con el borde en ala recta de labio redondeado, mientras que MDL22 tiene forma cóncava con borde en visera redondeado hacia fuera. La pasta es gruesa, de color beige-anaranjado por la post-cocción oxidante. Se distinguen algunas inclusiones blancas, especialmente en MDL22, cuya pasta está menos depurada. En ambos casos, las superficies aparecen sin tratamiento posterior ni decoración.

Las jarras (Lám. 19) son individuos pequeños, con trazas de modelado a torno y pastas más depuradas y color marrón anaranjado por la post-cocción oxidante, con algunas zonas grises en MDL16 por una probable cocción irregular. Se distinguen algunas inclusiones blanquecinas en la pasta, aunque en poca cantidad. Los dos individuos son tipológicamente distintos, con cuello en ala y labio redondeado en MDL08 y borde recto ligeramente exvasado y labio redondeado en MDL16. En ambos casos, se ha perdido la parte inferior de la pieza, por lo que se desconoce la forma del cuerpo y de la base. Cabe destacar la ausencia de asa.

La tapadera MDL14 (Lám. 19) es de tamaño medio, de unos 21 cm Ø, cóncava con el borde redondeado y un surco inmediatamente seguido del borde que rodea la pieza a modo de escueta decoración. La pasta es gruesa pero compacta, con apenas unas pocas inclusiones blancas visibles a simple vista. Se evidencian trazas de modelado a torno y el color gris oscuro denota una cocción y post-cocción reductoras.

Las cazuelas (Lám. 18, 19) pueden ser altas (MDL04, MDL17, MDL31, MDL35) o bajas (MDL05, MDL25, MDL30). Se caracterizan por una base plana y cuerpo cóncavo que en MDL04 tiende a troncocónico. Los bordes suelen ser rectos redondeados, ligeramente engrosados hacia fuera en MDL04 y hacia dentro en MDL31 y moldurado en MDL30. Estas piezas pueden tener asas horizontales planas en MDL33 o a modo de mamellón como en MDL30 y en MDL35. Cabe destacar la forma de MDL35, con cuerpo muy abombado, casi globular, cercano a una olla.

La pasta es gruesa y algo depurada con solo algunas inclusiones blancas visibles no en todos los casos. Predominan las cazuelas reductoras grises o negras con solamente MDL17 de color naranja por la oxidación de la post-cocción. Las superficies son lisas sin apenas tratamiento con excepción de MDL17 que presenta horizontales paralelas pintadas en color negro a lo largo de la mitad superior del cuerpo.

Las ollas (Lám. 15 a 17) son el grupo mayoritario dentro del muestreo. Su tipología es de base plana, cuerpo globular o abombado, con ollas de perfil en S y bordes diversos. Cabe destacar el individuo MDL20, con cuerpo troncocónico y el ejemplar MDL15 con la boca ancha exvasada. Los bordes son diversos, engrosados hacia el exterior, redondeados y moldurados. Así mismo, MDL13 y MDL21 cuentan con asas, de sección redondeada y elíptica respectivamente.

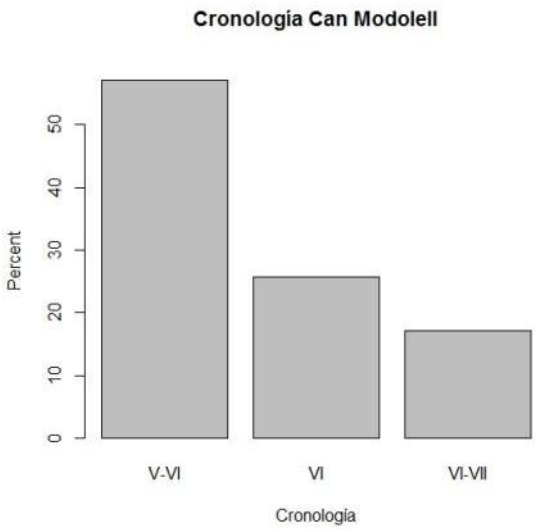


Fig. 37. Diagrama de barras con la distribución cronológica de la selección de Can Modolell

Estas ollas son de pasta gruesa, con inclusiones blancas visibles en muchas de ellas. Se evidencias signos de modelado a torno o a torneta y su ambiente de cocción es mayoritariamente reductor /reductor, confiriendo colores grises y negros a las pastas. Solamente MDL13 y MDL21 tienen una post-cocción oxidante y como consecuencia

una tonalidad beige. A pesar de que las superficies no están tratadas ni decoradas, se distinguen marcas de estrías en MDL02 y MDL26.

Cronológicamente (Fig. 36), las piezas datan entre los siglos V y VII. En este período, se encuentran 20 unidades que se acotan a los siglos V-VI, nueve del siglo VI y solamente seis que avanzan a los siglos VI-VII.

4.3.3. Los materiales cerámicos de *Iluro*

Iluro es el único yacimiento urbano incluido en la selección de cerámicas analizadas. Es un yacimiento extenso y de ocupación ininterrumpida, cuya localización geográfica y carácter urbano lo convierten en un lugar susceptible de recibir mercancías del exterior, incluyendo cerámicas. De esta forma, no es extraño el hallazgo de materiales importados provenientes del Mediterráneo.

Los materiales analizados provienen de la excavación de C/ de la Palma. En este emplazamiento, al igual que en distintos puntos de la ciudad se hallaron multiplicidad de tipos cerámicos tardíos (Cela Espín y Muñoz Rufo, 2000; Járrega Domínguez y Clariana Roig, 1994):

- Cerámica de mesa norte-africana en TSAD con las formas Hayes 10, 21, el bol Lamboglia 2C, el bol con visera 91B, el plato Hayes 104B y la copa Hayes 99.

- Cerámica de cocina africana entre la que abunda la presencia de cazuelas con formas como Lamboglia 10A, 10B y Ostia III-267, pero también se encuentran boles, platos-tapadera y morteros.

- Ánforas procedentes de diversos puntos del Mediterráneo, destacando las norteafricanas.

- Cerámica común oxidante: Su proveniencia es difícil ya que a pesar de tener ciertas similitudes con las cerámicas africanas, podría tratarse de producciones locales o regionales. Estas piezas se caracterizan por su post-cocción oxidante que les confiere una coloración entre beige y marrón en formas de cerámica común como jarras, platos, botellas estriadas, morteros, barreños y tapaderas pero también en algunas ollas y cazuelas bajas. Por otra parte, también se pueden mencionar algunas formas de importación ebusitana como jarras y botellas.

- Cerámica de cocina reductora tipo LRCW: Este grupo es el más abundante caracterizado por la cocción y post-cocción reductoras con su consecuente coloración oscura entre gris y negro. Se incluyen en este grupo cerámica de cocina como ollas y

cazuelas, pero también algunos utensilios de cerámica común como jarras, jarritas, tapaderas y boles.

Estas cerámicas se relacionan con los estratos tardoantiguos, con una horquilla cronológica entre los siglos IV-VII.

4.3.2.1. Los materiales seleccionados de *Iluro*

Los materiales de la calle de la Palma de *Iluro* seleccionados suman un total de 42 individuos de cocina, con 14 cazuelas, 22 ollas, cuatro tapaderas, una cazuela y una pieza que podría ser un puchero o bien una olla (Fig. 37).

Las cazuelas seleccionadas destacan por su tipología definida, correspondiendo dos de ellas, PAL16 y PAL17 a las formas Fulford 20, mientras que PAL18 se asimila a la forma Fulford 8. Las demás cazuelas analizadas son bajas, con la base generalmente plana, multiplicidad de bordes y presencia de elementos de prensión como mamelones. Destaca la decoración incisa a peine formando paquetes lineares ondulados en PAL19.

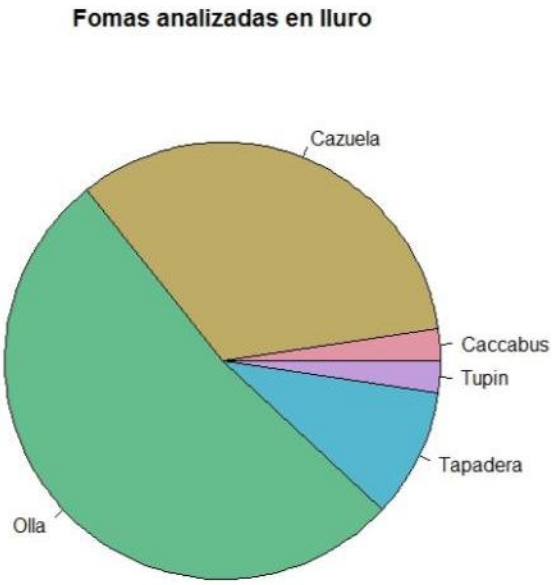


Fig. 38. Gráfico circular con las formas cerámicas seleccionadas de Iluro

Las ollas son globulares o de perfil en S, con base plana y raramente con asas, aunque PAL42 consta de mamelones. Los bordes tienden a ser moldurados o redondeados hacia fuera y la superficie carece de decoración o tratamiento alguno.

Las tapaderas son de gran tamaño, con paredes gruesas y borde redondeado, algunas de las cuales conservan los elementos de prensión como en PAL21 y PAL22 e incluso tres orificios en la parte superior para facillitar la salida del humo durante la cocción, como en PAL22.

Cronológicamente, todos los materiales provienen de la UE 1038 que se ha datado entre los siglos VI-VII (Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 2004).

CAPÍTULO 5: MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

5.1. El estudio arqueométrico de la cerámica arqueológica: caracterización, tecnología, proveniencia

La arqueometría se centra en tres cuestiones básicas: identificación, proveniencia y tecnología (Buxeda et al., 2008), aportando información sobre fabricación, uso, circulación, reutilización y descarte de las piezas (Gurt i Esparraguera y Martínez Ferreras, 2008).

Los individuos cerámicos tal y como se encuentran en el yacimiento son fruto de un recorrido de vida que pasa por su fabricación, uso, descarte, transporte, reutilización o reciclado. Según el diagrama de flujo de la figura 38 (Buxeda et al., 1995; Gurt i Esparraguera y Martínez Ferreras, 2008) se puede entender cómo los análisis arqueométricos permiten identificar los diferentes aspectos o fases del las que pasa el artefacto hasta su hallazgo.

Según Olcese (Olcese, 1992) el estudio arqueométrico de la cerámica arqueológica consiste en el análisis de la composición, el estudio de la proveniencia, de la tecnología, la conservación de la pieza, la autentificación y la datación. A partir del estudio químico y mineralógico es cuando se puede obtener información sobre la proveniencia y la tecnología de las piezas. Se debe tener en cuenta que para los estudios arqueométricos se requiere una cantidad de muestras suficientemente representativa, así

como procurar la precisión y minimización del margen de error de cada método utilizado (Mommsen, 2004).

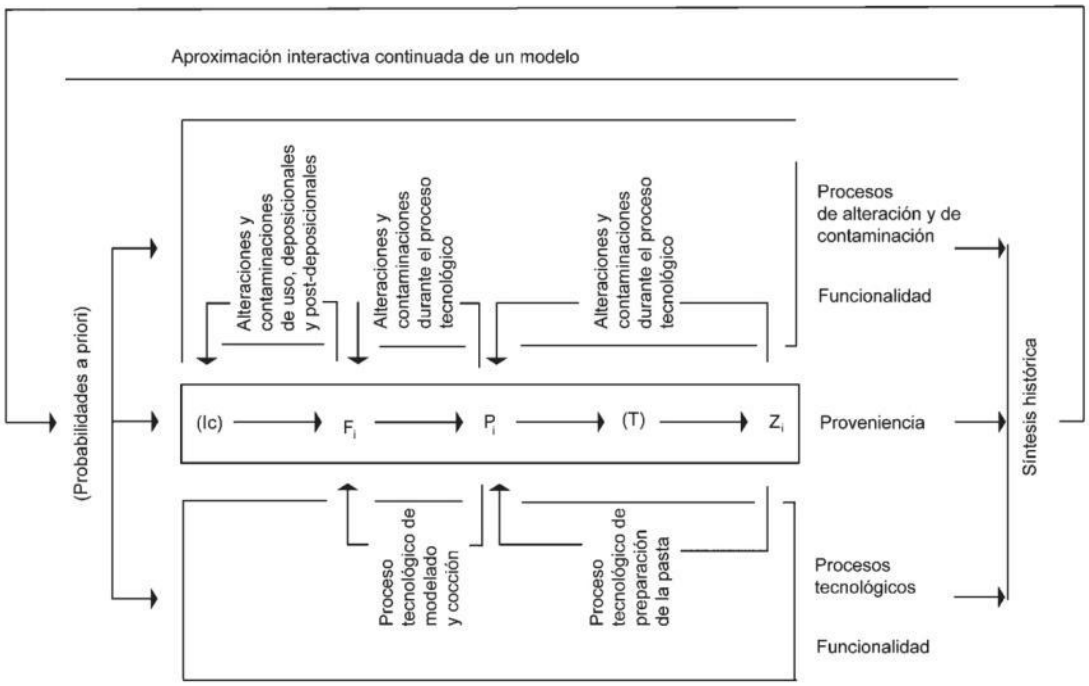


Fig. 39. Diagrama de flujo de la investigación arqueométrica en la cerámica (Buxeda et al. 1995)

La pregunta arqueológica es el punto de partida de los estudios arqueométricos, aplicable a cualquiera de las técnicas que análisis que se escojan o requieran (Fig. 39), cuyos resultados se interpretarán en conjunción con la dicha información arqueológica o antropológica.

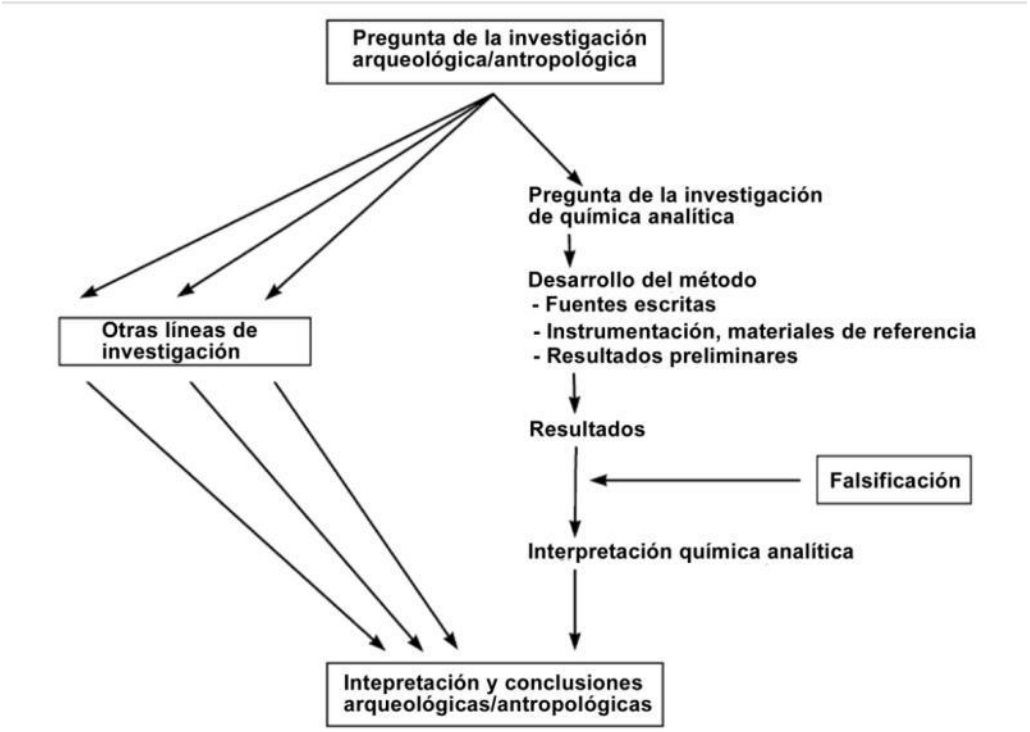


Fig. 40. Diagrama del proceso de investigación por análisis químicos (Nigra et al. 2015)

- *Caracterización o identificación*

La caracterización o identificación[30] es descripción cualitativa y cuantitativa de la composición y estructura de una cerámica para poder evaluar sus propiedades, usos y proveniencia (Hench 1971 según Rice, 2005, p. 309).

Esta primera cuestión que trata la arqueometría, se realiza desde un aspecto tipológico, forma tradicional de identificación arqueológica, y otro material, utilizando técnicas de análisis para determinar la composición del artefacto. Para ello, la identificación se basa en tres dimensiones, cuya combinación otorga las propiedades físicas del material (Buxeda et al., 2008). Estos tres niveles son complementarios y necesarios para la correcta y completa interpretación (Bishop et al., 1982; Buxeda et al., 2008; Cau Ontiveros, 2003; Day et al., 1999; Neff, 2012).

- Nivel químico: La cerámica está formada por un conjunto de átomos *x* en diferentes proporciones y, por tanto, se pueden determinar las concentraciones elementales de su composición química. Este nivel se basa en la obtención de la composición elemental de la pieza, incluyendo por tanto los elementos mayores, menores y las trazas.

Para ello se pueden utilizar diversas técnicas de análisis para determinar la concentración o nivel de cada elemento químico que compone la cerámica. Existen numerosas técnicas que permiten obtener esta composición (ver capítulo 5.2.1). Algunas de ellas se basan en la emisión de rayos X, como por ejemplo la Fluorescencia de Rayos X (FRX) o la emisión de rayos X inducida por protones (PIXE). Otras técnicas relevantes serían el análisis por activación neutrónica (NAA), la espectrometría de absorción atómica (EAA) (Hein et al., 2002; Pollard et al., 2007; Pollard y Heron, 2008) o la espectrometría de masas por plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS) o por espectrometría de emisión óptica (ICP-OES).

- Nivel mineralógico: Este segundo nivel consiste en la identificación y determinación de los minerales que integran el artefacto. La combinación de átomos crea sustancias puras (con un solo átomo) o compuestos (varios átomos) que dan lugar a

[30] Los primeros trabajos sobre identificación arqueométrica de artefactos arqueológicos se pueden encontrar ya en el siglo XVIII, como el estudio sobre la identificación de la composición química de monedas y metales grecorromanas de Klaproth en 1743-1817 o bien la identificación de Pb en vidrio romano de Faraday, en 1791-1867, entre otros.

estructuras cristalinas ordenadas o minerales, o bien no ordenadas o amorfas, como por ejemplo, el vidrio volcánico.

Según Hurlbut y Klein (Klein y Hurlbut, 2008), los minerales son sólidos homogéneos, con composición química definida y disposición atómica ordenada. Por la composición definida, los minerales están formador por átomos de uno o más elementos químicos diferentes. Cabe destacar que esta composición no es fija sino que puede presentar oscilaciones dependiendo de los elementos que la integren. La característica de composición ordenada alude a la estructura cristalina de los minerales, por lo que quedan excluídos los amorfos no ordenados.

Los minerales son compuestos inorgánicos, con algunas excepciones de origen orgánico, como podrían ser los carbonatos cálcicos procedentes de los moluscos.

La determinación mineralógica se lleva a cabo con la difracción de rayos X (DRX), complementada por la observación de láminas delgadas con el microscopio óptico (MO).

La cerámica puede contener minerales primarios, de cocción y secundarios. Los primarios son los que ya estaban presentes en la la materia prima de origen. Los minerales o fases de cocción se forman durante la cocción de la cerámica como consecuencia de la temperatura de cocción, la atmósfera y, por supuesto, la composición química y mineralógica inicial. Los minerales secundarios son aquellos que se forman a posteriori de la fabricación de la cerámica, noralmente debido al uso o a la deposición del material en el estrato arqueológico (Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 1995).

-Nivel petrográfico: Tras el análisis químico y mineralógico, se añade el petrográfico, con el estudio de los agregados o rocas, formadas de la asociación y combinación de uno o varios compuestos, tanto minerales como amorfos.

El estudio de este nivel se lleva a cabo con Microscopía Óptica (MO), con la observación de láminas delgadas. Con esta técnica es posible la observación y caracterización de minerales y rocas, pudiéndo se identificar pero también observar sus particularidades texturales y morfológicas. Con la observación petrográfica se pueden describir y clasificar las fábricas cerámicas, utilizando para ello parámetros texturales, como la distribución y frecuencia de las inclusiones o composicionales, por el tipo de componentes, su forma y tamaño (Whitbread, 1995, 1989). Esta clasificación se basa en

la descripción sistemática propia para la petrografía cerámica y que puede llevar a interpretaciones de proveniencia y tecnología.

La definición de fábricas petrográficas o grupos consiste en la agrupación de varios individuos petrográficamente similares por su composición y textura. Estos individuos pueden tener variabilidad interna pero sus semejanzas siempre son predominantes y mayores que sus diferencias (Quinn, 2013).

- *Proveniencia*

La proveniencia hace referencia al lugar donde se han producido las piezas. Este origen puede considerarse como el área geográfica, establecida por unas características geoquímicas y petrográficas, o bien a un contexto productivo cerrado como hornos o talleres.

Arqueológicamente se ha utilizado la tipología y las características macroscópicas como indicador de la proveniencia, lo que puede resultar erróneo. Un ejemplo es el hallazgo en *Albintimilium* de cerámicas comunes que se consideraban producción local pero cuya caracterización arqueométrica identificó como importaciones (Olcese, 1993, 1991). Otro ejemplo se encuentra en las cerámicas tardías de la villa romana de Sa Mesquida (Mallorca), donde cerámicas que se creían locales se determinaron como importaciones, tras el análisis arqueométrico (Cau Ontiveros, 2003; Orfila y Cau, 1994). Para una apropiada interpretación de la proveniencia, es fundamental la información indirecta que aporta la arqueometría a través del estudio de las propiedades geoquímicas y petrográficas de las cerámicas. De este modo, la combinación de los estudios arqueológicos y arqueométricos aportan una mejor y más precisa aproximación a la proveniencia de las piezas.

Este tipo de estudios se rigen por el postulado de proveniencia que considera que las diferencias de composición química, mineralógica y petrográfica entre dos zonas distintas son mayores que las diferencias dentro de una misma zona y, por tanto, la variabilidad dentro de un grupo cerámico debe ser inferior a la variabilidad entre dos grupos diferentes. De esta forma, se puede comparar la caracterización de las cerámicas de los centros productores con la geología de la zona para así establecer su proveniencia, que pueden ser de utilidad para el estudio de centros receptores (Albero,

2014a; Bennet et al., 1989; Bishop et al., 1982; Glascock et al., 2004; Gurt i Esparraguera y Martínez Ferreras, 2008; Hein et al., 2002).

Para el estudio de la proveniencia, la cerámica requiere tener los siguientes atributos (Buxeda et al., 2008):

- Tiene que ser característica y contener una característica única y propia de la fuente de la materia prima.

- Tiene que corresponder a un área geográfica reducida definida como probable por parámetros arqueológicos, es decir, singularidad. Cabe destacar el concepto de zona de incertitud o espacio de no resolución que se produce cuando en una misma zona geológica se utilizan las mismas materias primas y tecnologías similares de forma más de un taller puede trabajar con las mismas pastas y difícilmente se podrán dicilmente se podrán diferenciar entre ellos.

- Tiene que poderse medir con técnicas analíticas.

- Tiene que poder ser predecible, sin interferencias ni contaminación humana o bien que ésta se pueda corregir.

- Tiene que ser estable y no verse afectada de por el proceso post-deposicional. En este aspecto cabe señalar que el uso, transporte o reutilización de las cerámicas pueden provocar variaciones en su composición química inicial.

Dentro del estudio de la proveniencia, se deben señalar unos aspectos básicos, como el concepto de pasta cerámica. La *pasta* cerámica es la mezcla de una o varias arcillas con agua y desgrasantes que cada alfarero elabora según sus necesidades. En otras palabras, la receta para obtener la materia cruda para la elaboración de la cerámica. Estas recetas regulan las pautas del proceso de fabricación, desde la obtención de la materia prima hasta el producto acabado y son fruto del conocimiento adquirido (Albero, 2010). Los cambios de receta en las pastas cerámicas pueden ser indicativos de cambio sociales en una comunidad, ya que éstos van ligados a factores culturales y a la tradición (Albero, 2014b).

Una vez cocida la pasta cerámica se denomina *fábrica* (Buxeda et al., 1995; Whitbread, 1995, 1989). Estas pastas cocidas son las que se hallan en el registro arqueológico y, por tanto, las que se analizan. Durante el proceso de cocción pueden producirse transformaciones en la composición química de la pasta (Kilikoglou et al., 1988; Maniatis et al., 1981), mineralógica (Heimann, 1982; Maggetti, 1982, 1981) y

física, con cambios de coloración por el ambiente de cocción o cambios en la microestructura, ligadas a la temperatura de cocción (Peacock, 1984b; Picon, 1973).

Tras la caracterización de las cerámicas y las fábricas, se requiere la identificación de la *zona de proveniencia* (Buxeda et al., 1995), es decir, la zona donde se encontraría la veta de arcilla y materias primas o bien el taller donde se elaboraron las piezas estudiadas. Por otra parte, también se deben tener en cuenta la zona de incertidumbre y la zona de conjunción (Buxeda et al., 1995; Gurt i Esparraguera y Martínez Ferreras, 2008). La *zona de incertiduumbre o espacio de no resolución* (Zi) hace referencia la zona mínima en la que resulta difícil distinguir los talleres y producciones. En consecuencia, representan la unidad mínima de atribución de proveniencia, dentro de la cual pueden encontrarse más de un taller con la posibilidad de preparación de más de un tipo de pasta distinta.

La *zona de conjunción* (Zc) se refiere a distintas zonas geográficas que tiene las mismas características químicas y que por tanto, incluyen diversas Zi.

El trabajo se inicia la caracterización del individuo cerámico recuperado[31] (IC) La caracterización conlleva a poder identificar pastas y definir fábricas. Estas fábricas dan información sobre la zona de incertitumbre (Zi), que a su vez dará lugar a la hipótesis de proveniencia.

Las cerámicas pueden encontrarse en centros productores, con evidencias arqueológicas directas que los confirman como lugar de origen de la cerámica, como por ejemplo hallazgo de hornos o talleres, y centros secundarios, distribuidores o consumidores, sin evidencias productivas (Albero, 2014a; Gurt i Esparraguera y Martínez Ferreras, 2008; Meyer et al., 2016). Los resultados arqueométricos de conjuntos de centros productores formarían los Grupos de Referencia (GR), de características homogéneas (Buxeda et al., 1995; Picon, 1973), mientras que los conjuntos de centros receptores o consumidores se denominarían Unidades de Referencia Composicional de Pastas (URCP) (Bishop et al., 1982). Picon también puntualiza la diferencia entre los términos *proveniencia* (Picon, 1973) y *procedencia*, es decir, del lugar donde se encontró el artefacto estudiado.

La metodología de trabajo arqueométrico varía si se trata de centros productores o de centros receptores. En ambos casos, es fundamental determinar la

[31] Se debe tener en cuenta que los individuos cerámicos recuperados llegan en un estado distinto alq ue tenían una vez fabricados debido a los diversos procesos de alteración y contaminación de su composición original a causa del uso, y procesos deposicionales y postdeposicionales. Este tema de las contaminaciones y alteraciones se desarrolla de forma más extensa en el punto 5.1.1.

composición de la pasta inicial, teniendo en cuenta las mencionadas alteraciones a causa de la cocción, del uso o de procesos deposicionales y post-deposicionales que pueden producir variaciones en la composición química y mineralógica (Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 1995; Buxeda et al., 2008, 1995; Kilikoglou et al., 1988). En el caso de los centros productores, una vez establecidos y caracterizados los GRs, se podrán usar para comparar los resultados de las cerámicas de centros de consumo o distribución y establecer posibles proveniencias de las URCPs (Bennet et al., 1989).

En caso de tratarse de URCPs, es decir, sin referencias arqueológicas sobre el lugar de producción, los grupos se definen por agrupaciones de puntos en el espacio dimensional entre los que se puede establecer una hipótesis de proveniecia común (Bishop et al., 1982; Buxeda, 2001; Buxeda et al., 1995). A pesar de ello, esta proveniencia es incierta al no poder asociarse a un taller por criterios de validación arqueológicos. Para un mayor afianzamiento de la proveniencia de las URCPs, se pueden intentar relacionar con GR (Buxeda et al., 1995; Fantuzzi, 2015; Martínez Ferreras, 2008; Tsantini, 2007) ya identificados o la geología y geoquímica de la región.

El estudio de proveniencia se basa en la geoquímica y, por tanto, utiliza la observación petrográfica y los análisis químicos de las cerámicas analizadas. Por una parte, la observación y determinación petrográfica resulta difícil en el caso de cerámicas de pastas finas y muy depuradas, com la vajilla de mesa, por lo que para estas piezas, el peso de la metodología recae en los resultados químicos (Baklouti et al., 2014; Buxeda et al., 2008; Guirao et al., 2014; Iñañez et al., 2008; Madrid et al., 2015). Por el contrario, las cerámicas gruesas (comunmente conocidas como groseras) permiten una detallada observación petrográfica, por lo que esta técnica puede aportar la mayor parte de la información sobre la composición de sus pastas (Amari, 2014; Cau Ontiveros, 2003; Montana et al., 2007; Quinn, 2013; Reedy, 2008).

La petrografía permite comparar los minerales y rocas que forman parte de la cerámica con la geología de una zona. De este modo, pueden establecerse posibles fuentes de extracción de la materia prima utilizada para la elaboración de la pasta. Por otra parte, la arcilla y los desgrasantes artificiales podrían provenir de distintos depósitos. También los microfósiles aportan información sobre proveniencia con la identificación y clasificación de los foraminíferos por família y especie a partir de la imagen de los esqueletos y taxonomía visibles por el micoscopio óptico (Albero, 2014a; Quinn, 2013).

En el caso de las cerámicas de supuesta producción local, como es el caso de este trabajo, la comparación se lleva a cabo con las zonas próximas al yacimiento donde se han encontrado las cerámicas estudiadas, utilizando para ello mapas y recursos geológicos (Quinn, 2013; Whitbread, 1995).

- *Tecnología*

La tecnología se basa en aspectos referidos a la arcilla, el modelaje, la cocción y tratamientos posteriores a la cocción. Se relaciona con aspectos cronológicos y culturales y con la cadena operativa, desde la preparación de la arcilla con sus diversas transformaciones hasta el artefacto terminado. Las diferencias tecnológicas entre individuos cerámicos pueden ser determinantes en la definición de las fábricas de distintos centros de producción (Whitbread, 1995), por lo que el estudio de la tecnología está ligado al de proveniencia, tal y como se representa en el diagrama de flujo de la figura 38.

Desde los años 1960 ha proliferado el interés de los investigadores por los procesos de producción cerámicos, sus particularidades y evolución a lo largo del tiempo, estudiados desde diferentes perspectivas y teorías (Albero, 2014a; Arnold, 1975, 1971; Braun, 1983; Bronitsky, 1989; Echallier, 1983; Hein et al., 2008; Kingery, 2001, 1984; Loney, 2000; Picon, 1973; Rice, 2005, 1991; Schiffer et al., 2001, 2001, 2001; Schiffer y Skibo, 1997, 1987; Skibo y Schiffer, 2008, 2001; Tite et al., 2001; Williams, 1992). En consecuencia, los estudios arqueométricos se han enfocado a diversos aspectos tecnológicos desde la selección de materias primas hasta el resultado final con la pieza cocida. Todos ellos son factores que afectan al resultado final de la cerámica terminada, desde aspectos físicos a mecánicos[32] y funcionales (Bronitsky, 1989; Heimann, 1982; Maggetti, 1982, 1981; Picon, 1973; Tite y Maniatis, 1975).

La tecnología está estrechamente ligada no solo con el medio y la disponibilidad de materias primas adecuadas sino con el contexto social de las poblaciones que elaboran los artefactos, es decir, la cadena conductual. Por este motivo, han resultado muy valiosos los diversos estudios sobre etnoarqueología y etnoarqueometría enfocados a la producción cerámica (e.g. Albero y Puerta, 2009;

[32] El tema de las propiedades mecánicas y térmicas en las cerámicas se ha tratado en el capítulo 2.1.1, donde se especifica la cadena operativa de las cerámicas, dando una especial relevancia a las características técnicas y problemas mecánicos relacionados con las fracturas en las cerámicas de cocina.

Arnold, 1975, 1971; Buxeda Garrigós et al., 2003; Carpenter y Feinman, 1999; Peacock, 1982; Rice, 2005; Silva, 2008). Estos estudios, junto con la tradición oral y la arqueología experimental, han puesto de manifiesto que las vetas de arcilla aparentemente menos apropiadas, como la arena arcillosa, pueden resultar aptas al mezclarse con otras arcillas o bien por el proceso de levigación (Albero y Puerta, 2009; Albero Santacreu, 2017; Day et al., 2015; Rice, 2005; Silva, 2008).

Los primeros datos se obtienen de la observación de la cerámica a simple vista, ya que la coloración indica la elección del material y la cocción que recibe cada individuo cerámico (Jones, 2004). Así, una coloración en tonos rojizos o marrones indica una cocción y una post-cocción en atmósferas oxidantes. También se encuentran piezas de cocción reductora y post-cocción oxidante. Para llevar a cabo la cocción reductora/oxidante en hornos de dos cámaras, se permite la entrada de aire en la cámara de cocción. En los hornos de una sola cámara se permite la entrada del aire en el interior del horno, de forma que las piezas se oxigenen. Por otra parte, las cerámicas de coloración gris y negras son el resultado de la cocción y post-cocción en atmósferas reductoras donde se mantiene el horno completamente cerrado, por lo que las piezas no se oxigenan. A partir de estos dos tipos de cocción se encuentran piezas de coloraciones diversas con tonalidades más o menos intensas e incluso mixtas, producto de una cocción mixta que combina la reducción con la oxidación.

Además del color, la fábrica cerámica tiene una serie de indicadores tecnológicos como las fracturas, la forma, el tamaño, variabilidad y orientación de sus componentes, tanto inclusiones como cavidades. A partir de la orientación se puede extraer información sobre la técnica de modelado (Ther, 2016). Por una parte, la presión discontínua produce deformación que varía según la forma de la pieza. La técnica que combina rollos con presión y cizallamiento produce en la pasta deformación lateral por presión exógena. Estos dos tipos de modelado a mano no producen una orientación perpendicular indentificable de los elementos. El modelado a torno, es decir, presión y cizallamiento con rotación cinética produce orientación perpendicular elongada de las inclusiones.

Para el estudio de las pastas gruesas y los desgrasantes, entendidos como partículas no plásticas añadidas artificialmente por el alfarero, se utiliza prferentemente la microscopía óptica, aunque puede combinarse con el análisis químico. La observación petrográfica permite identificar las inclusiones, así como la identificación de desgrasantes intencionados o trazas de manufactura durante el modelado que

conllevan a la identificación de diferentes técnicas alfareras (Quinn, 2013; Reedy, 2008; Sheppard, 1995, 1964; Whitbread, 1995). Se puede distinguir el desgrasante artificial de las inclusiones naturales por el hábito, apariencia y morfología del mineral (Albero, 2014b).

La temperatura de cocción plasma los cambios por sinterización de las arcillas hasta su vitrificación (Goffer, 2007; Gurt i Esparraguera y Martínez Ferreras, 2008). Durante la cocción, además de las mencionadas transformaciones químicas, las cerámicas experimentan transformaciones composicionales que pueden afectar a sus propiedades. Estas transformaciones van estrechamente ligadas a la temperatura y tiempo de cocción de forma que a partir de los 100ºC se evapora el agua de la arcilla que aporta plasticidad a la pasta; entre 200-400ºC se inicia la oxidación o la carbonización de la materia orgánica; entre 450-600ºC se elimina el agua de combinación, contrayéndose con ello la pasta e iniciándose la transformación o descomposición de diferentes fases minerales.

La metodología más importante para el estudio de la temperatura de cocción y las transformaciones que ello conlleva es la DRX, que aporta información sobre las fases minerales primarias, las transformaciones minerales durante la cocción y las fases secundarias. Toda esta información permite establecer la temperatura de cocción equivalente (TCE), definida como la temperatura constante que, aplicada por un tiempo determinado, similar al de la cocción original de la muestra, la habría llevado a la misma etapa de sinterización (Roberts, 1963). A pesar de que es la técnica más utilizada, no pueden dejar de mencionarse la Espectroscopía de Mössbauer, para las fases ferrosas (Tite, 2008; Wagner y Kyek, 2004), el Análisis Térmico Diferencial o los experimentos de recocción de cerámicas (Heimann, 1982; Rice, 2005). El microscopio electrónico de rastreo (MER) permite observar los cambios de porosidad y las fases de vitrificación de la microestructura de la fábrica cerámica, lo que aporta información sobre la temperatura de cocción (TCE) a la que se ha sometido cada individuo cerámico. Otros métodos para la observación de la microestructura de las cerámicas es, por ejemplo Radiografía-X que permite obtener información de la cadena operativa (Berg, 2011).

5.1.1. Las alteraciones en la composición

Tal y como se ha ido indicando, las cerámicas pueden sufrir procesos de alteración y contaminación que afectan a su composición química y mineralógica. Estas alteraciones deben tenerse en cuenta en la interpretación de los resultados y corregirse en la medida de lo posible (Buxeda Garrigós, 1999a). Estas alteraciones modifican la composición química original de las piezas y pueden darse de diversos tipos, grados e intensidades. Las alteraciones pueden provocar perturbaciones en los análisis químicos que se pueden sintetizar de la siguiente forma, donde x_1 es la perturbación, u_1 el vector de la perturmación, x_0 el vector de la composición original y *C* la suma de los vectores composicionales (Buxeda Garrigós, 1999a):

$$x_1 = u_1 \,^{\circ} x_0 = C(x_{01}u_{11} \ldots x_{0D}u_{1D})$$

Las alteraciones pueden darse por la modificación de la composición a causa de las técnicas de preparación de la pasta, por el uso, por el entorno post-deposicional o por la combinación de varios de estos factores (Albero, 2014a; Golitko et al., 2011). La causa más común son los procesos postdeposicionales en contexto de enterramiento (Bearat et al., 1992; Buxeda Garrigós, 1999a; Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 1995; Buxeda Garrigós y Kilikoglou, 2003; Buxeda et al., 2002; Cultrone et al., 2001; De la Fuente, 2008; Freestone, 2001; Freestone et al., 1994, 1985; Heimann y Maggetti, 1981; Kilikoglou et al., 1988; Maritan et al., 2009; Maritan y Mazolli, 2004; Picon, 1976; Schwedt et al., 2006, 2004). La localización geográfica y, por tanto, el clima y el medio ambiente de la zona donde se deposita el artefacto afectan a las posibles alteraciones que pueda sufrir, como por ejemplo, la abrasión de la superficie de las cerámicas, que afecta a la conservación de la pieza pero no altera su composición. Una vez depositada y enterrada la pieza, se inicia el ciclo de meteorización, ligado a las alteraciones secundarias. Estas alteraciones son la diagénesis y la litificación, que dan la recistalización y cimentación de la composición de la pieza.

Por una parte, el suelo es el primer agente causante de las alteraciones secundarias post-deposicionales. El ph afecta a los ácidos como el Si, Al y Fe y alumino y a las bases alcalinas como Ca, Na y Mg (Fantuzzi, 2010). También la actividad orgánica, tanto flora como fauna, del entorno postdeposicional junto con el ph y las

codicciones redox de las cerámicas pueden provocar, por ejemplo, aumento de los fosfatos y de los niveles de Mn (Golitko et al., 2011).

La humedad también afecta a la alteración de las cerámicas con la absorción y retención de agua del medio ambiente. Un efecto es la deshidroxidación, que se produce cuando se vuelven a rellenar de agua los poros formados durante pérdida del agua de la cerámica durante su cocción (Fantuzzi, 2010).

Por último, deben mencionarse las sales, presentes en el agua que se usa tanto en el proceso de fabricación del artefacto como en ciertos ambientes post-deposicionales de clima húmedo y que penetran y cristalizan dentro de las cerámicas (Fantuzzi, 2010). Si el agua de la cerámica se evapora, las sales permanecen y cristalizan. Las sales solubles provocan alteraciones físicas, como cristalización o hidratación, y químicas, como hidrólisis, acidez o alcalinidad. Las sales solubles más frecuentes son los cloruros (Na, K, Ca, Mg), los sulfatos, provocados por la contaminación antrópica (Na, K, Mg), los nitratos y los fosfatos, ambos a causa de la descomposición de la materia orgánica. Las sales insolubles son los carbonatos, sulfatos, sulfuros, silicatos y óxidos que crean cortezas en la superfície cerámica como la calcita (Fantuzzi, 2010). Así, los elementos más susceptibles de alteraciones post-deposicionales son Ca, Mg, K y Na (Albero, 2014a).

Los minerales de la cerámica se encuentran en fase primaria, en fase de cocción o en fase secundaria. Los minerales de fase primaria son los que se encuentran en la materia prima. Las fases secundarias se crean durante la historia del artefacto, por el entorno de fabricación, su uso, deposición, recuperación o incluso procesos de conservación museológica (Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 1995).

Una de las alteraciones más frecuentes es la aparición de calcita secundaria, que en el caso de ser post-deposicional, aparece con los depósitos de carbonato cálcico y se puede observar rellenando la microporosidad de las piezas (Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 1995; Cau Ontiveros et al., 2002; Quinn, 2013).

Además del CaO, el Na_2O aparece con frecuencia contaminado. Un indicador de esta contaminación es la analcima, identificable por DRX. Este mineral de fase secundaria puede ser responsable de la alta variabilidad del sodio (Buxeda et al., 2002; Schwedt et al., 2006; Tsantini et al., 2004). Esta alteración se produce normalmente en cerámicas calcáreas cocidas a altas temperaturas que favorecen la cristalización de analcima (una zeolita sódica) como mineral secundario y, por tanto, no suele aparecer como fase secundaria en cerámicas cocidas por debajo de los 1000ºC. Así mismo, la

aparición de la analcima es menos frecuente en cerámicas no calcáreas, aunque no inexistente (Schwedt et al., 2006). La presencia de analcima se relaciona también con valores anormalmente bajos de K y Rb, a causa de la lixiviación en cerámicas calcáreas cocidas a altas temperaturas (Albero, 2014a; Guirao et al., 2014; Madrid et al., 2015). Las sales utilizadas para la preparación de la pasta cerámica pueden alterar también los valores de Na, aumentándolos y provocando con ello un descenso de Ce (Schwedt et al., 2006).

También el Ba es susceptible de contaminación post-deposicional (Golitko et al., 2011), relacionado con la presencia de zeolitas báricas, formadas por TCE altas, vitrificación o bien desgrasantes o inclusiones volcánicas. Los valores anormalmente altos de Ba se vinculan con K, Rb, Ce y Sr o bien con el enriquecimiento de Fe, Ni, V, Ar y An.

El P_2O_5 se excluye del tratamiento estadístico a causa de ser un elemento contaminado por los fertilizantes agrarios actuales. Los suelos, especialmente rurales, tienen una alta concentración de anhídrido fosfórico, lo que altera los resultados los análisis químicos. La materia orgánica también afecta a la alteración y contaminación de este elemento, especialmente si aparece próximo a zonas de enterramiento con huesos o a zonas con depósitos de fauna. Otros elementos que se excluyen del tratamiento estadístico por conocidas contaminaciones post-deposicionales de origen antrópico son Pb y Sn.

Los emplazamientos próximos a cursos o masas de agua pueden verse alterados químicamente por sus efectos, con desequilibrios en U y Th (Zacharias et al., 2007). Por otra parte, los procesos de enteramientos pueden alterar los valores de K a niveles inferiores a los reales, que junto con el proceso de hirólisis puede también relacionarse con la mengua de valores de Rb.

5.1.2. Primera aproximación: la observación macroscópica

Para poder estudiar la cerámica se tienen que considerar una serie de características que aportan la información necesaria para una primera aproximación a la pieza más allá de la tipología y que hacen referencia a aspectos tecnológicos.

Esta observación macroscópica, se realiza directamente a ojo desnudo o bien con la lupa binocular y se basa en los diferentes aspectos (Buxeda et al., 1995; Cau Ontiveros, 2003; Cau Ontiveros et al., 1997a, 1997b; Macías Solé, 1999; Rice, 2005):

El color de la superficie puede indicar el tipo de cocción, con tonalidades negras y grises para la cocción reductora y con beiges y anaranjados para la oxidante. El color de la cerámica en sección puede dar indicaciones sobre la materia prima que se utiliza y también sobre la cocción, ya que sus tonalidades indican diferentes temperaturas y atmósferas de cocción.

La dureza de la arcilla y el tacto son dos parámetros estrechamente ligados, ya definidos por Peacock (Peacock, 1977), y que aportan información sobre el tipo de pasta y su granulometría. Estos aspectos texturales se pueden distinguir con el tipo de fractura, que puede ser lisa, rugosa o escalonada.

La composición y textura de la pasta se percibe con las inclusiones no plásticas y con la macroporosidad.

Las inclusiones no plásticas se observan en su porcentaje, forma y ordenación (Orton et al., 1997) que pueden aportar información tecnológica sobre el tratamiento de pastas para conseguir una arcilla apropiada para cada tipo de pieza. Aunque son difíciles de identificar macroscópicamente, se distinguen entre inclusiones de origen geológico y las vegetales. Estas inclusiones geológicas pueden ser fragmentos de roca o minerales.

Las inclusiones no plásticas se categorizan por el color (Buxeda et al., 1995): blanco, negro, rojo, brillante o transparente son los más frecuentes, y por el tamaño en relación a la matriz. En este aspecto, se observan pastas sin inclusiones, inclusiones de fondo, punteadas no cuantificables, pequeñas y grandes >1 mm. Estas observaciones se pueden llegar a relacionar con minerales concretos, como la apariencia brillante con la mica, minerales blancos sedosos con el feldespato o los transparentes blanquecinos con el cuarzo (Riutort, 2018).

En ocasiones, la observación macroscópica es suficiente para identificar desgrasantes artificiales, siguiendo las pautas de tipo de inclusiones (color, tamaño y forma) y frecuencia.

Respecto a la macroporosidad, por el tamaño y forma de las cavidades se pueden clasificar en poros, vacuolas, aberturas >1 mm y fisuras.

El tratamiento de la superficie y los acabados tanto pre como post-cocción, como los vidriados, barnices o los bruñidos, por ejemplo, también pueden ser signos de la funcionalidad de la pieza. Finalmente están las trazas de manufactura y desgaste, también llamadas macrotrazas, que son indicadores de la técnica utilizada para elaborar aquella pieza, ya que el torno, la torneta y el modelaje a mano dejan macrotrazas diferentes en la superficie cerámica.

Estos aspectos texturales pueden estudiarse de forma más detallada con el MER, microscopio electrónico de rastreo, que permite distinguir la microestructura, las diferentes fases de sinterización de la pasta y los tratamientos posteriores, como los barnices o las decoraciones.

5.2. Técnicas de análisis

El análisis arqueométrico de las cerámicas arqueológicas, tal y como se ha comentado en el apartado anterior, se basa en tres niveles. El primer nivel, es el análisis químico que trata la composición atómica de las cerámicas. El segundo nivel es el mineralógico, que analiza los compuestos formados por agrupaciones de átomos ordenados, formando minerales o desordenados o amorfos. El tercer nivel es el estudio petrográfico de los fragmentos de rocas y agregados.

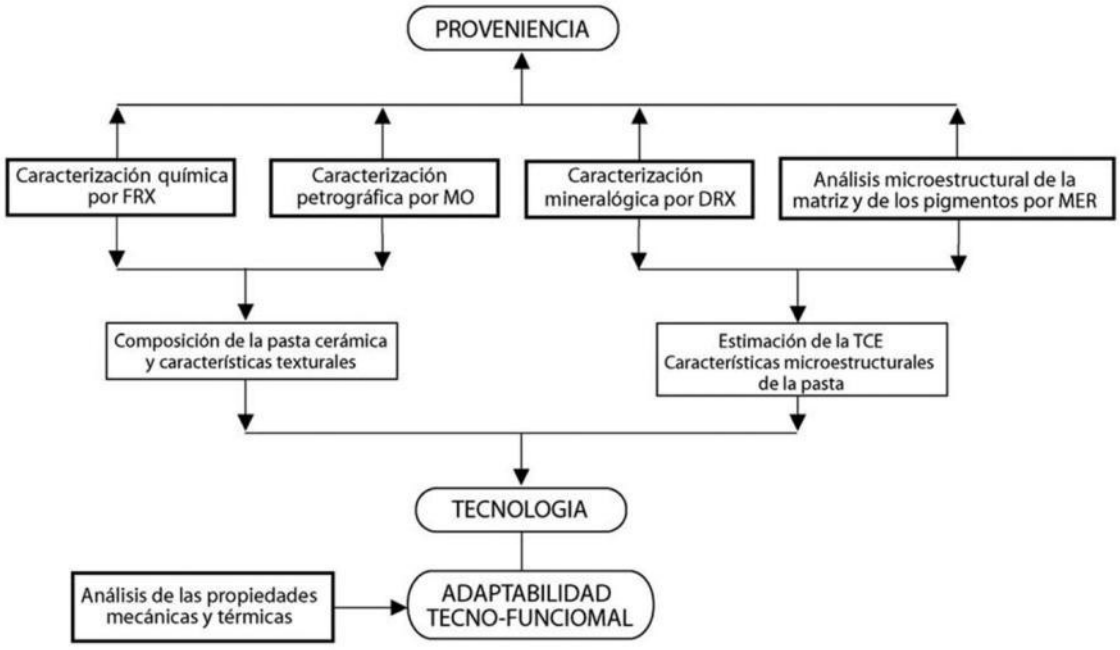


Fig. 41. Interrelaciones entre niveles y técnicas de análisis arqueométricos (Gurt y Martínez, 2008)

Cada uno de estos niveles aporta un tipo de información, interrelacionándose entre sí para poder tener una visión de conjunto de los materiales analizados. Así mismo, cada uno de estos niveles se estudia con distintas metodologías y técnicas (Fig. 40). En este sentido, debe tenerse en cuenta la geoquímica (Goldschmidt, 1958), que relaciona los resultados químicos con los mineralógicos, de forma que puede relacionarse por ejemplo, el alto contenido de SiO_2 con la presencia de cuarzo,

contenidos de CaO con calcita, presencia de feldespatos potásicos con alta aportación de K_2O, plagioclasa relacionada con Na_2O, o la biotita con MgO.

5.2.1. Análisis químico

La investigación de la composición química en arqueología se puede aplicar a varios campos, tanto de artefactos inorgánicos, como es el caso de la cerámica pero también para materiales orgánicos, incluyendo aquí restos humanos. Los principios de esta técnica de análisis y su aplicación práctica han sido estudiados, utilizados y compilados por diversos autores, como por ejemplo (Goffer, 2007; Machacek, 2010; Pollard et al., 2007; Pollard y Heron, 2008; Rainey y Ralph, 1966; Rice, 2005; Seaborg, 1964). Estos principios se basan en que todos los organismos, incluyendo el ser humano, modifican su constitución química y su entorno con las actividades diarias.

La primera aplicación de química analítica para el estudio de objetos arqueológicos, utilizando ciencia forense, se atribuye a Alfred Lucas. Este químico utilizó esta técnica a partir de 1898 para el estudio de los artefactos arqueológicos egipcios del museo de El Cairo (Nigra et al., 2015).

La química analítica determina una composición química que puede relacionar las materias primas de los objetos analizados con fuentes geoquímicas. La elección de una técnica de análisis u otra dependerá de la naturaleza de la muestra y de las actividades humanas que se hayan ejercido sobre ella (Nigra et al., 2015). En el caso de la cerámica es fundamental su contextualización arqueológica durante el muestreo.

En el caso de la cerámica, esta composición está formada por elementos mayores, menores y trazas que permiten agrupar a los diferentes individuos analizados con una misma materia prima y así diferenciarlos de otros grupos de diferente materia prima (Tite, 1999). Así, el análisis químico aporta la composición de la pasta cocida o fábrica, es decir, de la arcilla con las diferentes inclusiones, tanto naturales como artificiales. Por tanto, con este método no se obtiene la composición de la veta de donde se ha extraído la arcilla sino de la pasta ya tratada con la que se ha modelado la pieza analizada. No obstante, cabe destacar que la composición química del artefacto se ve afecta por la variabilidad interna de la fuente de la materia prima así como de su distribución por el territorio y los medios exógenos (Albero, 2014a). También se deben tener en cuenta que los tratamientos posteriores pueden afectar a los resultados de la composición, como por ejemplo, los vidriados medievales, altos en Cu y Fe para

obtener el color marrón y en Ca y Pb para el blanco (Damjanovic et al., 2016) o las cerámicas majólica, altas en SiO_2 y SnO_2 (Iñañez et al., 2008), por lo que es fundamental un especial cuidado en el pulido de este dipo de cerámicas.

Los resultados químicos obtenidos son por una parte cualitativos en cuando identifica elementos y cuantitativos, referente a su concentración, y que suelen expresarse en forma de óxidos y en % para los elementos mayores y menores y en partes por millón (ppm) para las trazas. Los elementos mayores de las cerámicas aparecen en todas las pastas ya que se trata de la composición básica de la arcilla, variando solamente la cantidad y son SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, MgO, CaO, Na_2O_3 y K_2O. De esta forma, SiO_2 y Al_2O_3, forman por sí solos alrededor del 10% de la composición de la cerámica, seguido de Na, Mg, K, Ca, Ti y Fe (Glascock et al., 2004). Por otra parte, las trazas son aquellos elementos con valores <1000 ppm, que se encuentran en la geología de la zona y que se encuentran en la pasta cerámica ya sea en las arcilla utilizadas en partículas no plásticas añadidas artificialmente. Es por esto que los elementos traza son los que aportan información sobre la proveniencia, ya que son característicos y coinciden con la geología de la zona donde se ha elaborado la cerámica y, por tanto, se comparan para obtener las proveniencias (Glascock et al., 2004; Mommsen, 2004; Montana et al., 2011).

Esta composición química de la cerámica puede obtenerse por diversos métodos, siendo los más comunes la fluorescencia de rayos X por dispersión de longitud de onda (WDFRX), la activación neutrónica (NAA), la inducción de protones por espectroscopía de emisión de rayos X (PIXE), la espectrometría masas por plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) o la espectroscopía de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES). Menos utilizados son la fluorescencia de rayos X por dispersión de energía (EDXRF), usado sobre todo para materiales líticos (Shackley, 2008), la espectrometría de absorción atómica (AAS) o la espectrometría de emisión atómica (AES). Estos métodos proporcionan las medidas de los componentes permitiendo así la reconstrucción de la obtención de las materias primas, patrones comerciales de los artefactos, rutas migratorias y la organización de la producción de determinados productos por parte de las sociedades del pasado (Nigra et al., 2015).

Además se puede observar la microestructura de las cerámicas y sus inclusiones a través del SEM (microscopio electrónico de barrido), aportando una visión detallada de su textura, la cual se puede relacionar con distintas fases de cocción y

tecnologías, ya que el grado de vitrificación y el estadio de sinterización resultan visibles.

A pesar de que la mayoría de los análisis no pueden llevarse a cabo in situ durante la excavación arqueológica, existen algunos métodos de química analítica portátiles, como la fluorescencia de rayos X portátil. Se trata de un método no destructivo pero con problemas de calibración que no puede medir todos los elementos y otros, como CaO y Na_2O presentan mediciones imprecisas (Hunt y Speakman, 2015).

La fluorescencia de rayos X (WDFRX) es uno de los métodos más utilizados y el seleccionado para los análisis químicos de este trabajo. Esta técnica asume que la composición química del artefacto es homogénea en toda la muestra por lo que resulta efectiva para analizar piezas con materiales bien mezclados (Nigra et al., 2015).

El otro método más frecuente es la activación neutrónica (NAA), que cuenta con alta precisión, exactitud y susceptibilidad de forma que con 50-200 mg de muestra puede obtenerse el resultado de 30 componentes a partir de 1 ppm. Este método consiste en bombardear la muestra con neutrones para quebrar el núcleo de cada elemento y transformarlos así en isótopos inestables cuya emisión de rayos gamma (rayos-γ) se puede medir y determinar (Glascock et al., 2004).

Los resultados de la química analítica tienen que poder comparase entre ellos independientemente del laboratorio en el que se lleven a cabo. Para ello se utilizan estándares geológicos de materiales de referencia (SRM) con lo que se denomina estandarización o intercalibración. Para una correcta interpretación de los resultados, éstos tiene que ser lo más precisos y exactos posibles. La precisión es la variación obtenida de la aplicación del mismo método en una misma muestra y se mide por la desviación estándar (sd). La exactitud se establece dentro del 10% de media sobre la media total (m_{total}) y el 5% de diferencia respecto a la mediana o desviación estándar (Hein et al., 2002; Nunes et al., 2013). Finalmente, se debe tener en cuenta el límite de detección o nivel crítico que señala la cantidad mínima detectable por el instrumental analítico y, por tanto, evaluable y cuantificable (Buxeda Garrigós, 2001). En los estudios arqueométricos, los elementos que estén por debajo de los estándares de precisión y exactitud, o por debajo de los límites de detección, se eliminan del tratamiento estadístico para evitar errores de interpretación.

Por otra parte, el análisis químico puede llevarse a cabo también sobre materiales. Por una parte, las moléculas orgánicas pequeñas como los ácidos grasos, lípidos, alcaloides o carbohidratos pueden determinarse por GC/MS (cromatografía de

gases y espectrometría de masas), LC/MS (cromatografía líquida y espectrometría de masas) o LC/MS/MS. Las moléculas orgánicas mayores como proteínas o ácidos nucleicos se identifican por RIA (ensayo radio-inmuno), ELISA (ensayo inmunosorbente de encimas). En el caso de las cerámicas, es posible gracias a que su porosidad permite preservar las moléculas orgánicas del desgaste y deterioro provocado por el medio y el tiempo (Inserra, 2016; Nigra et al., 2015).

Finalmente, se aplican también los análisis químicos sobre materiales arqueológicos y restos orgánicos, incluyendo humanos, por temas de datación. En este sentido, destacan los análisis de isótopos para datación y origen geográfico tanto de artefactos como de restos humanos. Este sistema consiste en medir la cantidad de isótopos inestables que permiten medir el tiempo en escala arqueológica como el ^{14}C y el ^{238}U, ambos útiles para la datación de materiales orgánicos (Hemer et al., 2013; Nigra et al., 2015).

5.2.1.1. La Fluorescencia de Rayos X (FRX)

La fluorescencia de rayos X mide la emisión fluorescente o secundaria de los rayos X que emite cada átomo de la muestra ante el efecto de los rayos X primarios. A través de un cristal rotatorio, los rayos X difractados llegan al detector, siguiendo la Ley de Bragg[33]. La intensidad tanto de los haces difractados como de los rayos X secundarios se relacionan con la concentración de cada elemento químico que forman la muestra analizada (Beckhoff et al., 2008; Hunt y Speakman, 2015; Pollard et al., 2007; Pollard y Heron, 2008; Shackley, 2011; Whiston, 1987).

El análisis por FRX permite obtener resultados de una gran cantidad de elementos químicos con diferentes grados de intensidad. Por una parte, se detectan los elementos mayores y menores, que suponen la composición mayoritaria de las muestras. Estos elementos se expresan en porcentajes de óxidos y son Fe_2O_3, Al_2O_3, MnO, P_2O_5, TiO_2, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, SiO_2. Por otra parte, se analizan también los elementos traza que representan <0.1% de la composición de los materiales analizados, por lo que se trata de elementos secundarios pero de importancia para establecer estudios de

[33] Según Stanjek y Häusler (Stanjek y Häusler, 2004), la Ley de Bragg enuncia que el recorrido de la dispersión de las ondas de la parte más baja de los planos es más larga para un número entero de ondas que el de la dispersión de ondas del plano superior.

proveniencia. Estos elementos traza de expresan en partes por millón (ppm) debido a su inferior presencia en las muestras.

La FRX permite obtener información tanto cualitativa como cuantitativa de los elementos. El análisis cualitativo permite identificar la presencia de los elementos químicos, siempre que su peso atómico sea igual o superior al flúor. Por otra parte, el análisis cuantitativo aporta la cuantificación de las concentraciones de todos los elementos de la muestra (Beckhoff et al., 2008; Pollard et al., 2007; Pollard y Heron, 2008; Shackley, 2011; Whiston, 1987). Este aspecto cuantitativo se obtiene con la intensidad de los picos resultantes del análisis y con los patrones o estándares geológicos internacionales y las rectas de calibración .

En este sentido, en las muestras composicionalmente heterogéneas se puede producir un *efecto matriz,* que se forma porque: la matriz absorbe de forma primaria algunos rayos X propios de un elemento determinado; un elemento absorbe de forma secundaria parte de la radiación fluorescente de otro elemento químico; el refuerzo de la señal del elemento analizado a causa de una radiación inferior que el límite de absorción. Para evitar y minimizar estos problemas, se prepara una recta de calibración a partir de los estándares geológicos, de composición química conocida y similar a las muestras. También se puede añadir estándares o bien correcciones matemáticas a partir de pruebas experimentales.

Además, cada elemento químico tiene unos límites de regresión que deben tenerse en consideración, ya que no es posible detectar elementos con concentraciones inferiores o superiores a sus límites de regresión. Estos límites vienen dados por las rectas de calibración y patrones de cada laboratorio, por lo que pueden variar de un laboratorio a otro, aunque se procura que las diferencias sean cada vez menores para poder comparar materiales con mayor eficacia (Hein et al., 2002).

5.2.1.2. Rutina analítica propia de FRX

El análisis químico por fluorescencia de rayos X (FRX) y la consiguiente determinación química de los elementos mayores, menores y trazas, se inicia con la preparación de las muestras con la elaboración de perlas y pastillas.

La primera parte de la preparación de las muestras, consistente en la obtención de polvo homogéneo, se llevó a cabo en el laboratorio del Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia de la Universitat de Barcelona. El primer paso es el

pulido de la superficie de la cerámica para eliminar contaminaciones e impurezas procedentes del suelo terrestre, de los agentes ecológicos[34] o de los tratamientos de la superficie. Una vez pulidas, cada muestra se tritura en una celda de carburo de tungsteno Spex Mixer Mod. 800 durante 10 minutos, aumentando a 15 minutos si fuese necesaria una mayor homogeneización.

Una vez obtenido el polvo homogeneizado, se continúa la preparación en los Centres Científics i Tecnològics de la UB (CCiTUB), donde se procede al secado del polvo a 100ºC durante 24 horas para eliminar completamente la humedad que pudiese quedar y poder utilizarlo así para la elaboración de las perlas y las pastillas.

Para la determinación de los elementos mayores y menores se procede a la preparación de duplicados de perlas de fusión alcalina de 30 mm de diámetro y 6 gr. Cada perla se ha preparado mezclando 0.3 gr del polvo resultante de cada muestra con 5.7 gr de tetraborato de litio $LiBO_4$ que actúa como fundente, con la resultante dilución de 1/20. Se homogeneíza la mezcla y se transfiere a un crisol de platino donde se le añaden 5 mg de yoduro de litio LiI_3H_2O para el mejor control de la tensión superficial de la perla y evitar con ello errores en el proceso de fundición.

El preparado se funde en un horno de inducción de alta frecuencia modelo Perl'X-3 a una temperatura de ±1120ºC durante 8 minutos. Tras ello, la mezcla se vuelca en el molde de la perla y se enfría para su solidificación.

Con el análisis de estas perlas se puede determinar la concentración de 10 elementos mayores y menores: Fe_2O_3, Al_2O_3, MnO, P_2O_5, TiO_2, MgO, CaO, Na_2O, K_2O y SiO_2.

Por otra parte, el análisis de las pastillas permite determinar la concentración de 19 elementos traza: Ba, Rb, Mo, Th, Nb, Pb, Zr, Y, Sr, Sn, Ce, Co, Ga, V, Zn, W, Cu, Ni, y Cr. Para su elaboración, se mezclan 5 gr de polvo de muestra con 3 ml de Elvacite 2044 disuelto en acetona, una solución al 20% del aglutinante a base de resina sintética. La mezcla se homogeneíza en un mortero de ágata hasta que queda seca. Paralelamente, se prepara una base de ácido bórico en una cápsula de aluminio de 40 mm de diámetro, sobre el cual se coloca la mezcla de muestra anterior. La cápsula es prensada en una prensa Herzog, con una presión de 200 kN durante 60 segundos, obteniendo así la pastilla.

[34] En el caso del FRX portátil, se podrá optar o bien por pulir las superficies de las cerámicas para eliminar la suciedad y contaminaciones o bien hacer una fractura fresca sobre la que poder hacer los análisis (Bergman y Lindahl, 2015). En nuestro caso, se trata de equipamientos fijos, por lo que se ha procedido al pulido de los fragmentos cerámicos.

Las intensidades de fluorescencia se han medido con un espectrofotómetro secuencial de rayos X por dispersión de longitud de onda (WDXRF), modelo Panalytical-Axios Advanced PW 4400/40, que está equipado con un tubo de rayos X o fuente de extracción de Rh (kV: 60; mA: 160; W: 4000).

La calibración de las intensidades medidas por el espectrómetro es imprescindible para poder controlar los posibles problemas del efecto matriz así como los límites de detección. Para ello, las intensidades obtenidas por esta técnica se comparan con patrones estándares geológicos de composición conocida que en el caso del laboratorio de FRX de los CCiTUB está formada por 56 Estándares Geológicos Internacionales (Tabla 9 del anexo).

Respecto a la precisión y la exactitud de los resultados, se han comparado las muestras con una composición ya conocida, concretamente el estándar Montana Soil (SRM 2711) del NIST (National Institute of Standards y Technology, Gaithersburg, MD, Estados Unidos). Por otra parte, se han evaluado estos parámetros en los CCiTUB dentro de un trabajo de calibración entre varios laboratorios de análisis arqueométrico de cerámicas arqueológicas. Para ello se han utilizado diversos patrones estándares de composición que pueden asemejarse a la composición de dichas cerámicas (Hein et al., 2002). Los resultados de esta evaluación en el caso del laboratorio de FRX de los CCiTUB, han concluido una elevada precisión en la mayor parte de los elementos determinados, con un valor medio de desviación estándar relativa (RSD) inferior al 10%. Únicamente Sn, Mo y W presentan concentraciones mayores debido a que se encuentran en los límites inferiores de la detección de la técnica y por debajo de los límites de regresión.

En cuanto a la exactitud técnica, se han comprobado los valores medios de la concentración de cada elemento con los valores de la mediana de cada uno de ellos, dando como resultando general diferencias inferiores al 5% y, por tanto, una alta exactitud de la técnica.

Una vez obtenidos los resultados, los datos son tratados estadísticamente, excluyendo los elementos con problemas de precisión, Mo, Sn y W. Así mismo, son susceptibles las contaminaciones de W y de Co durante el uso de la celda de carburo de tungsteno del molino de bolas, por lo que Co también queda excluido del tratamiento estadístico de los resultados composicionales (Casas Blasi y Martínez Ferreras, 2006; Gurt i Esparraguera y Martínez Ferreras, 2008). A lo largo de la exploración estadística

de los resultados, se eliminarán también P_2O_5 y Pb por ser susceptibles de contaminaciones relacionadas con factores geoquímicos.

Así mismo, se ha llevado a cabo la estimación de pérdida al fuego (PAF) o LOI (Loss on ignition), para obtener una composición lo más aproximada posible al 100% en cada individuo. La LOI representa los componentes que se pierden o eliminan durante la cocción, como el agua de las arcillas, el CO_2, los hidróxidos y elementos volátiles como oxígeno, carbono o hidrógeno (Buxeda Garrigós, 2001). De esta forma, el peso perdido por la calcinación permite calcular la pérdida suscitada por la eliminación de estos componentes.

El procedimiento seguido ha consistido en calcinar 0.3 gr de muestra seca en la mufla, con un arco de temperatura creciente que se mantiene a 950º durante tres horas, para luego enfriarse lentamente.

Los resultados de la LOI se pueden interpretar como un indicador aproximado del carácter calcáreo o no calcáreo de los individuos, así como de la temperatura de cocción (Buxeda Garrigós, 2001).

5.2.2. Análisis mineralógico

El segundo nivel de análisis es el mineralógico, que analiza los compuestos formados por agrupaciones de átomos ordenados, formando minerales o desordenados o amorfos.

La arcilla como materia prima está formada por multitud de minerales. Así, predominan en la arcilla silicatos, aluminios, óxido de hierro y hidróxidos que se traducen en cuarzo, feldespatos y micas, materiales que se encuentran de forma primaria en las rocas y en la mayor parte de la geología (Häusler, 2004; Rice, 2005). Cabe destacar que las inclusiones artificiales pueden afectar a los resultados mineralógicos, excepto cuando arcillas y desgrasantes provienen de la misma zona geológica y, por consiguiente, tiene la misma o similar composición (Cau Ontiveros et al., 2015).

Los minerales presentes en la cerámica antes de su cocción son los que forman parte de las fases primarias. En otras palabras, son los minerales de la arcilla, estructuras cristalinas formadas por capas ligadas a moléculas de agua. Durante la cocción, los minerales pueden sufrir transformaciones. Estos cambios dependen de la temperatura, del tiempo y del ambiente de cocción de las piezas. Algunos autores (Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 1995) consideran que estas transformaciones se forman en la fase de

cocción, mientras que otros autores las denominan fases de neo-formación (Albero, 2014a).

Las fases secundarias son las que se forman en el objeto acabado durante su uso o deposición a causa de exposición a temperaturas extremas, humedad o presión. Algunas consecuencias de estas fases secundarias son el ennegrecimiento de los silicatos, la hidratación de los aluminosilicatos o la cristalización de las sales tras la evaporación del agua reabsorbida (Albero, 2014a), así como diferentes alteraciones post-deposicionales ya mencionadas en el apartado 5.1.1.

Mediante la DRX se puede determinar la temperatura de cocción gracias a las fases minerales que se descomponen, transforman o generan según las distintas horquillas de temperatura. Numerosos estudios se han basado en estos parámetros para determinar y establecer la temperatura de cocción y poder obtener información sobre los procedimientos tecnológicos de la cerámica, como por ejemplo (Albero, 2010; Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 2006, 2004; Buxeda et al., 1995; Casas Blasi y Martínez Ferreras, 2006; Cau Ontiveros, 2003; Cultrone et al., 2001; Damjanovic et al., 2016; Doval Montoya y Martín Pozas, 1974; Faber et al., 2009; Fantuzzi, 2015; González-Vilches et al., 1985; Guirao et al., 2014; Häusler, 2004; Hein et al., 2008; Martínez Ferreras, 2008; Papadopoulou et al., 2006; Riccardi et al., 1999; Travé et al., 2014b; Tsantini et al., 2004).

De esta forma, se puede establecer la TCE a partir de las fases minerales halladas. Uno de los primeros cambios se produce en los 400º, momento en que se inicia la dehidratación o pérdida del agua que no se ha evaporado durante el secado (Häusler, 2004). A partir de los 500º se inicia la descomposición de las arcillas y algunas de las fases primarias de sus minerales, como la clorita y la montmorillonita. A los 650º se produce la descomposición de los carbonatos y la combustión de la materia orgánica, lo que produce el aumento de la porosidad de la pasta, relacionado con la pirólisis (Albero, 2010; Stevenson y Gurnick, 2016). Según estos autores, en las pastas calcáreas se produce el inicio de la descomposición de la calcita a los 780-800º, dependiendo de la granulometría de las inclusiones, mientras que otros autores sitúan este proceso en 600º (Häusler, 2004). En estas cocciones a baja temperatura se aprecian las fases naturales o primarias de los filosilicatos, especialmente la illita-moscovita y la biotita, los feldespatos, tanto potásicos como plagioclasas y del cuarzo.

En una segunda franja de temperaturas, ya en pastas bien cocidas, se pueden observar los diferentes efectos com fases resultantes de la cocción:

Entre 850-900ºC: Se inicia la descomposición de la illita-moscovita, reduciendo la intensidad de sus picos. Puede aparecer hematita en las pastas ricas en Fe_2O_3, que aumenta paralelamente a la TCE y en las pastas calcáreas, además, gehlenita. Se inicia también la presencia de piroxenos.

A partir de los 900º, destaca la descomposición de la illita-moscovita y dl pico de filosilicatos en la distancia 2theta (2θ)de 10.

A partir de 950º, puede aparecer espinela y sus variantes, como hercinita o magnetita, mientras que la illita-moscovita se ha desintegrado completamente.

A partir de 1000º coexisten las fases polimórficas. El pico de hematita es alto en las pastas férricas, así como el de espinela y el de piroxeno. Aparece también la anortita como fase de la plagiocla. Se aprecia la wollastonita y el diópsido en las pastas calcáreas, en las que ha desaparecido ya la gehlenita. A partir de 1200º, ya con TCE de sobrecocción, se identifican cristobalitas, indianitas y mullitas e incluso vidrio entre 20-40Å, al tratarse ya de pastas vitrificadas.

Algunas de estas transformaciones debidas a la temperatura de cocción pueden apreciarse también a través del microscopio óptico.Alrededor de los 1050º, la moscovita y la biotita son isotrópicas, la calcita aparece deshecha con corona de reacción, el cuarzo tiende también a microtextura coronaria o se pueden ver zonaciones en feldespatos y cuarzos (Riccardi et al., 1999), además de las texturas vitrificadas en las cerámicas con sobre-cocción.

Además de la DRX, cabe destacar el espectroscopio Mössbauer, útil sobre sólidos tanto cristalinos como amorfos. Consiste en utilizar los rayos γ sobre isótopos de Fe para establecer parámetros tecnológicos y de temperatura de cocción a partir de la oxidación del hierro e incluso información sobre proveniencia (Maniatis et al., 1981; Wagner y Kyek, 2004). Este método se empezó a utilizar en la década de 1950, con aplicaciones en el ámbito de la arqueología a partir de 1969. Otro método menos frecuente es el espectroscopio Raman o de infrarojos que proporciona información sobre la mineralogía de la muestra analizada (Albero, 2014a).

5.2.2.1. La Difracción de Rayos X (DRX)

Los minerales cristalinos se caracterizan químicamente y por su estructura atómica tridimensional en lo que se denomina *unit cell*, es decir la unidad más pequeña que contiene toda la información necesaria para su identificación (Stanjek y Häusler,

2004). Cada *unit cell* se mide en Å (Ångströms) que equivalen a la medida del diámetro de los átomos.

El análisis mineralógico se lleva a cabo con la difracción de rayos X (DRX), que identifica, cuantifica y caracteriza los minerales en posición e intensidad. Esta técnica consiste en un haz de luz electromagnética con longitud de onda e intensidad fija (10^{-10} m) que entra en contacto con la muestra pulverizada y compactada. El haz de luz se dispersa en todas las direcciones y la difracción redistribuye la intensidad de esta dispersión en direcciones concretas de forma que las intensidades de los picos aumentan en unas y menguan drásticamente en otras (Fig. 41). Este concepto está vinculado a la Ley de Bragg que se puede expresar de la siguiente forma (Stanjek y Häusler, 2004):

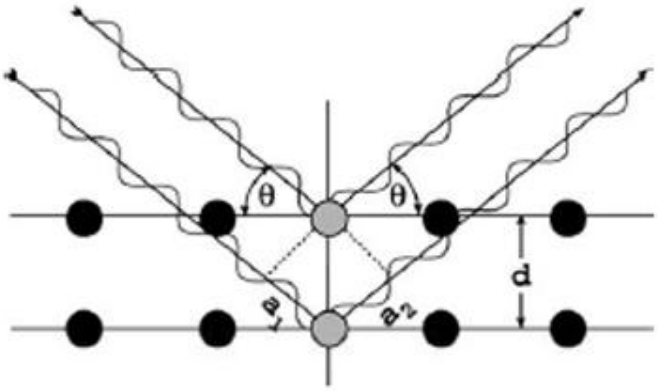


Fig. 42. Derivación geométrica o dispersión de la ley de Bragg (Stanjek; Häuser, 2004)

$$n\lambda=2d\sin\theta$$

Siendo "n" el número entero, λ la longitud de onda, "2d" la distancia entre los planos en los que se encuentran los picos y θ el ángulo entre la red de los planos. En este sentido, la cantidad de cristales medibles en una muestra varía con el ángulo de difracción θ, idea que se conoce como el Factor Lorentz.

Los valores característicos d-space de los planos atómicos de los cristales son interpretados por el difractograma en términos de estructura atómica, lo que produce patrones característicos para cada cristal, traduciéndose en los picos del difractograma (Albero, 2014a; Brown y Brindley, 1980; Font-Bardia y Alcobé, 2012; Jenkins y Snyder, 1996). Los picos se crean para reducir la dispersión de los átomos que vibran alejándose de su posición ideal provocado por el aumento de temperatura. Así, los picos altos se producen cuando las fases están alejadas de λ (Stanjek y Häusler, 2004).

La posición de cada pico hace referencia al plano de los átomos de los cristales. Estos resultados se comparan con los estándares del Joint Committee of Powder

Diffraction Standards (Brown y Brindley, 1980; Hughes, E. A. et al., 2002; Jenkins y Snyder, 1996; Moore y Reynolds, 1989; Sheppard, 1995; Tite, 2008).

5.2.2.2. Rutina analítica propia de Difracción de Rayos X (DRX)

El análisis mineralógico se ha llevado a cabo por difracción de rayos X (DRX) en los Centres Científics i Tecnològics de la UB (CCiTUB). Para ello se prepararon las muestras colocando 1 gr de polvo de cada uno de los individuos a analizar en un porta-muestras circular modelo PW1811/27, de 27 mm de diámetro y 2.5 mm de altura. El polvo se ha prensado y compactado para evitar así posibles desplazamientos durante el proceso analítico.

Las muestras preparadas se han procesado con un difractómetro PANalytical X'Pert PRO MPD alpha 1, usando la radiación Kα del Cu (l =1.5406 Å) como haz incidente y como haz secundario difractado, se ha usado un monocromador de niobio (Nb), con una potencia de 45 kV y 40 mA. Los diagramas de divergencia resultantes se automatizan para así obtener una amplitud máxima de 10 mm del haz incidente. Este equipo incorpora un cargador de muestras de 15 posiciones y un detector X'Celerator (Font-Bardia y Alcobé, 2012).

Con este proceso, se obtienen las lecturas de las fases cristalinas, cuyas mediciones se han realizado trabajando entre 5 y 80° 2θ, con un step-size de 0.026° 2θ y con un step-time de 47.5 segundos y con una rotación de muestras de una revolución por segundo.

Las lecturas obtenidas se han examinado con el software High Score Plus de PANalytical, que contiene el banco de datos del Joint Committee of Powder Diffraction Standards (JCPDS). Con estas lecturas se han identificado las fases mineralógicas primarias y de cocción o secundarias, con el soporte de bibliografía especializada e.g. (Klein y Hurlbut, 2011, 2008) y teniendo en cuenta la naturaleza mayormente no calcárea de los individuos. Para esta identificación se ha utilizado la nomenclatura para los minerales establecida por Kretz y por Whitney y Evans (Kretz, 1983; Whitney y Evans, 2010). A partir de esta identificación mineralógica, se ha llevado a cabo una estimación de las temperatura de cocción equivalente (TCE), según se ha detallado en el apartado previo.

5.2.3. Análisis petrográfico

La petrografía es el tercer nivel del análisis arqueométrico y estudia los fragmentos de rocas y agregados, permitiendo así identificar inclusiones minerales, de roca y otras inclusiones, así como parámetros texturales de la cerámica, como porosidad, frecuencia de inclusiones, orientación o morfología. De esta forma, se pueden establecer fábricas petrográficas o petro-fábricas que aportan información sobre la composición, tecnología y proveniencia de las cerámicas. A su vez, estas fábricas petrográficas pueden tener sub-grupos, dependiendo sobre todo del *sorting* y tipos de rocas o inclusiones.

Esta técnica propia de la geología se consolida en el estudio de materiales arqueológicos con Anna Sheppard, quien lo aplicó a cerámicas arqueológicas y contemporáneas en los años 50 (Sheppard, 1995, 1965, 1964).

La determinación de las fábricas puede llevarse a cabo de forma estadística o bien por categorizaciones no automatizadas. En cualquier caso, no se pueden establecer unos parámetros fijos de agrupación, ya que dependen de la subjetividad del investigador y pueden variar entre conjuntos cerámicos con características y contextos distintos. Por este motivo y para facillitar la comparativa de diferentes estudios petrográficos se estableció un patrón de descripción (Quinn, 2013; Whitbread, 1995, 1989, 1986).

La observación y descripción petrográficas se basan, por una parte, en las inclusiones y por otra en la matriz.

- *Las inclusiones*

Las inclusiones que se observan en la cerámica pueden ser de origen orgánico o inorgánico, en forma de minerales o bien fragmentos de rocas. Las inclusiones orgánicas[35] a su vez pueden ser de origen vegetal, que al carbonizarse dejan cavidades con los bordes ennegrecidos por la combustión o bien de origen animal. Éstos son generalmente microfósiles, de los que queda visible el exoesqueleto fosilizado o algunos microfragmentos de hueso (Adams y MacKenzie, 1995). También se pueden

[35] Las inclusiones de origen orgánico son muy escasas en los materiales analizados en este trabajo, por lo que su mención y desarrollo en el mismo es escueta en comparación a la explicación de las inclusiones no orgánicas que resultan determinantes para este estudio.

encontrar inclusiones de malacofauna, tanto terrestre como marina. La desintegración de estas inclusiones orgánicas pueden producir el enriquecimiento en CaO de las pastas y las carbonatan.

Las inclusiones inorgánicas no plásticas son los minerales y fragmentos de roca que pueden ser ígneos, metamórficos o sedimentarios. La identificación de estas inclusiones de minerales y fragmentos de rocas, se han utilizado diversos manuales específicos para la identificación petrográfica en láminas delgadas (Adams et al., 1997; Adams y MacKenzie, 1995; Allen, 2017; Bard, 1986; Castro Dorado, 1989; Delvigne, 1998; MacKenzie et al., 1982; MacKenzie, y Guilford, 1980; Philpotts, 1989; Raith et al., 2011, 2011; Vernon, 2004; Wilson, 2010; Yardley et al., 1990).

- Rocas ígneas: Formadas a partir de la solidificación del magma o material rocoso fundido rico en silicio. A su vez, se subdividen en intrusivas o plutónicas, cuando cristalizan antes de llegar a la superficie terrestre y en extrusivas o volcánicas, cuando la cristalización se da al salir a la superficie terrestre (e.g. lavas y rocas piroclásticas).

Estas rocas se pueden clasificar siguiendo criterios geoquímicos y mineralógicos, por el grado de saturación, grado de acidez y por color. El grado de saturación se refiere a la presencia o ausencia de cuarzo, por tanto de Si_2O. El grado de acidez sitúa las rocas en ácidas, cuyo contenido en sílice es >66%; intermedias, con un contenido entre el 66-52%; básicas, con un contenido entre 52-45% y ultrabásicas <45%. Por otra parte, el color puede relacionarse con el grado de acidez ya que las rocas ricas en sílice tienen a ser félsicas, de coloración clara y poco densa (e.g. granito), mientras que las máficas tienen un menor contenido en SiO_2 con coloración oscura y densa (e.g. basalto).

Junto con los fragmentos de roca, se encuentran también minerales en estas inclusiones petrográficas. Una de estos minerales que más abundan en las cerámicas, incluidas las de este trabajo, es el feldespato, tanto plagioclasas de calcio y sodio como feldespatos potásicos. Estos últimos pueden aparecer en diferentes variedades según el contexto geológico de donde provengan, como la microlina y la ortoclasa, relacionadas con rocas magmáticas y metamórficas o sanidina relacionada con ambientes volcánicos y altas temperaturas.

- Rocas metamórficas: Se forman por procesos físico-químicos a partir de otras rocas preexistentes, tanto ígneas como sedimentarias. Estas rocas e someten a condiciones de temperatura y presión a cierta profundidad y superiores a los 200º, causando así su deformación y alteración en su composición mineralógica y textural (Fig. 42). Estas rocas pueden formarse a partir de minerales cristalinos individualizados, combinación de diversos minerales o rocas.

El metamorfismo puede ser regional, cuando se da en la orogenia, afectando así a amplias zonas terrestres. Estas rocas tienden a texturas laminadas y orientación perpendicular, fruto de la presión. El metamorfismo también puede ser de contacto, causado por las altas temperaturas de las rocas que se forman en el magma.

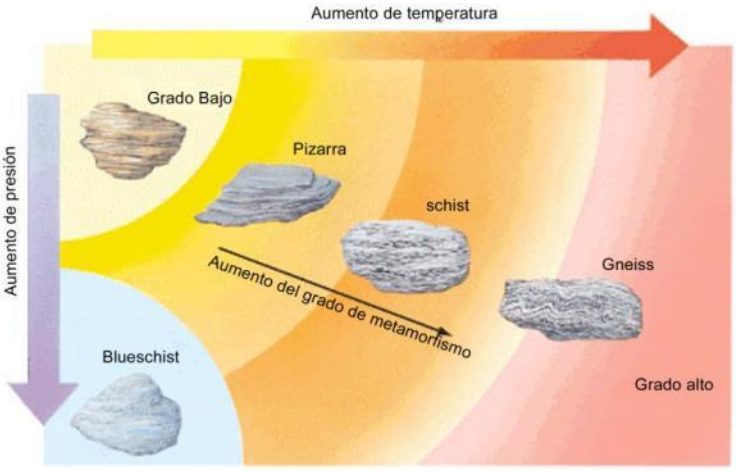


Fig. 43. Tipos de rocas metamórficas según su grado de metamorfismo

Las rocas metamórficas recristalizadas juntas forman las facies, que pueden ser por presión, por temperatura o intermedias, según el aumento sea de la presión, de la temperatura o de ambas.

Las rocas de metamorfismo regional se pueden clasificar e identificar por su textura. Todas ellas presentan foliación con orientación preferente donde la medida del grano varía a medida que aumenta la temperatura. De esta forma, y siguiendo un orden de grano fino a más grueso, se encuentran pizarras, fillitas, esquistos y gneiss.

Otra forma de clasificación de las rocas metamórficas es según la roca de origen, pudiéndose así encontrar rocas metapelítas, cuarcitas y mármoles, provenientes de rocas sedimentarias, y metabasitas y ortogneiss en caso de provenir de rocas ígneas.

Así mismo su textura también resulta característica y otro parámetro de clasificación (Fig.43). Por una parte, encontramos texturas granoblásticas formadas por granos de diferentes formas y tamaños; texturas lepidoblásticas, con foliación compacta de minerales planares; texturas nematoblásticas, con foliación de minerales prismáticos; texturas porfidoblásticas, con inclusiones de cristales grandes dentro de una matriz más fina. Estas texturas pueden aparecer combinadas entre sí y en el caso de

pluridireccionalidad de los granos, se denomina metamorfismo polimórfico o mórfico o polimetamorfismo y se puede encontrar en las cerámicas de este trabajo.

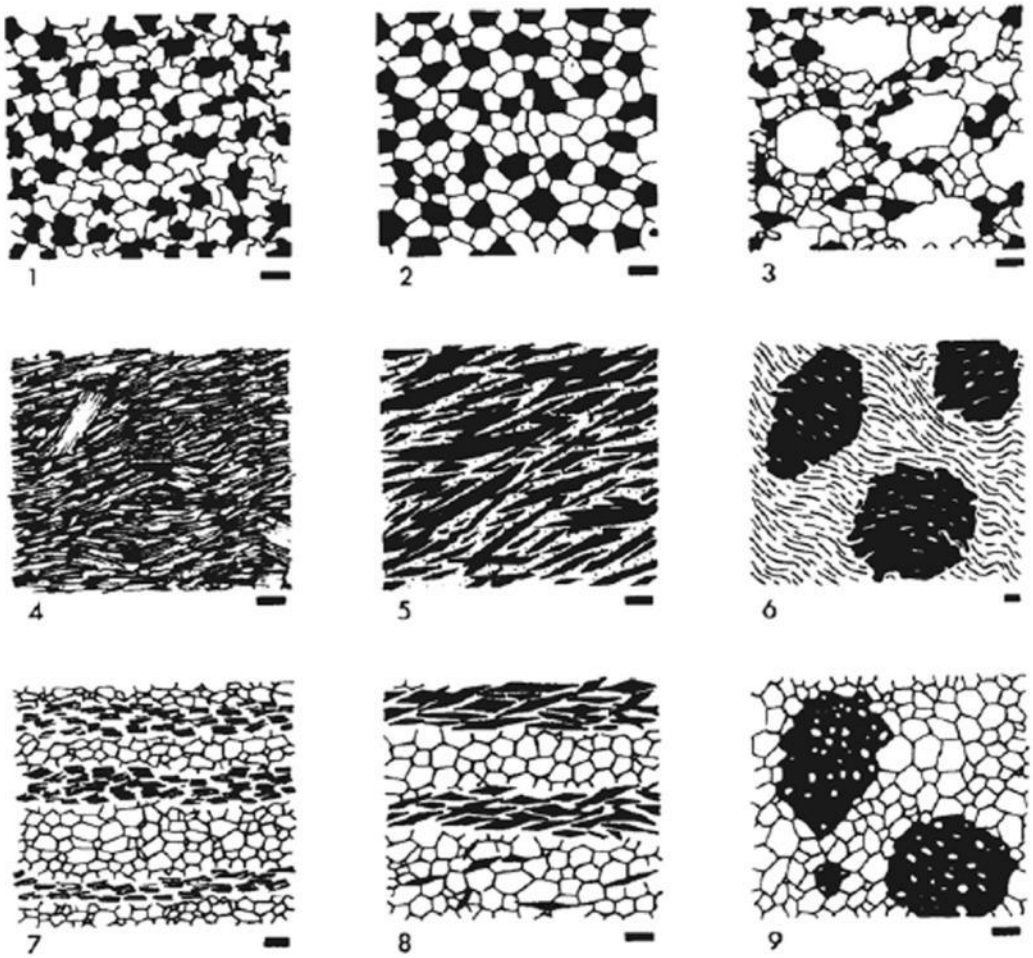


Fig. 44. Texturas metamórficas (Bard, 1986). 1-3 texturas granoblásticas; 4 textura lepidoblástica; 5 textura nematoblástica; 6 textura profidoblástica; 6-9 diferentes texturas granoblásticas

- Rocas sedimentarias: Se forman por procesos físicos, químicos y biológicos que suceden en la superficie terrestre. Los fenómenos más frecuentes en la creación de rocas sedimentarias es la meteorización o erosión, el transporte por parte de elementos climáticos, deposición con su consecuente sedimentación y la diagénesis y litificación del sedimento.

Según el proceso de formación, las rocas sedimentarias se clasifican en: detríticas o clásticas, las más comunes, formadas por fragmentos de diversas rocas unidas por una matriz y cemento; químicas, como las evaporitas y ferruginosas; silíceas, formadas por sílice; carbonatadas, formadas por carbonato cálcico; fosfatadas, formadas por fosfatos; evaporíticas, formadas por sales y rocas sedimentarias que incluyen indicios de restos materia orgánica.

Las rocas detríticas a su vez de pueden clasificar por el tamaño de grano[36], siendo en petrografía los más comunes el *mudstone* (<4μm), *siltstone* (63μm-4μm), *sandstone* (63μm -2 mm), grava (>2 mm). Las rocas *sandstone* son las más frecuentes y se pueden clasificar en arenitas, cuya matriz es <15%, *wackes*, con matriz >15%. Estan formadas predominantemente por cuarzo, recibiendo el nombre de cuarcita, cuando es el único componente. Se encuentra también arcosa, con aportación de feldespato >25%, *greywacke*, de composición lítica heterogénea y glauconita, con alto contenido en hierro que les confiere una coloración verdosa.

Las sedimentarias carbonatadas pueden tener origen orgánico, con la descomposición de microfauna o bien químico, por la inclusión de minerales con alto contenido en calcio como la calcita, aragonita y dolomita. En el caso de un origen inorgánico, encontramos también en este grupo una clasificación por el tamaño de grano en micrita y calcita esparítica. Por otra parte, las sedimentarias con inclusiones orgánicas se clasifican según los bioclastos. Dentro de las sedimentarias con inclusiones bioquímicas destacan el *limestone*, que incluye exoesqueletos carbonatados y el chert, compuesto por micro esqueletos silíceos.

Otra forma de clasificación es por el grado de empaquetamiento de los granos, tal y como se representa en la figura 44.

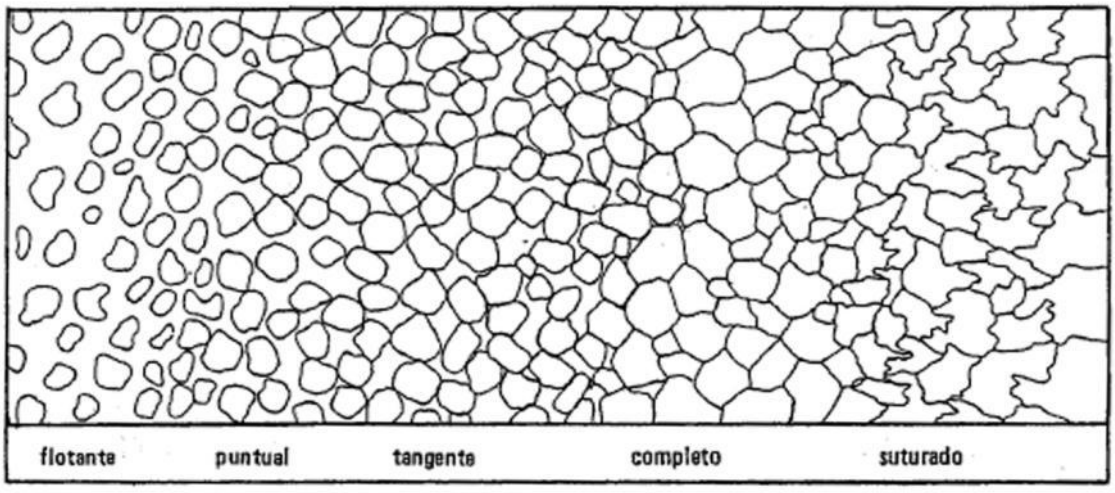


Fig. 45. Esquema de los distintos grados de empaquetamiento de sandstones y su nomenclaura de cada uno (Castro Dorado 1989)

[36] Resulta difícil encontrar una nomenclatura homogénea para las rocas sedimentarias. Para este estudio, hemos elegido la terminología anglosajona que menciona el tipo de clasto. En estudios menos recientes tanto de arqueometría como de geología, se pueden encontrar terminologías como rudita, arenita, limolita, argillita y lutita, de mayor a menor tamaño de grano.

- La matriz y sus componentes

La matriz es la masa en la que se contienen las diferentes inclusiones y que forman la consistencia del cuerpo cerámico, por lo que correspondería a la arcilla. Se clasifican por su naturaleza (calcárea, silícea, ígnea, metamórfica), por la presencia o ausencia de microfósiles y materiales orgánicos, por su coloración y nivel de opacidad o si son isotrópicas o no (Albero, 2014a).

La coloración y el nivel de opacidad aportan información sobre la tecnología y temperatura de cocción. Las pastas de color anaranjado se asocian a una cocción oxidante, mientras que las grisáceas a una reductora. Con frecuencia, estas pastas son cromáticamente heterogéneas, respondiendo a cocciones mixtas o irregulares. También cabe destacar la posibilidad de mezcla de arcillas, cosa que aportaría una coloración y textura distinta en la misma pieza, así como las inclusiones clásticas. Dentro de estas inclusiones clásticas se puede distinguir entre nódulos de arcilla, que suelen ser de la misma materia prima de la pieza y chamota, que son fragmentos de cerámica machacada y añadida intencionalmente (Whitbread, 2001, 1986). Estas inclusiones clásticas se describen por su integración en la matriz, según su grado de definición como inclusiones y por su concordancia con la matriz, es decir, si sigue o no la direccionalidad de la pasta.

Por otra parte la actividad óptica aporta información sobre la temperatura de cocción, siendo bajas en pastas ópticamente activas y altas en las inactivas, éstas últimas ya cercanas al proceso de vitrificación y, por tanto, con tendencia opaca.

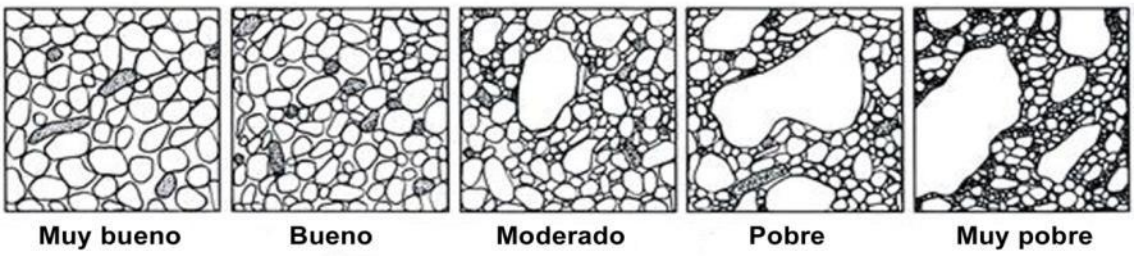


Fig. 46. Esquema de los distintos grados de sorting de las inclusiones

El conjunto de la arcilla y las inclusiones forman la pasta, que una vez cocida, pasa a denominarse fábrica. En el conjunto que forman la matriz con las inclusiones se define la textura, que viene dada por la frecuencia, tamaño de las inclusiones dentro de la matriz, diferenciándose entre fábricas finas y gruesas. Por otra, parte la textura

también se define por la angularidad, forma y tamaño de las propias inclusiones[37] y de los poros o cavidades.

Según los estudios petrográficos que establecen los criterios descriptivos (Quinn, 2013; Whitbread, 1995, 1989), las inclusiones se distribuyen en la matriz en lo que se denomina *sorting*, que tiene una gradación de bueno, moderado, pobre y muy pobre a medida que disminuye la distribución compacta y homogénea de los granos (Fig.45). Si los granos tienen tamaño similar, se consideran pastas unimodales, mientras que si visiblemente se identifican dos tamaños son bimodales (fracción fina y fracción gruesa). Muy raramente aparecen pasas trimodales, es decir, con más de dos tamaños distintos (fracciones fina, media y gruesa).

El tamaño de las inclusiones, también extrapolable a los poros y cavidades, se diferencia entre macroscópicas de >50 μm y visibles en la lupa binocular y microscópicas de <50μm. A su vez, estas inclusiones microscópicas se distinguen entre micro (<0.5 mm), meso (0.5-1 mm) y macro (>1 mm). Riederer (Riederer, 2004) propone una terminología distinta para el tamaño del grano en densa (<0.1 mm), grano fino (0.1-0.33 mm), grano pequeño (0.33-1 mm) grano medio (1-3.3 mm) y grano grueso (>3.3 mm).

El siguiente aspecto es la frecuencia, que puede sintetizarse de esta forma:

Predomi-nante	Dominante	Frecuente	Común o relativa	Escasa	Muy	Rara	Muy rara	Ausente
>70%	50-70%	30-50%	15-30%	5-15%	2-5%	0.5-2%	<0.5%	0%

Las inclusiones pueden ser ecuantes, cuando tienden a la esfericidad o elongadas, cuando son alargadas, con esfericidad diversa desde angulares a bien redondeadas (Fig. 46). Las inclusiones con tendencia redondeada suelen ser a causa del pulido provocado por la acción climática como el viento (e.g. cuarzo eólico africano) o cursos fluviales o marinos.

Finalmente, las cavidades (*voids*) se definen por su forma, tamaño y orientación. La forma (Fig. 47) puede ser en vesículas ecuantes y esféricas, canales elongados y curvos, y *voughs* de forma irregular. Menos frecuentes son los planares, alargados, rectos y paralelos.

[37] Dada la escasez se inclusiones orgánicas en los materiales seleccionados para este trabajo, estos parámetros hacen referencia a las inclusiones inorgánicas, tanto minerales como fragmentos de roca.

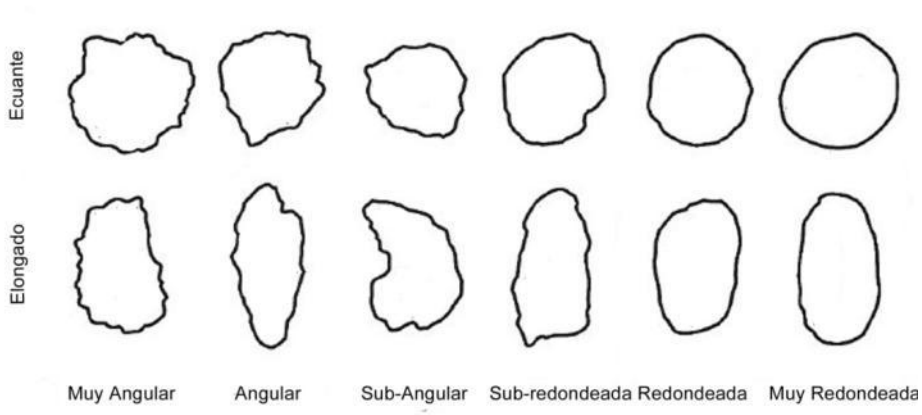


Fig. 47. Tipos de forma y esfericidad de las inclusiones

Pueden llevarse a cabo también análisis texturales por el que se mide el porcentaje de fracción fina y de fracción gruesa de la cerámica a partir de las variables de frecuencia, tamaño, forma, *sortig* y esfericidad.

Esta cuantificación suele ser parcial, de forma que suponga un sesgo representativo de la muestra. Para ello, se divide la sección en cuadrantes para determinar un número estimado de granos de partículas de cada franja de medida. También puede llevarse a cabo un recuento semicuantitativo y medir un número determinado de granos de cada individuo (Albero, 2014). Los resultados de inclusiones inorgánicas se pueden llevar a cabo por MO, aunque los granos más grandes pueden quedar fuera de la lámina y, por tanto, no entrar en el recuento. Otro método es el recuento por distribución de medidas con la lupa binocular a >60X. Estos datos se procesan con programas informáticos de análisis de imagen digital que pueden medir pixels, RGB o bien escalas de grises para contrastar y obtener así una imagen binaria sobre la que hacer las mediciones (Albero, 2014a; García del Amo, 2000).

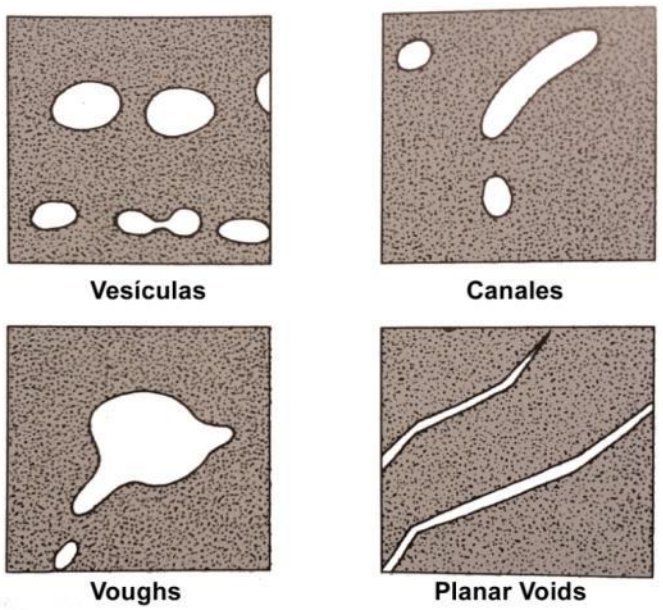


Fig. 48. Difentes tipos de poros y cavidades formadas en la matriz

5.2.3.1. Microscopía Óptica (MO)

La técnica petrográfica se basa en la observación de las láminas delgadas mediante un microscopio óptico. Las láminas delgadas son cortes muy finos de la cerámica y pulidos hasta alcanzar los 30 μm de grosor, medida en la que los minerales de la cerámica son translúcidos y se pueden determinar sus propiedades ópticas con el microscopio (Middleton, 1997). Se realizan preferiblemente perpendiculares a los bordes o bien verticales o tangenciales, aunque en piezas fragmentadas se debe considerar causar el menor impacto destructivo sobre la cerámica recuperada (Albero, 2014a; Riederer, 2004).

Diversos autores han tratado y explicado el uso y propiedades del microscopio óptico para uso petrográfico (Gribble y Hall, 1985; Kerr, 1959; Philpotts, 1989; Raith et al., 2011).

La observación con este microscopio puede hacerse con o luz o nícoles reflejados y polarizados (PPL) y con nícoles o luz cruzada (XPL), por los que las ondas de luz vibran en un solo plano. Con la luz PPL (*plain polarized light*) se puede ver el color natural de los minerales y de la matriz, así como el pleocroísmo en caso de que haya, pero también la fractura y forma de las inclusiones, así como la simetría óptica (es decir, minerales birrefringentes o isotrópicos). Por el contrario, la observación en XPL (*cross polarized light*) permite observar el color de interferencia característico de cada mineral, así como su extinción y características propias de los minerales (Riederer, 2004).

La polarización de la luz se produce por vibraciones electromagnéticas que se mueven en todas las direcciones desde un punto fijo que es la luz blanca inicial. Esta luz cruza la lente polarizadora, situada debajo del portamuestras del microscopio que produce que la luz vibre en una solo plano (PPL).

La luz polarizada permite determinar el color natural de los minerales, tanto los transparentes, como el cuarzo, como los de color, como la biotita y los que poseen pleocroísmo, como los anfíboles, fruto de la absorción desigual de la luz. Con esta luz puede observarse también el clivaje y el relieve de los minerales.

Los nicoles cruzados (XPL) permiten determinar la birrefringencia y color de interferencia de los minerales no opacos. Esta coloración puede variar en un mismo mineral dependiendo de la orientación, como el cuarzo, que puede verse entre blanco y gris. Esta escala de color se recoge en la tabla Michel-Levy y se divide en cuatro

órdenes según la escala Newton, desde colores apagados en el primer orden (gris, blanco, amarillo, rojo), más intensos en el segundo orden (lila, azul, verde, amarillo, naranja, rojo), brillantes en el tercer orden (verde, azul, amarillo, rojo, lila) y cuarto orden con colores pastel brillantes. Además de la birrefringencia, XPL permite la observación del ángulo de extinción de los minerales y propiedades como la zonación o el *twinning*.

En caso de requerirse la observación de la figura de inferencia de los minerales, se recurre a la lente Bertrand que permite una observación conoscópica con la que pueden obtenerse las figuras de interferencia que ayudan a distinguir los minerales uniáxicos de los biáxicos.

5.2.3.2. Rutina analítica propia

Las cerámicas seleccionadas se han cortado de forma preferiblemente vertical con la sierra eléctrica de punta de diamante e hidratación constante en el laboratorio del Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia de la Universitat de Barcelona. Estos cortes, debidamente etiquetados e identificados se enviaron al laboratorio del *Servizi per la Geologia* de Piombino, Italia, donde se llevo a cabo el procedimiento de elaboración de las láminas delgadas.

Estas láminas delgadas se han observado con el microscopio de polarización Olympus BX41, con objetivos de 2X, 4X, 10X, 20X y oculares de 10X, pudiéndose así utilizar una franja de entre 20 y 200 aumentos. En caso de cerámicas de coloración especialmente oscuras, se ha utilizado el condensador de luz para poder detectar aspectos que por la tonalidad de la cerámica podrían pasar desapercibidos con la luz normal. Este microscopio consta de una cámara digital acoplada en su parte superior, modelo Olympus DP70 que conecta con el software analySYS auto. Con estas herramientas se han podido realizar imágenes a color en alta resolución de 12.5 MP.

La identificación de las inclusiones se ha respaldado con diversos manuales y publicaciones de referencia (Adams et al., 1997; Adams y MacKenzie, 1995; Castro Dorado, 1989; Delvigne, 1998; García del Amo, 2000; Gribble y Hall, 1985; Kerr, 1959; MacKenzie et al., 1982; MacKenzie, y Guilford, 1980; Melgarejo, 1997; Philpotts, 1989; Reedy, 2008; Smith, 2008; Yardley et al., 1990). La identificación de

las matrices y sus características, así como la definición de las fábricas, han seguido las descripciones de Quinn y Whitbread (Quinn, 2013; Whitbread, 1995, 1989, 1986).

Los resultados de las observaciones e identificaciones se han comparado con los mapas geológicos de la zona a escalas 1:25.000 y 1:50.000, tanto del Vallès (Berastegui y Losantos, 2007, 2001; Cirés y Berastegui, 2011a, 2011a; ICGC, 2006, 2005a, 2005c; Peón et al., 1976), como del Maresme (Alonso et al., 1976; Cirés y Berastegui, 2011b; ICGC, 2005b, 2005c).

5.2.4. Análisis de arcillas por preparación de briquetas

Los análisis arqueométricos pueden realizarse no solo sobre materiales arqueológicos sino también sobre cerámicas y arcillas experimentales. Con ello se puede obtener diversa información dependiendo del tipo de experimentación que se haya llevado a cabo. Por una parte, los resultados de los materiales arqueológicos pueden compararse con los de las arcillas actuales para así establecer semejanzas, diferencias y poder acotar mejor la proveniencia por comparación entre los productos acabados y las materias primas. Otra información resultante es referente a la tecnología, como la reacción de las distintas arcillas e inclusiones al choque térmico de distintas TCE y ambientes de cocción regionales (Albero, 2010; Albero Santacreu, 2017; Kilikoglou et al., 1998; Montana et al., 2009; Müller et al., 2015; Papadopoulou et al., 2006; Riccardi et al., 1999).

Las arcillas y sedimentos se recogen en zonas próximas al yacimiento o bien dentro de la zona geológica circundante de la hipotética proveniencia. En estos casos, resulta útil la etnoarqueología, ya que establece modelos espaciales de aprovisionamiento de materias primas que pueden servir de indicadores (Minc y Sherman, 2011). Los materiales pueden recogerse tanto en un corte vertical de la pared como en superficie. Cada arcilla tiene una moda, media y mediana característica referente a su tamaño de grano, lo que determina su textura (Albero, 2010).

Además también se puede seleccionar y añadir desgrasante artificial que suele recogerse hasta a 4 km del yacimiento (Albero, 2010; Arnold, 1988). Los desgrasantes inorgánicos suelen ser cristalinos, angulosos y aparecen en gran cantidad con orientación seriada.

Diversos estudios han utilizado análisis de arcillas y materias primas para establecer y acotar la proveniencia de las producciones presumiblemente locales o

regionales e.g. (Adan-Bayewitz y Perlman, 1985; Hein et al., 2004a, 2004b; Montana et al., 2011, 2009). Cabe mencionar los estudios realizados en norteamérica sobre de la cultura Hohokam, cuya cerámica se caracteriza por inclusiones de arena y fillita (Abbott et al., 2008; Heidke, 2009; Heidke y Miksa, 2000; Kelly et al., 2009). Para estos estudios se analizaron muestras de cerámicas arqueológicas y de fillitas de baja deformación de diversos depósitos (Abbott et al., 2008). Todos los depósitos presentan una petrografía y mineralogía similares, por lo que las principales diferencias residen en su composición química. De esta forma, se pudieron proponer tres grupos de fillita según su cantidad de MgO y CaO. Por otra parte, se llevaron a cabo estudios sobre las inclusiones de arena a partir de la recolección de muestras a lo largo del río Salt, que cruza la región Hohokam para posteriormente establecer una comparativa con la cerámica arqueológica (Heidke, 2009; Heidke y Miksa, 2000). Se estableció una alta variación composicional en las arenas de las diversas fuentes que, al contrario que la fillita, se basa en la mineralogía y petrografía. Así, mientras que para las materias primas filíticas se pudo establecer una distancia de recolección de entre 5-10 Km desde cada yacimiento arqueológico, suponiendo así una zona total de 24 km de radio para todo el conjunto, para los materiales arenosos la distancia se reduce a 1 Km.

También los estudios sobre la cerámica de cocina sarda de Pabillonis (Cau Ontiveros et al., 2015) establecieron el uso de las vetas de arcilla superficiales mientras que el desgrasante provenía de las riberas del río, con distancias de recorrido máximas de 2 Km. Para ello se analizaron muestras de diferentes fuentes de materias primas en las proximidades de los talleres contemporáneos, pudiendo así relacionar talleres con vetas concretas.

Otro ejemplo es el análisis de arcillas de los yacimientos rurales catalanes de Roc d'Enclar (Ruf et al., 1997). En este yacimiento se pudieron identificar fábricas ígneas y fábricas mayoritariamente metamórficas que se pudieron comparar con la geología de la zona, donde de distinguían áreas graníticas y áreas metamórficas.

Una vez recogidas las arcillas, se secan y, posteriormente, se machacan los granos a la vez que se extraen las gravillas para homogeneizar el conjunto. En caso de incluirse experimentación con desgrasantes, éstos se añade en diferentes proporciones, una vez que la arcilla se haya homogeneizado. Cuando la pasta de arcilla con desgrasantes se haya elaborado, se hidrata para conferirle plasticidad, se modela y se seca. En este momento llega el punto crítico respecto a las fracturas ya que la arcilla se solidifica por la deshidratación, encogiendo el volumen de la pasta modelada.

Finalmente, se cuecen las briquetas en una mufla con curva de cocción lenta para evitar el desconchado y la mejor cocción de las pastas, así como la descomposición de los carbonatos en las pastas calcáreas de cocción oxidante (Albero Santacreu, 2017; Minc y Sherman, 2011).

Con este procedimiento se puede analizar la absorción de agua de las pastas (*water absortion rate*)[38] con el peso y el volumen en crudo, tras el secado y tras la cocción (Albero Santacreu, 2017). Una vez cocidas, la pérdida de masa puede relacionarse así con la curva de cocción y, por tanto, con la temperatura (Papadopoulou et al., 2006). Así, según la pregunta que se quiera investigar se elegirán diferentes curvas, ambientes y temperaturas de cocción.

5.2.4.1. Rutina analítica propia

Los resultados obtenidos con estos tres análisis previos han hecho que para la región del Vallès, se lleve a cabo un análisis preliminar de algunas arcillas de la región (Fig. 48). La selección inicia se ha llevado a cabo en base al mapa geológico de la zona, donde se han podido identificar zonas susceptibles de ser compatibles con los resultados petrográficos y químicos (Tabla 8 del anexo). A pesar de ello, se trata de una zona altamente urbanizada y con una acción antrópica, tanto por viviendas como carreteras muy densa, lo que ha determinado la accesibilidad a los depósitos y la calidad de los sedimentos.

De esta forma, se han seleccionado seis sedimentos, tres en las proximidades de Castellar del Vallès (1, 2, 4), y por tanto en las proximidades de los yacimientos PMCV y HCT y otros tres en las cercanías de Sabadell (3, 5, 6), cercanos a CG1.

Siguiendo el mapa geológico (Cirés y Berastegui, 2011a; ICGC, 2005a), la muestra 1 fue tomada en una región de granitos y granodioritas, en la parte Occidental de Castellar del Vallès. La muestra 4 corresponde a una zona de gres silíceo y arcillas, colindante con calcáreas y micritas, situado en la parte Oriental de la población. La muestra 2 fue tomada en las proximidades del curso fluvial, al sureste del

[38] *Water Absortion Rate* puede definirse como el agua que pueden absorber lar diferentes arcillas sin que se fracturen durante el secado, así como el agua que necesita cada pasta para que la arcilla sea suficientemente plástica para su modelado. Este ratio se ha situado aproximadamente en el 20%.
Junto con este concepto se encuentran el *weight loss*, que se refiere al porcentaje que pierde la pieza durante el secado a causa de la pérdida de agua y el concepto de *weight loss during firing*, que como su nombre indica, alude a la integridad o fractura de las cerámicas después de la cocción, en diferentes ambientes y temperaturas (Albero Santacreu, 2017).

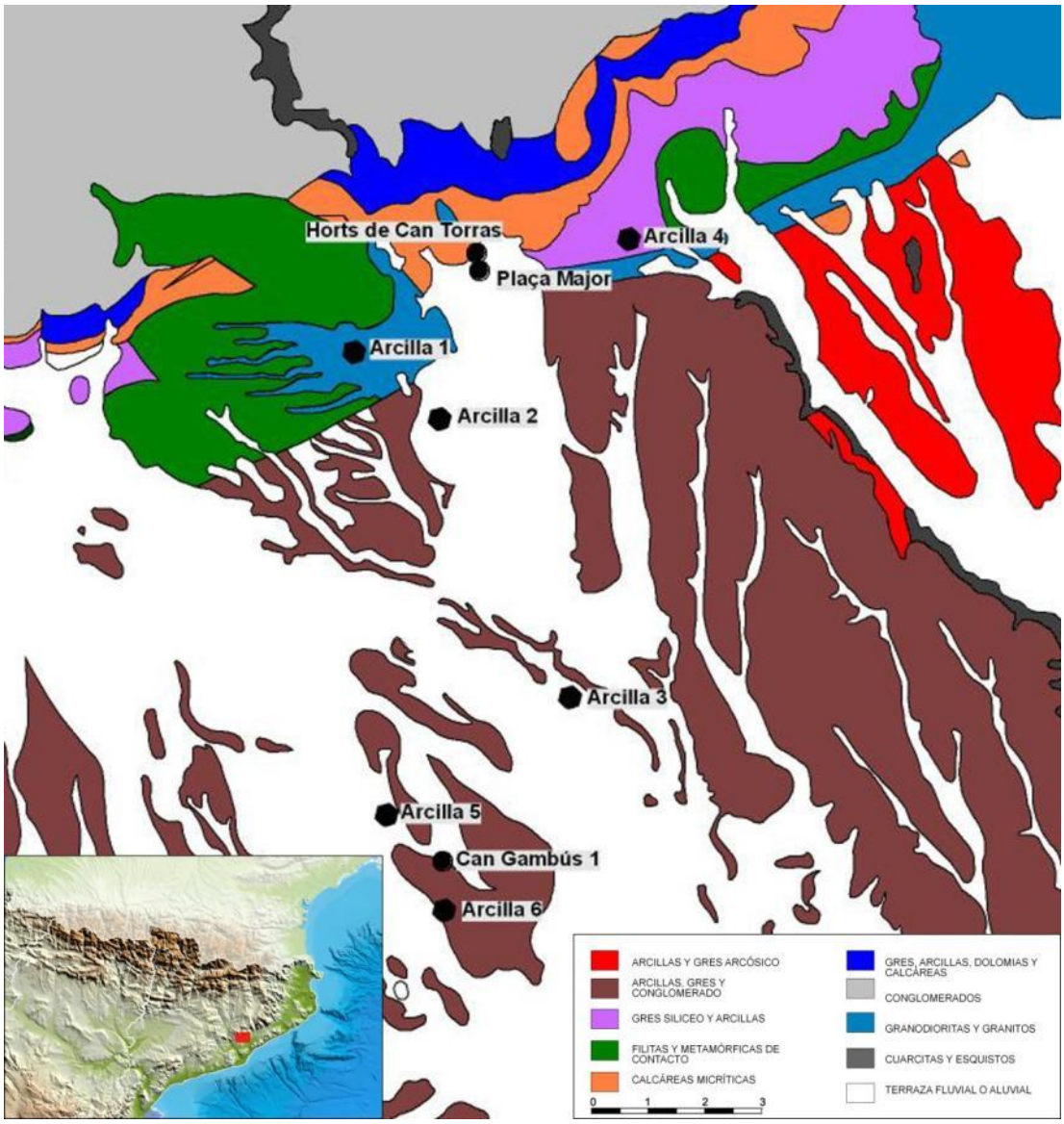


Fig. 49. Mapa geológico con la ubicación de las muestras de arcillas y los yacimientos del Vallès

emplazamiento, en una zona de arcillas y conglomerados, con el fin de determinar posibles aportaciones por el arrastre del río (Fig. 48).

En el caso de Sabadell (Berastegui y Losantos, 2001; ICGC, 2005a), se sitúa en una terraza aluvial formada por sedimentarias, surcada por vetas de arcillas, gres y conglomerados. Las muestra 3 se tomó en la parte nordoriental de la población. Las muestras 5 y 6 fueron recogidas en la parte occidental de Sabadell, próximas al yacimiento de Can Gambús y dentro de una de las vetas de arcillas (Fig. 48).

En todas las muestras se empezó eliminando una capa de aproximadamente 3 cm de espesor para desechar así posibles contaminaciones y aportaciones no geológicas de los sedimentos (Fig. 49). A continuación, se recogió el material, identificando el

punto de recogida en un mapa geológico y mediante fotografías. Dado que la potencia de los cortes no era suficiente más que en un solo caso para recoger muestras de tres niveles distintos, se optó por recoger en un solo punto siguiendo el criterio de accesibilidad y apariencia menos contaminada antrópicamente.



Fig. 50. Veta y extracción de la arcilla 1

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio del Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia de la Universitat de Barcelona. Así, se extendió separadamente una parte de cada uno de los sedimentos para facillitar su secado (Fig.50). Una vez secos, se preparó la pasta de arcilla mezclando cada una de las tierras recogidas con agua y depurándola manualmente eliminando las impurezas e inclusiones vegetales y fragmentos de roca hasta obtener una pasta plástica, maleable y consistente. Cabe destacar que dado el objetivo de compararlo con cerámicas de fracción gruesa, el depurado de las arcillas no se hizo de forma excesivamente exhaustiva para así poder compara mejor las inclusiones de las briquetas con los de las cerámicas.

La pasta fue modelada en forma de pequeños ladrillos de hasta 6 cm, realizando dos piezas con cada uno de los sedimentos, identificados como A y B (Fig.51). Las briquetas se dejaron secar un mínimo de 48h y se cocieron en la mufla con un arco de temperatura creciente a 850º (muestras A) y a 950º (muestras B) durante tres horas, para luego enfriarse lentamente.



Fig. 51. Arcillas extendidas para el secado

Una vez obtenidos las briquetas cocidas, se pudo observar qué arcillas se mantenían íntegras y cuáles no habían resistido el choque térmico, o bien por su poca idoneidad geológica o bien por factores tecnológicos. Los tres sedimentos recogidos de la zona de Sabadell se mantuvieron sin fractura alguna, así como el sedimento 1 de Castellar del Vallès. La muestra 2 y 4A se fragmentaron al no resistir el choque térmico de la cocción, por lo que 2 y 4A se descartaron para la lámina delgada (Fig. 52).



Fig. 52. Briquetas crudas secas previas a la cocción

Las briquetas A y B de las muestras 1, 3 ,5 y 6 y 4B se analizaron petrográficamente siguiendo el mismo procedimiento desarrollado en el punto 5.2.3.2. Se cortaron con la sierra eléctrica de disco de diamante en el laboratorio del Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia de la Universitat de Barcelona y la lámina delgada de tales cortes se elaboró en el laboratorio del *Servizi per la Geologia* de Piombino, Italia. Al igual que las cerámicas, la observación de estas láminas delgadas se ha llevado a cabo con el microscopio de polarización Olympus BX41, con objetivos de 2X, 4X, 10X, 20X y oculares de 10X.

Así mismo, se trituró un fragmento de estas briquetas en una celda de carburo de tungsteno Spex Mixer Mod. 800 durante 10 minutos, para obtener un polvo homogéneo. Este polvo utilizó para el análisis mineralógico por difracción de rayos X (DRX) en los Centres Científics i Tecnològics de la UB (CCiTUB), siguiendo el mismo procedimiento del apartado 5.2.2.2, colocando 1 gr de polvo en un porta-muestras



Fig. 53. Briquetas cocidas

circular PW1811/27. El polvo prensado se procesa con un difractómetro PANalytical X'Pert PRO MPD alpha 1.

Paralelamente, se ha llevado a cabo la homogeneización de parte de las muestras de sedimento crudo (1 a 6) con la misma celda de carburo de tungsteno. Estas muestras homogeneizadas se han analizado químicamente por fluorescencia de rayos X (FRX) según el procedimiento del apartado 5.2.1.2, con la obtención de los elementos mayores y menores por duplicado de perlas y las trazas por pastillas.

5.3. Análisis estadístico de los datos composicionales

La estadística permite estudiar diversos fenómenos de forma numérica, a partir de aspectos concretos, denominados variables (Buxeda, 2001). Estas muestras se pueden agrupar de forma automática, con el método matemático y estadístico pero también de forma no automática y subjetiva. Un ejemplo de esta forma de agrupación subjetiva es la observación microscópica de las propiedades petrográficas, por la que se pueden establecer variables según las informaciones que se quiera obtener, como la actividad óptica, orientación o frecuencia de las inclusiones, cavidades, *packing*, etc. Estas variables se codifican con 0 y 1 para así poder llevar a cabo análisis de correspondencias y bivariantes (Cau et al., 2004; Montana et al., 2009).

Las variables pueden ser cualitativas o cuantitativas. Las variables cualitativas no pueden ser representadas numéricamente sino que se agrupan en categorías o modalidades, las cuales pueden ser nominales, cuando las categorías no implican un valor numérico, o bien ordinales, si las categorías presentan una jerarquía o diferentes grados. Las variables cuantitativas pueden representarse numéricamente de forma discreta, cuando las variables son finitas, o continua, cuando son infinitas. Estos datos se expresan en forma de matriz donde *n* representa los casos o individuos analizados y P las variables (Baxter, 2015; Beardah y Baxter, 2005). En cualquier caso, el *n* tiene que ser suficientemente grande como para justificar el tratamiento estadístico y para poder aplicarse a la normal (Baxter, 2008).

A partir de los años 50, la arqueometría cerámica se ha servido de la estadística para la interpretación de los datos, especialmente de los análisis químicos. Se establece así que la cerámica de un lugar concreto tiene una composición química diferente de la producida en otro sitio, lo que se relaciona con el postulado de proveniencia[39] (Hein y

[39] Ver capítulo 5.1 para la definición y desarrollo del postulado de proveniencia.

Kilikoglou, 2017). Durante los años 60 estas aplicaciones se desarrollan con ejemplos como Kendal, que recupera las tesis decimonónicas de Flinders sobre la aplicación estadística a la arqueología o Binford, que aplica el método cuantitativo a la arqueología. En la década de los 70 se generaliza la aplicación estadística en la arqueología con ejemplos como Bieber, Sayre (Bieber et al., 1976) o el *Analytical Archaeology* de Clarke de 1968 (Fernández Martínez, 2015), así como el seminario de 1975 *Mathematics y Computers in archaeology* (Baxter, 2008; Fernández Martínez, 2015).

Los análisis químicos consisten en enumerar y contar cada tipo de átomos y no en medirlos. Los resultados se expresan en números absolutos que se estandarizan en cantidades intensivas y cantidades relativas que se expresan en % en los elementos mayores y menores y en ppm en las trazas (Buxeda, 2008). Así, las concentraciones elementales (referente tanto a átomos elementales como a óxidos) son las frecuencias nominales o clases categóricas, cuya suma total por cada *n* es 100% (Baxter, 1992; Buxeda, 2008).

En los datos químicos cada uno de los elementos corresponde a una variable numérica continua, donde se cuantifica en % el peso de los elementos óxidos, en el caso de los elementos mayores y menores y en ppm en el caso de las trazas. Por otra parte, cabe tener en cuenta que no todos los átomos tienen el mismo peso. Por este motivo, se pueden dar los resultados en porcentajes atómicos en vez de en su peso, tomando el porcentaje del peso de los óxidos y teniendo en cuenta su peso molecular para así calcular las proporciones moleculares (Buxeda Garrigós, 2001; Buxeda, 2001).

Dependiendo del número de variables con que se trabajen los análisis pueden ser univariantes, para una variable, bivariantes para dos y multivariantes cuando se utilizan más de dos variables.

Los análisis univariantes permiten cada uno de las variables de forma única, es decir, independientemente de las relaciones que puedan establecerse entre la variable seleccionada con las demás. Cada una de ellas se rige por la normal, representada por la campana de Gauss, que viene determinada por medidas como la desviación estándar (sd) o el coeficiente de variación (cv) (Albero, 2014a). Con este análisis se puede obtener además información descriptiva como la mediana, la media o la moda. Los gráficos univariantes más usados son los diagramas de barras (barchart o boxplot) y los de sectores (pie chart), mientras que la representación de frecuencias acostumbra a graficarse con histogramas.

Cada una de las variables (en este caso, cada elemento químico) está representada por una medida de tendencia central que indica el promedio de las concentraciones. Es lo que se conoce como media aritmética ($\bar{x}$) y se puede expresar con la siguiente fórmula donde n es el número de individuos y x_i el valor de la variable x para cada individuo i (Baxter, 1994; Drennan, 2009; Shennan, 1992):

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

Debido a que la media aritmética no representa la variabilidad, se tienen que considerar medidas de dispersión alrededor de la media, lo que conlleva a la desviación estándar (sd). Ésta determina la desviación de cada grupo respecto del valor de la mediana, por lo que sd mide la variabilidad. Se calcula a partir de las desviaciones de cada individuo respecto de la mediana pero como este resultado siempre es 0, se eleva al cuadrado para que los valores sean positivos y se dividen entre el número de individuos (Baxter, 2003, 1994; Buxeda Garrigós, 2001; Buxeda, 2001; Drennan, 2009; Shennan, 1992). De esta forma se obtiene la varianza.

Para la correcta interpretación de los análisis químicos, se requiere un grupo de control o referencia geológica con el que poder comparar las muestras y que se relacionan con una determinada área de producción (Buxeda Garrigós, 2001; Buxeda, 2001; Hein y Kilikoglou, 2017). Estos grupos vienen definidos por una parte, por las medianas aritméticas (m) de las concentraciones de cada elemento, que calcula el valor central de las concentraciones del grupo y por la desviación estándar.

Así, los elementos de las nuevas muestras analizadas se comparan con la mediana y la desviación estándar de cada elemento de los grupos de control. La mediana del grupo de control se trata como la mediana de la población o paramétrica, mientras que la referente a las nuevas muestras analizadas es la mediana muestral. La mediana resulta de utilidad para la identificación de los outliers y la media es la medida de localización típica de los datos. Se puede añadir el rango intercuantil (IQR), que muestra la dispersión asociada a la mediana (Baxter, 2015).

La variabilidad de los grupos se establece con tres factores que se miden por la varianza dada por S^2: la varianza natural del grupo o de la población (S^2_n), la de la muestra (S^2_s) y la analítica (S^2_a), de forma que todo ello constituye la variación total (S^2_τ

(Beier y Mommsen, 1994; Bieber et al., 1976; Buxeda Garrigós, 2001, 1999b). Las dos últimas varianzas deben procurar reducirse al mínimo para que así la varianza total se aproxime al máximo a la varianza natural. Esta varianza depende de diversos factores tecnológicos que pueden alterar la composición de la arcilla como materia prima. En este sentido, se puede considerar la heterogeneidad química y mineralógica de la pasta como fruto de la heterogeneidad natural del depósito geológico y la artificial, introducida por el alfarero durante el proceso tecnológico de manufactura, a lo que se añaden las posibles contaminaciones y alteraciones deposicionales (Buxeda Garrigós, 1999b). Con esta información puede obtenerse la matriz (S_x) que se basa en la composición individual de las muestras para así poder evaluar su variabilidad de forma que (Buxeda Garrigós, 1999a, 1999b; Hein y Kilikoglou, 2017):

$$S_x = S_{xn} + S_{xs} + S_{xa} \quad \text{o expresado de otra forma} \quad S_\tau^2 = S_n^2 + S_s^2 + S_a^2,$$

La variabilidad es un parámetro cualitativo en relación a los grupos establecidos, por lo que no existe una medida única para su cuantificación. Una solución es comparar los resultados de diversas medidas e interpretar las diferencias como la separación real entre la media de los puntos intra-grupos según la siguiente fórmula donde D_m es la distancia media y D_{ij} la distancia euclídea entre dos individuos *i-j* (Buxeda Garrigós, 1999b):

$$D_m = \left(N(N-1)\right)^{-1} \Sigma_{i=1}^{N} \Sigma_{j=1}^{N} D_{ij}$$

A partir de los años 70 se empiezan a tratar las variables de dos en dos, en análisis bivariantes o en más de dos variables, en análisis multivariantes (Baxter, 1994; Buxeda Garrigós, 2001). Esta correlación de variables puede ser directa, cuando ambas aumentan o disminuyen a la vez y su intensidad se mide por el coeficiente de correlación de Pearson. Este coeficiente es 0 cuando las variables son independientes, -1 cuando tienen correlación inversa y 1 cuando es directa.

Los análisis bivariantes tratan la relación entre dos variables. A pesar de la diferencia en la medida de los datos (% y ppm), para los análisis bivariantes no es imprescindible su conversión, pudiéndose trabajar con datos crudos (Baxter, 2008). Por otra parte, su transformación a log-ratio los hace más inteligibles. Algunos gráficos

bivariantes que podrían citarse son el gráfico de dispersión que plasma los valores de dos variables cualitativas en dos ejes X-Y o cartesiano (Fernández Martínez, 2015).

En este punto se puede hablar de covarianza que sería la relación entre parejas de variables usando para ello coeficientes de relación lineal, como podría ser Pearson y generando matrices. A partir de este análisis se pueden identificar grupos y outliers a partir de un intervalo del 90% de confianza (Glascock et al., 2004).

Dentro de los análisis bivariantes cabe destacar el análisis de correspondencias (CA), método utilizado para analizar tabulaciones cruzadas en dos direcciones de variables categorizadas. El concepto de las correspondencias es similar al PCA multivariante pero matemáticamente distinto al medir las distancias entre vectores en un plano bidimensional (Baxter, 2015). Los análisis de correspondencias se pueden trabajar con los datos crudos (CAR) o transformados logarítmicamente (CAM), dividiendo por las medias de cada elemento (Baxter, 1991).

La exploración multivariante está directamente relacionada con los datos composicionales y el concepto geométrico de la distancia.

Las concentraciones elementales forman la matriz de variación composicional, cuyos componentes son siempre positivos y su suma constante (*k*) es 1 (Buxeda, 2008, 2001). Forman una matriz cuadrada y simétrica y permite identificar los elementos con mayor y menor variación del conjunto de datos (τ_i), pudiéndose así usar el elemento más estable (por tanto, con menor variación) como divisor en la transformación en logaritmos de razón (Buxeda Garrigós y Kilikoglou, 2003).

Este concepto se basa en la situación de cada elemento como un punto dado por las coordenadas del eje X-Y en un espacio 2-D. Si las variables presentan una correlación directa, el eje Y aumentará en relación al eje Z. En las técnicas multivariantes se superan las 2-dimensiones situándose en un espacio 3-D. Cuando este espacio 3-D se supera con más dimensiones, estos puntos se encuentran en lo que se denomina espacio *n*-dimensional o hiperespacio, donde n equivale al número de dimensiones (Baxter, 2003, 1994, 1992; Bieber et al., 1976; Bishop y Neff, 1989; Buxeda Garrigós, 2001; Buxeda, 2001; Harbottle, 1990). Este proceso *n*-dimensional implica la utilización de un espacio geométrico que no puede ser visto en el mundo real pero que se representa gráficamente de forma bi o tridimensional, según la técnica de reducción de la dimensión. En los análisis bi o multivariantes se puede medir la distancia entre los puntos coordenados en este espacio de forma que a mayor distancia,

menor similitud química tendrán (Buxeda Garrigós, 2001). La variación puede expresarse con la siguiente formulación (Guirao et al., 2014):

$$var(z_{i,j}) = S_{i,j}^2 = (N-1)^{-1}\Sigma_k(z_{i,j}^k - z_{i,j})^2$$

A partir de la matriz de variación se puede obtener la variación total (vt) del conjunto de datos analizados pudiendo establecerse así su homogeneidad a través de la cuantificación de la aportación de cada elemento. La vt consiste en la suma de todas las variazas de la matriz divididas dos veces por el número de elementos (*D*). De esta forma, cuanto mayor sea vt, mayor será la heterogeneidad del grupo. De forma genérica, se puede considerar que vt<0.3 indica grupos homogéneos mientras que vt>0.3 indica la heterogeneidad grupal de las muestras, aunque se trata de valores meramente orientativos ya que dependerá del número de muestras de cada grupo definido en una matriz de variación. También se debe tener en cuenta que no todas las fábricas se comporta igual, por lo que este valor de corte puede variar dependiendo de la naturaleza del conjunto analizado. Esta variación total se puede expresar de la siguiente forma (Buxeda Garrigós, 1999a, 1999b; Guirao et al., 2014):

$$vt = (2D)^{-1}\, j'\tau_j \quad \text{o bien} \quad vt = \frac{\Sigma_{i=1}^{i=D}\,\Sigma_{j=1}^{j=D}\tau_{ij}}{2D}$$

donde *i-j* son los elementos analizados y τ_j se obtiene:

$$\tau_j = \Sigma_i \tau_{i,j}$$

Cuando se utilizan dos o más variables, se puede determinar la relación entre ambas con la covarianza, que se expresa de la siguiente manera en donde x_{ki} es el valor de la variable *i* en el individuo *k* y x_{kj} es el valor de la variable *j* en el individuo *k* (Baxter, 2003; Hein y Kilikoglou, 2017):

$$cov_{ij} = \frac{1}{n-1}\sum_{k=1}^{n}(x_{ki} - \bar{x}_i)(\bar{x}_{kj} - x_j)$$

El grado de variación de las medidas de dos variables se determina por la covarianza, que al aplicarse al conjunto de datos da lugar a la matriz de covarianza. La matriz de covarianzas se expresa como (Buxeda Garrigós, 1999b):

$$\sigma_{ij,kl} = cov\{log(x_i/x_j)log(x_j/x_i)\}$$

Por lo que, siguiendo esta formulación de covarianzas, las varianzas quedarían definidas de la siguiente forma (Buxeda Garrigós, 1999b, 1999a):

$$\tau_{ii} = \sigma_{ii,jj} = var\{log(x_i/x_j)\}$$

Los elementos químicos no presentan el mismo peso dentro de esta matriz de variación. Esto supone que los óxidos (elementos mayores y menores) concentran la variabilidad, mientras que los elementos traza, al ser concentraciones muy bajas, no tendrán prácticamente representación en el espacio de coordenadas. De esta forma, la matriz de covarianzas se caracteriza por tener un sesgo negativo a causa de la falta de relación de ésta con la matriz de subcomposiciones. Para solventarlo y equilibrar el peso de las variables, los datos de transforman en logaritmos, dando así el mismo peso a todas las variables a partir de valores relativos (Aitchinson, 1999, 1986, 1982; Baxter, 2008, 1992; Blondes et al., 2015). Esta transformación o log-ratio puede ser aditiva (*alr*) o centrada (*clr*).

La transformación log-ratio aditiva (*alr*) utiliza, en el caso de análisis químicos arqueométricos, el elemento más estable como divisor. Se relaciona con la conversión de clases normales de forma que se soluciona el problema de la transformación del 0, es decir, de los valores inferiores al límite de detección (*logistic-normal class*) (Aitchinson, 1986, 1982; Palarea Albaladejo et al., 2005). Esta transformación logarítmica se puede expresar de la siguiente forma (Aitchinson, 1986, 1982; Buxeda Garrigós, 1999a; Tsantini et al., 2004):

$$X \in S^d \rightarrow Y = log\left(\frac{X-D}{X^D}\right) \in R^d \quad \text{o bien} \quad Y_i = log\frac{X_i}{X_{d+1}}$$

La transformación simétrica en logaritmos de razón centrados (*clr*) se puede representar de la siguiente forma, donde x es el vector composicional y x/g la media geométrica de todos los *d*-componentes (Buxeda Garrigós, 1999b):

$$X \epsilon S^d \rightarrow Z = log\left\{\frac{x}{g}(x)\right\} \quad \text{o bien} \quad X \epsilon S^d \rightarrow Z = log\left(\frac{x_D}{x_D}\right) \epsilon R^d$$

Otra opción es la estandarización de los datos, por la que todas las variables tendrán una mediana de 0 y una sd=1.

Cabe destacar el desacuerdo dentro de la comunidad matemática sobre cómo tratar los datos composicionales (van den Boogaart y Tolosana-Delgado, 2008). Por una parte, existe el método clásico que utiliza los datos crudos de forma descriptiva y sin transformarlos y, por otra parte, existen las operaciones cerradas con la matriz de covarianza y los datos transformados en log-ratios para que todos los elementos tengan el mismo peso en la matriz (Aitchinson, 1986).

La distancia entre individuos del *n*-espacio puede medirse (Fig. 53), siendo el resultado de la hipotenusa del triángulo rectángulo formado entre dos puntos A y B, que se calcula con el teorema de Pitágoras (Buxeda, 2001). Esta distancia entre dos puntos transformados logarítmicamente y en el que todas las variables presentan los mismos valores y la misma variabilidad, es la que se conoce como distancia euclidiana[40]. Se basa en el principio por el que se toman coordenadas de las observaciones respecto de una base para su aplicación a análisis estadístico y probabilístico (Aitchinson, 1982; Harbottle, 1990; Pawlowsky-Glahn, 2003; van den Boogaart y Tolosana-Delgado, 2008). Con esto se pasa a tener una matriz de datos a una matriz de distancias que se denomina cuadrada o de nxn (τ), por tener el

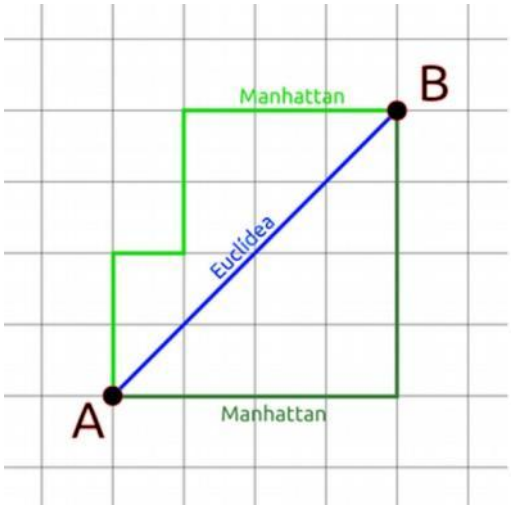


Fig. 54. Representación de las distancias euclídea y manhattan en el n-space

[40] La distancia euclidea o euclidiana es la distancia más corta entre dos puntos y la más utilizada. No obstante cabe mencionar la existencia de otras distancias (Fig. 53), como la Manhattan, que sigue el une dos puntos siguiendo el reticulado de la cuadrícula y que por tanto puede tener varias rutas con la misma longitud (Fernández Martínez, 2015).

mismo número de filas que de columnas y que puede expresarse de esta forma (Buxeda Garrigós, 2001; Hein y Kilikoglou, 2017).

$$\tau_{ij} = var\left\{log\left|\left(\frac{x_i}{x_j}\right)\right\}\right.$$

Con esto se puede obtener la variación total siguiendo esta formulación:

$$vt = \sum_{ij} \frac{\tau_{ij}}{2n}$$

Utilizando la distancia euclídea se crea el espacio euclidiano que dar lugar a un simplex ($\mathbb{S}^d$), definido como las *n*-dimensiones de un triángulo, donde se plasman las composiciones y su espacio real ($\mathbb{R}^d$) de forma que d=D-1 (Aitchinson, 1986, 1982; Buxeda Garrigós, 1999b; Buxeda, 2008; van den Boogaart y Tolosana-Delgado, 2008). Se trata de un espacio de muestras para unos datos composicionales cerrados donde los diferentes puntos se relacionan con un punto central (Buxeda, 2008). Los resultados del simplex son independientes de las unidades de medida y de las permutaciones de las partes implicadas, por lo que este método y su traslado al lenguaje informático buscan evitar el *closure problem* o *effect* a través de la transformación logarítmica y estandarización de los datos (Baxter, 1992; van den Boogaart y Tolosana-Delgado, 2008). De esta forma:

$$\mathbb{S}^d = \{(x_1, \dots, x_d) : x_i > 0 (i = 1, \dots d), x_1 + \cdots + x_d < -1\}$$

Estos datos se resumen en un análisis de agrupamiento a través del cluster jerárquico cuya representación gráfica es un dendrograma, cluster análisis o gráfico arborescente. Con este análisis se establecen diferentes grados de similitud o de diferencia[41] entre muestras, plasmados por diferentes niveles y jerarquías que dependen de la distancia de medida (Aldenderfer y Blashfield, 1984; Baxter, 2003, 1994; Drennan, 2009; Fernández Martínez, 2015; Glascock et al., 2004; Papageorgiou y Baxter, 2002; Shennan, 1992; Sneath y Sokal, 1973), por lo que a más distancia entre muestras, menor será la similitud química de los individuos (Tsantini et al., 2004). Con

[41] Se refiere a *similarities* y *dissmilarities*, que literalmente se referiria a "dis-similitudes".

este gráfico se pueden ver las agrupaciones entre los individuos con composiciones similares, cuya tendencia será a estar próximos entre sí y con distancias cortas, así como identificar los loners y outliers, que se separan del resto del grupo con distancias más grandes entre ellos.

Una vez que se obtienen grupos establecidos y definidos, se pueden comparar nuevos individuos con dicho grupo a través de la distancia de Mahalanobis, distribuida en χ^2 para así tener una distribución normal (Abbott et al., 2008; Beier y Mommsen, 1994; Harbottle, 1990). Este método tiene en cuenta tanto varianzas como covarianzas, expresando la distancia de la mediana multivariante en unidades de desviación. De esta forma, se pueden establecer probabilidades de pertenencia de los nuevos individuos a los grupos preexistentes, así como la detección de los outliers (Iñañez et al., 2008; Nunes et al., 2013).

En estos gráficos, pueden representarse métodos, es decir, formas en que se calculan las distancias. El método simple utiliza los puntos más próximos entre dos grupos; el método completo usa las distancias entre los puntos más alejados de los grupos; el promedio se basa en la media de las distancias entre los grupos; el centroide usa los puntos centroides de los grupos tratados dentro de un espacio euclídeo; el método Ward minimiza la varianza en cada grupo de forma que une los cluster más similares entre sí. A pesar de que el método Ward es uno de los más utilizados, en nuestro caso hemos optado por el método del centroide al trabajar con datos transformados logarítmicamente dentro de un espacio euclídeo.

Los resultados químicos pueden además explorarse con un análisis de componentes principales (PCA) por el que se establece la relación entre individuos a partir de los datos transformados en *eigenvectores* (o *eingenvalues*) y la medida de la correlación entre variables a partir del ángulo de los vectores (Baxter, 2015; Fernández Martínez, 2015; Glascock et al., 2004). Este método determina la magnitud y dirección máxima de varianza de los datos distribuidos en el hiperespacio. Consiste en la amalgramación o creación de nuevas variables a partir de la combinación de las concentraciones con los coeficientes no correlativos. De esta forma, cada uno de los nuevos eigenvectores contiene una mezcla de los elementos concentraciones más altas y más bajas, previamente estandarizados o transformados en logaritmos (Baxter, 2006, 2003, 2001, 1999, 1994; Bishop y Neff, 1989; Davis, 2002; Drennan, 2009; Glascock et al., 2004; Shennan, 1992; Tite, 1999). En el gráfico resultante se representarán los dos componentes (comp. 1 y comp. 2) que contengan la mayor proporción de variabilidad

resultante de los nuevos *eigenvalues*. El PCA puede viene expresado de la siguiente forma (Baxter, 1992):

$$Y_{ij} = ln(x_{ij}) - p^{-1} \sum_{i} ln(x_{ij})$$

El PCA puede darse de dos tipos, para matrices de correlación con datos crudos (PCAC) o para datos transformados en log-ratio según Aitchinson (PCAA) (Baxter, 1992, 1991). El PCAC tiene fuertes similitudes con el análisis bivariante de correlaciones en crudo (CAR), para matrices con 10-12 variables o elementos óxidos en crudo y donde cada individuo suma 1 o 100%. El PCAA trabaja con los datos transformados y se asemeja al análisis de correspondencia de medias (CAM) por el que los datos se dividen por las medias de los elementos.

A partir del concepto de simplex propuesto por Aitchinson se pueden llevar a cabo análisis de covarianzas y de modelos lineales como la regresión linear (van den Boogaart et al., 2015). Esta regresión consiste en la variable de un espacio de muestreo arbitrario, discreto, continuo o composicional. Relacionado con este concepto está la regresión de Bayes, que es la forma natural de regresión de las distribuciones condicionales contra las covariables.

En relación con el simplex se encuentra la representación gráfica del diagrama ternario que consiste en la representación de tres variables cuya suma es un valor constante (*k*) 1 o 100% (Baxter, 2015). Los valores dados para *n* en la relación de estas tres variables se representa como puntos en el interior de un triángulo equilátero. En el caso de los análisis químicos, los tres elementos escogidos como variables dependerán de la geoquímica o de la naturaleza de los resultados obtenidos, aunque Thomas y Aitchinson (Thomas y Aitchinson, 2003) proponen trabajar con Fe, Mg y Ca con la fórmula (log(Fe/Ca), log(Mg/Ca)) o bien con Ca, Na y K (Aitchinson, 1982).

Cabe destacar también la utilización de la estadística robusta con el remuestreo de *bootstrap* aplicado a clusters jerárquicos. De esta forma, los grupos (clusters) se identifican mejor a partir de un intervalo de confianza o p-valor previamente definido, de forma que a mayor intérvalo, mayor confianza. Con la aplicación de la estadística robusta se permite la identificación de los outliers debido a la insensibilidad del método antes los datos anómalos y a las desviaciones de la distribución normal.

Estas exploraciones y trabajos estadísticos constan de sistemas informáticos especializados con los que tratarlos. Durante los años 80 se desarrolla el lenguaje en S a través del *Programming Environment for Data Analysis y Graphics*, que permite programar métodos no estándar (Venables y Ripley, 2002, 2000). El programa más utilizado es S-Plus (Beardah et al., 2002; Buxeda, 2008).

En 1995 se inicia R Project, basado en un nuevo lenguaje de programación en R como sucesor y alternativa de S. Este lenguaje fue desarrollado por el *free software foundation's GMV Project* con paquetes y manuales desarrollado por CRAN (*Comprehensive R Archivals Network*), por tanto, un programa de libre acceso. Las aplicaciones de R para datos arqueológicos y arqueométricos se pueden encontrar en diversos manuales al respecto de la mano de Baxter, Garett o van de Boogaart (Baxter, 2015; Baxter y Cool, 2016; Beardah y Baxter, 2005; Garrett, 2013a, 2013b; van den Boogaart, 2005; van den Boogaart y Tolosana-Delgado, 2008).

Progresivamente, se han ido desarrollando librerías para R, de las que destacan "ggplot2", para las representaciones gráficas. La exploración arqueométrica consta con dos paquetes específicos de gran utilidad. Por una parte, el paquete "rgr", desarrollado por el *Geological Survey of Canada* (GSC) y que se basa en la geoquímica (Garrett, 2013b, 2013a). Por otra parte, está el paquete "compositions" que trabaja a partir de coordenadas y creado específicamente con finalidades arqueométricas (van den Boogaart, 2005; van den Boogaart y Tolosana-Delgado, 2008).

5.3.1. Rutina propia del tratamiento estadístico

En nuestro caso, a pesar de que inicialmente este trabajo se inició con S-Plus, la mayor parte se ha desarrollado ya en R debido a que se trata de un programa de libre acceso y a sus mejoras en el tratamiento de datos al tratarse de una versión actualizada y mejorada de S. Para ello se ha utilizado la interfaz rcmdr, que contienen comandos para llevar a cabo estadística descriptiva, análisis bivariantes y multivariantes del tipo clusters jerárquicos y por k-medidas, este último no utilizado en nuestro caso al centrarnos en los jerárquicos, así como PCA. Respecto a las librerías, se han añadido y utilizado "ggplot2", para las representaciones gráficas, incluyendo el paquete "gg-tern" para los diagramas ternarios, "ca" para realizar los análisis de correspondencias, "pvclust" para el remuestreo de *bootstrap*, "rgr" para la transformación logarítmica y la obtención de las matrices y "dendextend" para la edición de dendrogramas.

En primer lugar, se han preparado los datos convirtíendolos a la misma escala. Así, las trazas se han pasado a porcentaje para poder tener la misma escala que los elementos mayores y menores. A pesar de que los datos se han normalizado, hemos preferido trabajar con las transformaciones logarítmicas, siempre que ha sido posible.

Los datos se han introducido en el programa a través de un "data frame". En primer lugar, se ha llevado a cabo la matiriz de variación composicional a través de la función gx.vm de "rgr". De esta forma se obtiene la vt y la variación de cada elemento dentro del conjunto. El elemento más estable, es decir, con menor variación, se ha utilizado como divisor para transformar los datos en logatimos de razón aditivos (alr), utilizando este mismo paquete "rgr" para ello.

Los datos transformados se han utilizado para la elaboración del análisis de clusters, con distancia euclídea al cuadrado y método del centroide. Se obtienen así los dendrogramas jerárquicos, editables con la librería "dendextend".

El PCA se ha llevado a cabo con los datos logarítmicos, desde la propia interfaz de rcmdr, sin necesidad de librerías. Como datos de salida, se ha obtenido el gráfico correspondiente, así como los valores y proporciones de cada uno de los componentes, así como el peso de cada elemento en la nueva variable generada.

Por otra parte, el CA se ha llevado a cabo con el paquete "ca", obteniendo también como resultado el gráfico y los datos al respecto. En este caso, la interfaz devuelve los valores y porcentaje de cada uno de los *eigenvalues* y las coordenadas que ocupa cada elemento en la distancia del gráfico.

Además, en la exploración de cada uno de los yacimientos se ha añadido una exploración con estadística robusta, concretamente un re-muestreo de *bootstrap*, para poder discriminar los loners y outliers, así como el grado de similitud según el sesgo de confianza generad. Para ello, se ha utlizado el paquete "pvclust" y un intérvalo de confianza entre el 90-95%. El resultado que se obtiene es unn nuevo dendrograma que incluye dos tipos de p-valos, uno en rojo (au o aproximadamente insesgado)[42] y otro en verde (bp o probabilidad de *bootstrap*) al ser au más preciso que bp, es el que hemos utilizado como referente. De esta forma, los clusters mejor definidos tendrán un p-valor más alto.

Por otra parte, en la integración de todos los individuos analizados (Cap. 7), se ha añadido el análisis de regresión con datos normalizados, utilizando elementos

[42] Las siglas au equivalen *Approximately Unbiased*, que equivale a "aproximadamente insesgado"

mayores o menores como variables. Las varaibles se han seleccionado según su estabilidad dentro del conjunto analizado o bien según su correlación geoquímica. Con el paquete "ggplot2" se obtiene el gráfico, que incluye la representación del nivel de confianza, en nuestro caso entre el 90-95%, así como la representación de los residuos. Se obtiene también el valor de R^2 ajustado, el p-valor de los coeficientes y el p-valor de la regresión, que indica el tipo e intensidad de correlación.

Por último y también en el último capítulo de integración, se han incluído diagramas ternarios, utilizando para elo el paquete "ggtern". Las variables, en este caso los elementos químicos, se han seleccionado según su significación en la discriminación de grupos, así como según criterios de estabilidad y frecuencia.

Finalmente, cabe añadir que para cada fábrica se ha hecho la estadística descriptiva sobre datos crudos en %, donde se obtiene la media, la mediana, la desviación estándar y los diferentes cuantiles.

CAPÍTULO 6: ESTUDIO ARQUEOMÉTRICO DE LOS MATERIALES CERÁMICOS

6.1. El Vallés

6.1.1. Can Gambús 1

Para el estudio de este yacimiento se han analizado 34 muestras de cerámica de cocina y común. De todos los fragmentos se ha realizado el análisis químico por fluorescencia de rayos X, tanto para su composición de mayores como de trazas, difracción de rayos X para la composición mineralógica y observación en el microscopio electrónico de las láminas delgadas.

6.1.1.1. Petrografía y mineralogía

Las muestras observadas presentan grandes similitudes entre sí, con una base granítica común para todo el conjunto. Se pueden distinguir dos grandes fábricas petrográficas: Fábrica 1 de composición granítica y Fábrica 2 de composición granítica con inclusiones metamórficas y sedimentarias.

A pesar de las diferencias texturales y en los minerales accesorios la Fábrica 1, se presenta como un grupo mucho más homogéneo que la Fábrica 2, En esta Fábrica 2

este tipo de diferencias llevan a establecer diferentes sub-fábricas, lo que no se da en la Fábrica 1, a pesar de que sus individuos no son idénticos. Cabe destacar también la presencia de tres muestras calcáreas que a pesar de contener inclusiones graníticas y metamórficas, se consideraran como un grupo aparte debido a sus particularidades. En la tabla 76 se puede ver una síntesis de las fábricas petrográficas.

- *Fábricas graníticas*

Fábrica 1 (CG-1): Se trata del grupo mayoritario formado por muestras 13, CG1001, CG1004, CG1015, CG1021, CG1022, CG1025, CG1026, CG1027, CG1028, CG1029, CG1030, CG1031 y CG1032 (Lám. 20-21).

Las principales inclusiones de esta fábrica son el cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasa y biotita, que puede aparecer en tamaños gruesos de hasta 1.5 mm. Estas inclusiones se presentan como minerales o bien formando fragmentos de roca granítica. Es frecuente la presencia plagioclasa alterada a sericita, que aparece en 11 de las 13 muestras (exceptuando CG1026 y CG1027), tanto en mineral como formando parte de fragmentos de granito.

Los fragmentos de roca granítica aparecen en todas las muestras en proporciones variables, predominando los fragmentos de gran tamaño, entre 0.5 y 1.8 mm. En ellos aparecen con frecuencia microgranitos con texturas micrográficas (CG1001, CG1015, CG1022, CG1025, CG1026, CG1027, CG1029, CG1031) e incluso se ha identificado una textura pertititca (CG1030) y otra semiplectítica (CG1025).

Junto a esta composición principal, se distinguen diversas inclusiones accesorias que aparecen en menor proporción dentro de la matriz. Es destacable que todas ellas aparecen en un gran número de muestras, proporcionado así más homogeneidad a la fábrica. Dentro de éstos, cabe destacar las inclusiones de roca sedimentaria, que aparecen de forma residual en ocho muestras (CG1015, CG1021, CG1025, CG1026, CG1029, CG1030, CG1031 y CG1032), además de formar parte de las inclusiones principales en dos muestras (CG1001 y CG1027). Estos fragmentos sedimentarios están formados por *sandstone*, con inclusiones de cuarzo puntual y por arcosas, con cuarzo y feldespato potásico en su matriz.

Otro mineral que aparece en poca cantidad pero con presencia en varias muestras, en siete (CG1015, CG1021, CG1025, CG1026, CG1027, CG1029 y CG1032) es la clorita como consecuencia de la alteración de la biotita, cuya presencia es

mayoritaria en este grupo. Así mismo, se observan algunos clinopiroxenos en ocho muestras (CG1001, CG1015, CG1025, CG1026, CG1028, CG1030, CG1031 y CG1032), epidota en otras siete (CG1004, CG1021, CG1022, CG1026, CG1027, CG1030 y CG1031) y anfíboles tipo hornblenda en tres (CG1004, CG1015 y CG1027).

Finalmente, tres muestras contienen moscovita como mineral accesorio formando parte de rocas graníticas (CG1025, CG1029 y CG1032) y solamente la muestra CG1022 contiene micrita y accesorios de calcita esparítica, aunque no en cantidades considerables como para incluirla en el grupo calcáreo.

Las muestras de esta fábrica presentan una matriz gruesa y no calcárea, con tendencia bimodal heterométrica. En luz polarizada plana (PPL), son principalmente oscuras entre gris y negro, como consecuencia de una atmósfera de cocción reductora/reductora, aunque en algunas muestras se puede apreciar una gradación cromática a causa de tener partes oxidantes, como en CG1015, CG1026, CG1027 y CG1028 y dos de ellas presentan un color marrón oscuro que indica oxidación, en CG1030 y CG1032.

La actividad óptica de la matriz, inactivas o muy leves, así como la DRX (Tabla 77) indican temperaturas de cocción altas para este grupo, a partir de los 950º debido a la descomposición total de la illita-moscovita o en fase avanzada de desintegración (CG1001, CG1015, CG1026, CG1028 y CG1032). Por otra parte, no aparecen signos de sobrecocción, por lo que en todo caso, se trataría de TCE <1000º. Dos muestras, CG1022 y CG1027 presentan picos de illita-moscovita con pequeños picos en distancia 2θ=10, por lo que su TCE puede variar ligeramente del resto de las muestras y situarse en la horquilla de temperaturas 900-950º. Por otra parte, todos los casos se identifican picos de cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasa. Además, se aprecia espinela, del tipo hercinita en seis individuos (CG1004, CG1021, CG1025, CG1029, CG1030 y CG1031), que coinciden con las muestras con filosilicaatos descompuestos. Se añaden trazas de piroxenos, posiblemente clinoenstatita, con picos muy bajos en CG1014, CG1028, CG1029 y CG1030.

A pesar de que todas estas muestras forman un mismo grupo con una composición muy similar, muestran diferencias texturales. Se pueden distinguir muestras con un claro predominio de la fracción gruesa (CG1001, CG1022, CG1026, CG1029, CG1032) mientras en otras domina la fracción menos gruesa, aún sin poder considerarse fina (CG1004, CG1021). La fracción gruesa >0.20 mm es heterométrica, con abundantes inclusiones superiores a 1 mm y moda entre 0.25-0.30 mm. Estas

inclusiones tienden a ser angulares o sub-angulares, e indistintamente ecuantes y alargadas. Por otra parte, la fracción fina es siempre entre común y escasa con tendencia sub-angular de <0.1 mm. Esta fracción fina está compuesta mayormente por cuarzo, feldespato potásico y epidota, en caso de que el individuo contenga en sus minerales accesorios. El *sorting* es entre moderado y bueno.

Finalmente, este grupo está formado por cerámicas bastante compactas con porosidad relativa inferior al 10% en todos los individuos. Esta porosidad se aprecia en mesovughs de <0.4 y *mesovesicles* de <0.60, alguna llegando a *macrovesicles* de 0.80 mm en CG1030. Destaca la ausencia de *macrovoids* y *macrovoughs* de tamaños >1 mm, con únicamente presentes en CG1032 donde aparecen un macrovoid de 12 mm.

Además, este grupo tiene un outlier, la muestra CG1014, con la misma composición petrográfica pero con una textura mucho más fina que las demás muestras del grupo, con abundancia de la fracción fina <0.1 mm, predominando la inferior a 0.05 mm. La fracción gruesa supone un porcentaje <5%, formada por fragmentos de roca granítica de de hasta 0.5 mm. Además tiene la matriz rojiza debido a la post-cocción oxidante, lo que supone una diferencia tecnológica con el grupo.

- *Fábricas graníticas y metamórficas*

Dentro de este apartado se incluyen las muestras que presentan una composición granítica con aportaciones metamórficas y sedimentarias. Al contrario de la fábrica granítica, este grupo es mucho más heterogéneo, tanto en su composición pero sobre todo en sus características texturales.

Fábrica 2 (CG-2): Está formado por ocho muestras (CG1003, CG1008, CG1012, CG1016, CG1017, CG1018, CG1020 y CG1036) heterogéneas entre sí, con una composición principal basada en granito con aportaciones metamórficas y sedimentarias (Lám. 22).

Las principales inclusiones de este grupo lo forman el cuarzo, feldespato potásico, los fragmentos de roca granítica y mica, especialmente biotita. Se observa también plagioclasa o su alteración a sericita en cuatro individuos (CG1003, CG1016, CG1018 y CG1036) y moscovita solamente en dos (CG1008 y CG1018).

Junto con estas inclusiones, aparecen de forma mayoritaria aportaciones metamórficas y sedimentarias, sobre todo aquellas con alto contenido en cuarzo. Así, en seis muestras (CG1003, CG1008, CG1012, CG1016, CG1020 y CG1036) se han podido

observar fragmentos de *sandstone* con inclusiones de cuarzo y feldespato, que en ocasiones contienen también biotita (CG1003 y CG1020). Además, en tres muestras (CG1003, CG1008 y CG1012) se han podido observar otros tipos de roca sedimentaria como *mudstone*, de grano más fino.

Por otra parte, la aportación metamórfica que define este grupo está representada por la presencia de fillita como componente principal en todas las muestras, de inclusiones granoblásticas de cuarzo y feldespato y de cuarcita en cuatro de ellas (CG1012, CG1016, CG1018 y CG1036). Los esquistos también se han podido observar en cuatro muestras, como esquisto biotítico (CG1008, CG1018) o moscovítico (CG1003, CG1012, CG1018). La muestra CG1036 contiene inclusiones metamórficas lepidoblásticas de moscovita de forma accesoria y en CG1008 se identifican algunas inclusiones de metamorfismo polimórfico a base de cuarzo, moscovita y feldespato.

Una mención especial se requiere para la muestra CG1017, formada además de por cuarzo y feldespato, únicamente por rocas metamórficas, fillita y cuarcita y sedimentarias, *sandstone* y arcosa, con una matriz rica en hierro.

Respecto a los minerales accesorios, se observan anfíboles en tres muestras (CG1003, CG1016 y CG1020) y microgranitos con textura micrográfica (CG1016, CG1018) y esferulita (CG1020). En tres muestras se observan inclusiones accesorias calcáreas en forma de micrita en dos de ellas (CG1008 y CG1036) y calcita en CG1003. Además, se ha podido detectar calcita secundaria en la muestra CG1012.

A diferencia del grupo anterior, estas muestras presentan variedad cromática, de muestras grises (CG1016, CG1017 y CG1036), fruto de la post-cocción reductora, a anaranjadas por la oxidación (CG1008, CG1018 y CG1020), a muestras bicolor de negro a marrón (CG1003, CG1012). La actividad óptica de la matriz y los resultados mineralógicos indican que se trata de un grupo heterogéneo también en las temperaturas de cocción. Predominan las TCE altas, entre 950-1000º, en cuatro muestras, con la descomposición de los filosilicatos y la presencia de espinela. Por otro lado, dos individuos, CG1018 y CG1020 muestran ligeros picos de illita-moscovita, situando su temperatura entre los 900-950º. Otras dos muestras, CG1008 y CG1012 presentan solamente fases primarias de los minerales, indicando TCE no superiores a los 900º. Todos los individuos contienen altos picos de cuarzo y de feldespato potásico, en diferentes intensidades. CG1018 y CG136 presentan picos muy poco intensos de plagioclasa y de feldespato potásico, mientras que CG1017 y CG1020 carecen de picos

de plagioclasa a la vez que presentan intensidades muy bajas de feldespato potásico (Tabla 77).

Las diferencias texturales en este grupo son importantes. Las muestras presentan matriz gruesa bimodal y no calcárea, con diferencias granulométricas, de forma que la proporción de inclusiones metamórficas varía de dominante, como en CG1012, CG1017 o CG1018 a muestras con predominancia de las inclusiones graníticas sobre las metamórficas, como en CG1003, CG016, GCG1020 o CG036.

Predomina la fracción gruesa >0.20 mm y con algunas inclusiones superiores a 1 mm (CG1003, CG1012, CG1020) y con moda entre 0.25-0.30 mm. Los fragmentos de roca granítica y las aportaciones metamórficas alcanzan el mayor tamaño. Las inclusiones tienden a ser angulares o sub-angulares, o bien redondeadas o sub-redondeadas en el caso de las aportaciones metamórficas y sedimentarias. El *sorting* es entre bueno y moderado, con dos individuos de *sorting* pobre, CG1012 y CG1018.

La fracción fina, inferior a 0.1 mm, es entre común y escasa. Los individuos CG1016, CG1020 y CG1036, tienen la fracción fina dominante, con abundancia de granos <0.1 mm y su fracción gruesa es escasa, con un porcentaje estimado del 5-10% y moda de 0.10 mm.

Destaca la muestra CG1008, con una fracción mucho más fina y una frecuencia de inclusiones mucho más baja, del 5% y con fracción gruesa muy escasa. Sus inclusiones son <0.05 mm, a excepción de algunos fragmentos de roca granítica y metamórfica, que forman la fracción gruesa y llegan hasta los 0.4 mm, en formas sub-redondeadas y sub-angulares.

La porosidad, de estas muestras es también muy heterogénea, con individuos compactos como CG1008, CG1012, CG1016, CG1020 y CG1036 y otros más porosos como CG1003, CG1017 y CG1018. En CG1008 predominan los *microvoids* <0.05mm, con algunos *mesovoughs* y *mesovesicles* inferiores a 0.4 mm. Los demás individuos poco porosos se caracterizan por *mesovesicles* y *mesovoughs* inferiores a 0.2 mm en una frecuencia de c. 3%. Por otra parte, en las muestras que presentan mayor porosidad predominan también los *mesovoughs* y *mesovesicles* de <0.2 mm, pero con una frecuencia superior, de c. 10%. Únicamente en CG1018 se aprecian *macrovoids* superiores a 0.4 mm.

Fábrica 2.1 (CG-2.1): Dentro de este grupo granítico metamórfico se pueden agrupar tres muestras, CG1009, CG1010 y CG1011 que por sus similitudes forman un sub-grupo homogéneo (Lám. 22).

Estas muestras están compuestas de cuarzo, feldespato potásico, biotita, rocas metamórficas y sedimentarias. Las rocas metamórficas tienen mucha presencia, pudiéndose observar rocas granoblásticas o granolepidoblásticas de cuarzo, feldespato y biotita o moscovita, fillitas y esquistos de mica. Así mismo, también se observan inclusiones de rocas sedimentarias, *sandstone* de cuarzo entre completo y saturado, y *mudstone* silíceo. Como minerales accesorios hay micrita, moscovita y anfíboles verdes. Cabe mencionar la presencia de calcita secundaria en CG1011.

Este grupo tiene matriz no calcárea y bimodal, grisácea por la post-cocción reductora, con actividad óptica muy ligera. Las DRX muestran con picos de cuarzo, feldespato potásico, espinela de tipo hercinita y trazas de plagioclasa, evidencian la descomposición de los minerales primarios sitúan la TCE en >950º (Tabla 77).

El número de fragmentos de roca metamórfica en este sub-grupo es elevado de forma que es mayoritariamente dominante frente al granito. Su matriz es gruesa, con un *sorting* moderado de fracción >0.20 mm, con algunos fragmentos superiores llegando a 1.5 mm. Junto con estas inclusiones, es importante la presencia de la fracción fina que aparece de forma entre común y frecuente.

Fábrica 2.2 (CG-2.2): Otro sub-grupo lo forman las muestras CG1019 y CG1035. Su composición es muy similar pero sus principales semejanzas se encuentran en las características texturales (Lám. 23).

Estas dos muestras presentan inclusiones graníticas, con abundancia de cuarzo, feldespato potásico, biotita, sericita y fragmentos de roca granítica, junto con cuarcita y esquisto micáceo, y de fillita en la muestra CG1019. CG1019 contiene gran cantidad de hierro, observable en inclusiones rojizas ferruginosas. Se observan *sandstone*s de cuarzo saturado y otras de matriz marrón con inclusiones flotantes de cuarzo, feldespato, biotita y fillita. Como minerales accesorios se identifica plagioclasa, clorita e intercrecimientos de cuarzo en la muestra CG1019, así como moscovita en la muestra CG1035.

Es una fábrica muy gruesa con inclusiones superiores a los 2 mm que pueden llegar a los 8 mm, especialmente en los fragmentos de roca granítica y en la biotita. El *sorting* es pobre, por lo que predominan tanto las inclusiones de 0.30 mm como las más gruesas de 0.6 mm, también muy abundantes. Por otra parte, la fracción fina es escasa.

Tienen la matriz no calcárea, ligeramente inactiva, bimodal y rojiza por la post-cocción oxidante, con signos de cocción a <900º. Los resultados de DRX muestran picos de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y filosilicatos (Tabla 77).

Fábrica 2.3 (CG-2.3): Esta fábrica, integrada por las muestras CG1033 y CG1034 está formada sobre todo por inclusiones graníticas de cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasa, biotita, epidota y fragmentos de roca granítica (Lám. 23). Como minerales accesorios se observan micrita, algunas calcitas y algunos esquistos moscovíticos. Las inclusiones metamórficas están presentes pero de forma muy escasa. La principal característica de esta sub-fábrica es la abundancia de biotita gruesa.

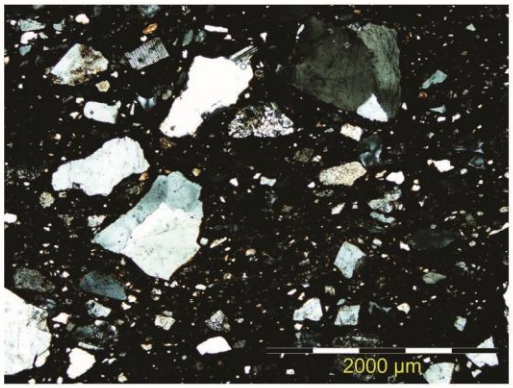
Texturalmente, son muestras con matriz no calcárea, bimodal, ópticamente inactivas y de coloración heterogénea con predominancia del marrón muy oscuro. Tiene un *sorting* pobre, con la fracción gruesa dominante, hasta 1 mm, algunas superiores hasta 4.8 mm, como la biotita que se observa en tamaños hasta 2.5 mm.

La DRX muestra picos de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, hercinita y trazas muy poco intensas de illita-moscovita, ya en descomposición muy avanzada, por lo que su TCE se podría situar entre los 900-1000º (Tabla 77).

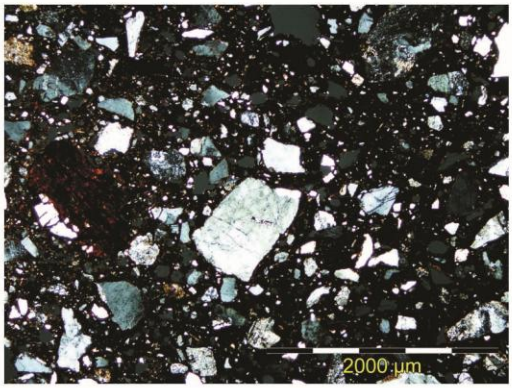
- *Muestras calcáreas*

Solamente tres de las muestras analizadas (CG1006, CG1007 y CG1037) presentan matrices calcáreas, finas, de diferentes tonalidades de marrón y con ligera actividad óptica (Lám. 24). Predomina la fracción fina con escasas inclusiones gruesas, no superiores a 0.2 mm en CG1006 y CG1007, ambas con *sorting* entre bueno y moderado. CG1007 presenta una frecuencia común de inclusiones, cuya moda es de 0.10 mm. CG1037 y CG1006 tienen un porcentaje de inclusiones menor, del 2%, pero que pueden llegar hasta 0.6 mm y con *sorting* pobre en CG1037.

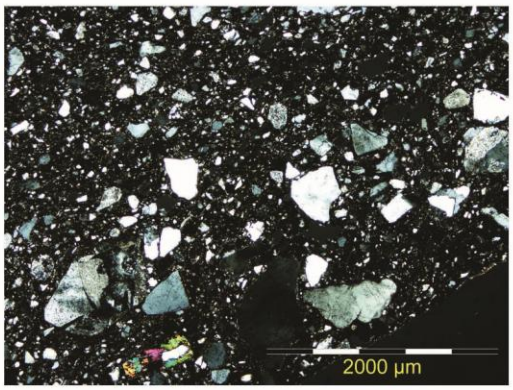
Las inclusiones identificadas son micrita, fillita y *sandstone*, en todos los casos. Además en la muestra CG1007 se observa cuarzo, feldespato potásico y biotita. CG1037 tiene como minerales accesorios biotita y moscovita. La TCE de estas muestras es heterogénea, aunque tiende a ser baja, siempre <950º, con la presencia de picos de illita-moscovita, menos intensos en CG1006 y CG1007 y más pronunciados en CG1037, individuo con cocción a menor temperatura. Se observa también cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y piroxenos del tipo clinoenstatita, así como calcita. Además, CG1007 y CG1037 presentan trazas de diopsido en fase secundaria.



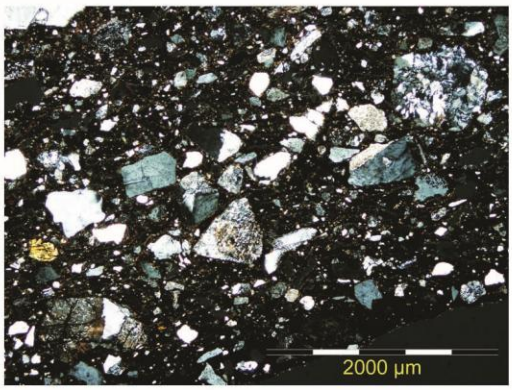
1A- CG1001 (40x, XPL)



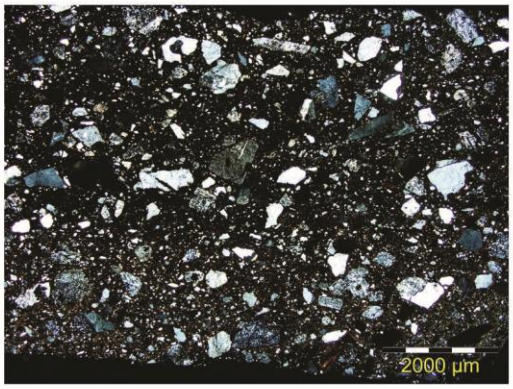
1B- CG1022 (40x, XPL)



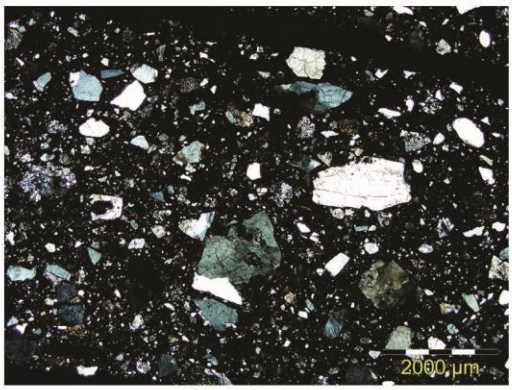
1C- CG1004 (40x, XPL)



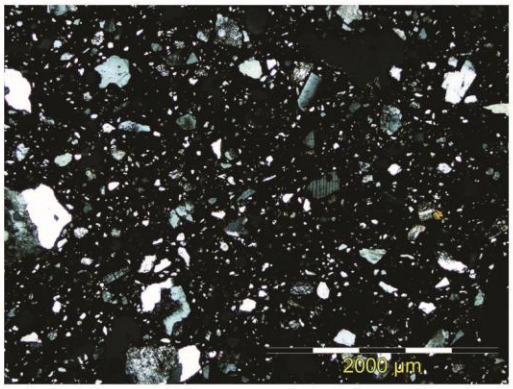
1D- CG1025 (40x, XPL)



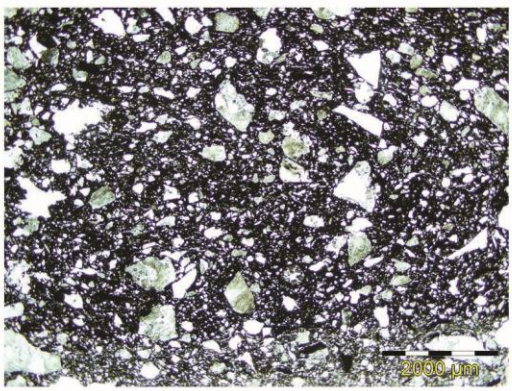
1E- CG1015 (20x, XPL)



1F- CG1026 (20x, XPL)

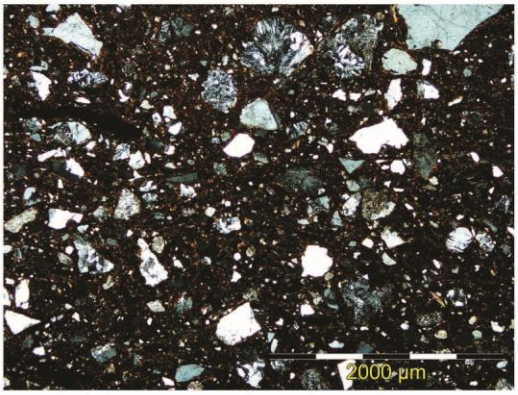


1G- CG1021 (40x, XPL)

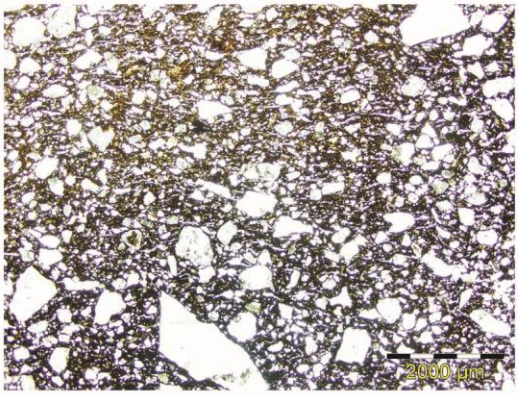


1H- CG1021 (20x, PPL)

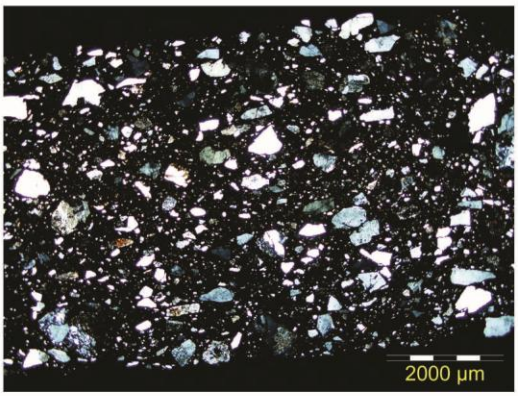
Lám. 20. Micro fotografías petrográficas del grupo granítico de Can Gambús 1



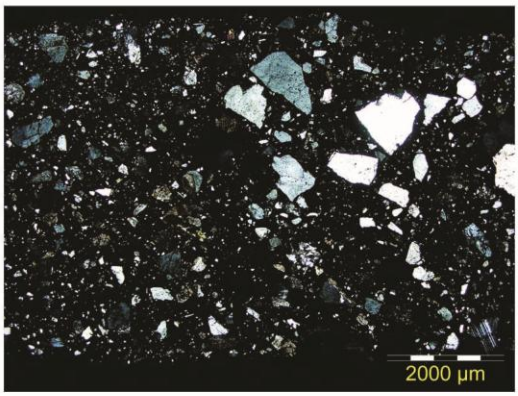
1A- CG1027 (40x, XPL)



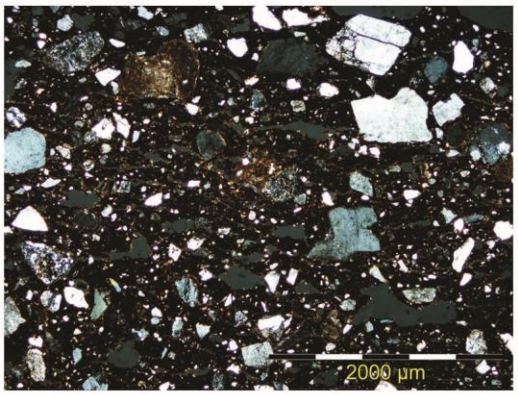
1B- CG1027 (20x, PPL)



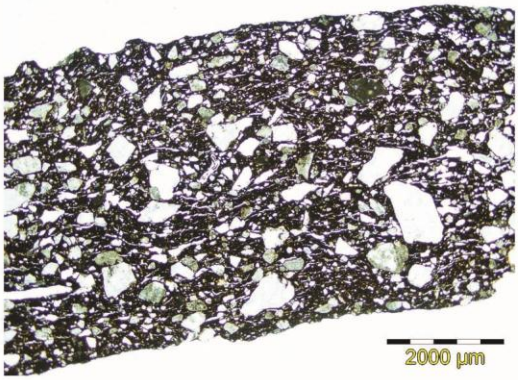
1C- CG1028 (20x, XPL)



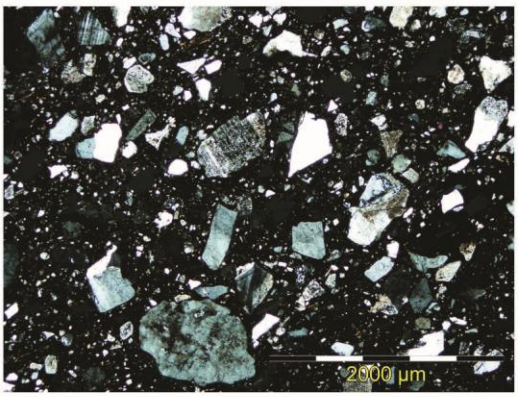
1D- CG1029 (20x, XPL)



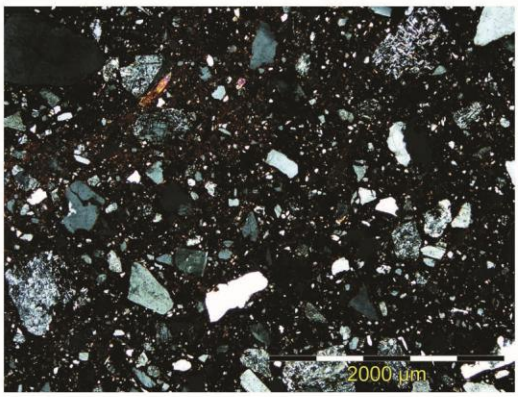
1E- CG1030 (40x, XPL)



1F- CG1030 (20x, PPL)

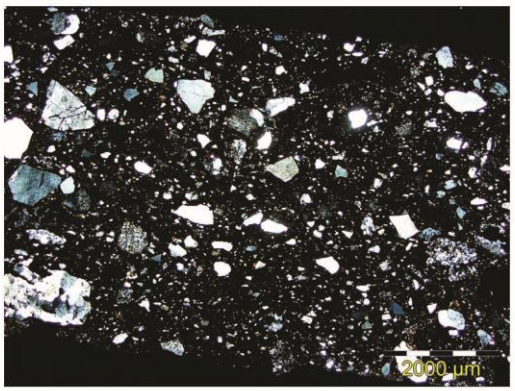


1G- CG1031 (40x, XPL)

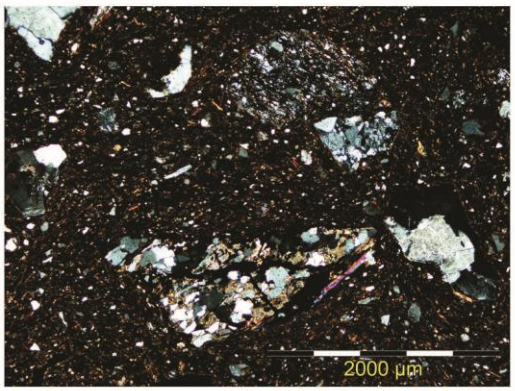


1H- CG1032 (40x, XPL)

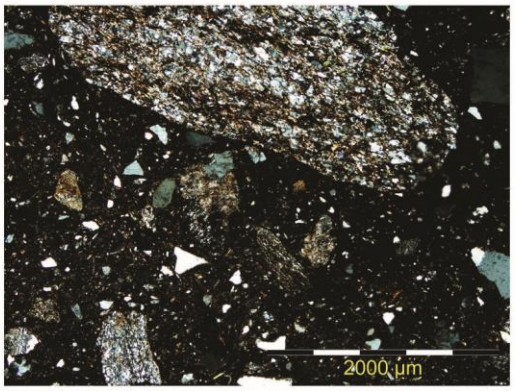
Lám. 21. Micro fotografías petrográficas del grupo granítico de Can Gambús 1



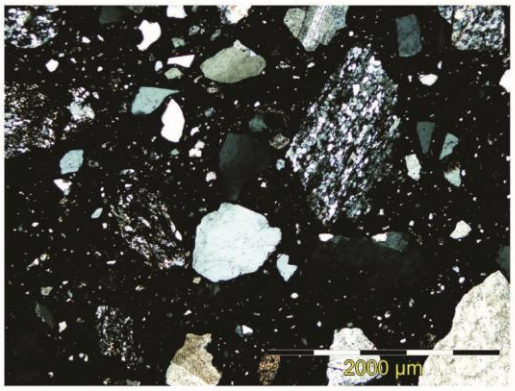
1A- CG1003 (20x, XPL)



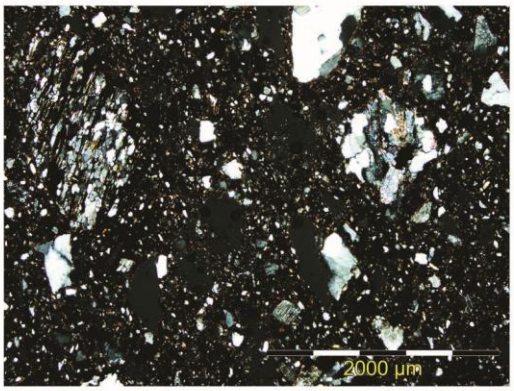
1B- CG1008 (40x, XPL)



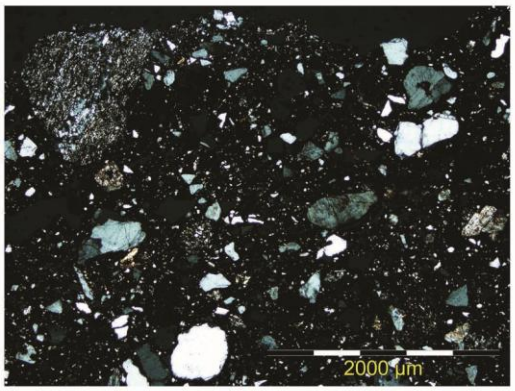
1C- CG1012 (40x, XPL)



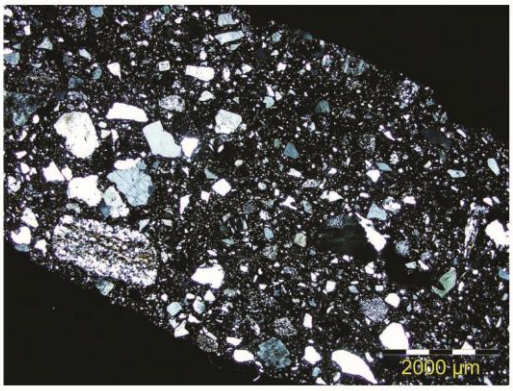
1D- CG1017 (40x, XPL)



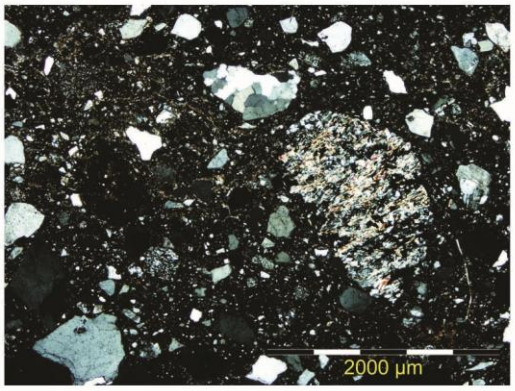
1E- CG1018 (40x, XPL)



1F- CG1009 (20x, XPL)

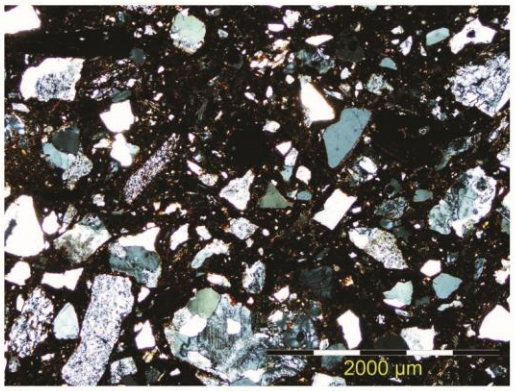


1G- CG1010 (20x, XPL)

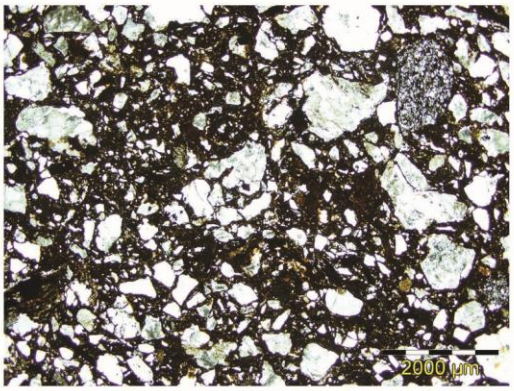


1H- CG1011 (40x, XPL)

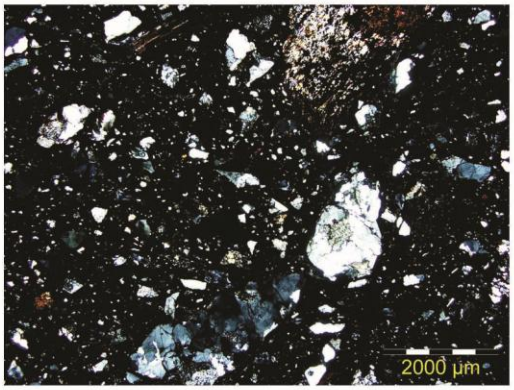
Lám. 22. Micro fotografías petrográficas de Can Gambús 1: 1A-1E, Grupo CG-2; 1F-1H, Grupo CG-2.1



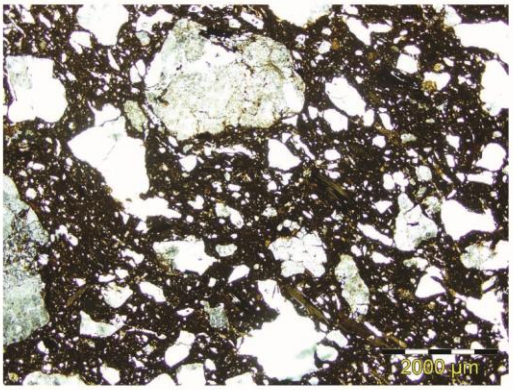
1A- CG1019 (40x, XPL)



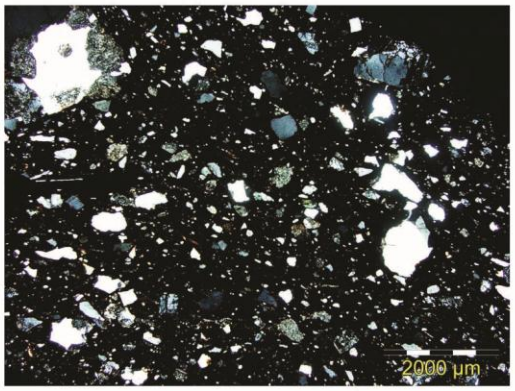
1B- CG1019 (20x, PPL)



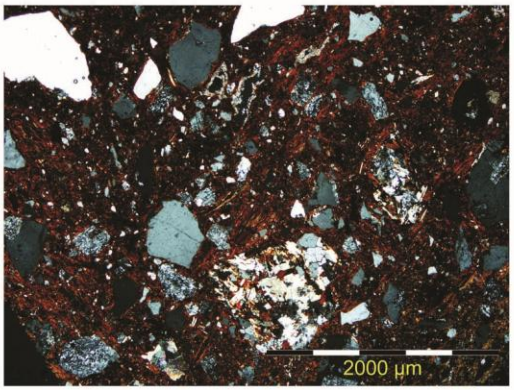
1C- CG1035 (20x, XPL)



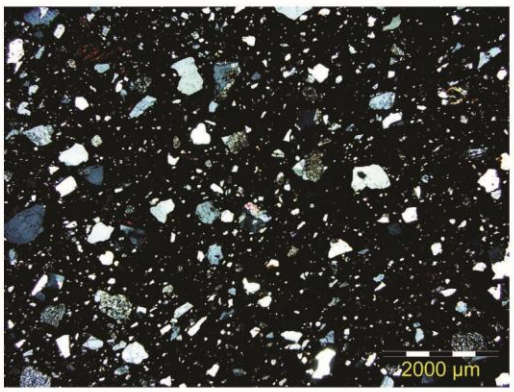
1D- CG1035 (20x, PPL)



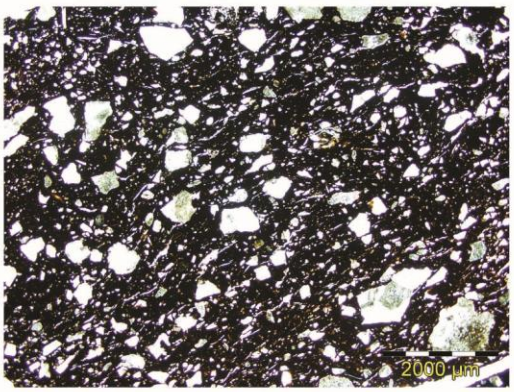
1E- CG1033 (20x, XPL)



1F- CG1033 (40x, XPL)

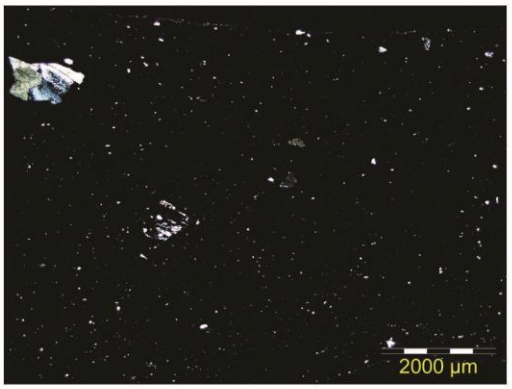


1G- CG1034 (20x, XPL)



1H- CG10134 (20x, PPL)

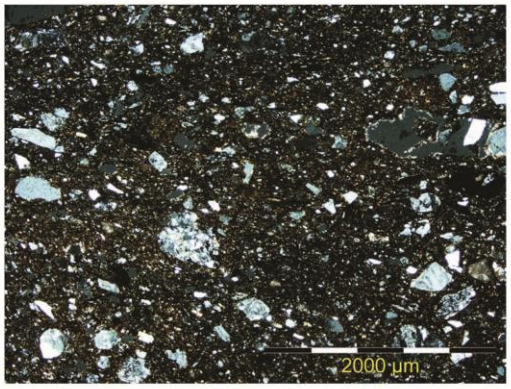
Lám. 23. Micro fotografías petrográficas de Can Gambús 1: 1A-1D, Grupo GCMicro fotografías petrográficas de Can Gambús 1: 1A-1D, Grupo CG-2.2; 1E-1H, Grupo CG-2.3



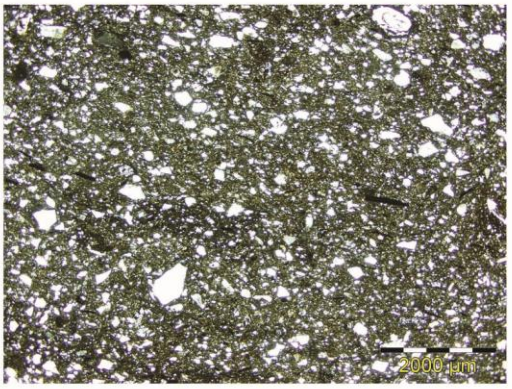
1A- CG1006 (20x, XPL)



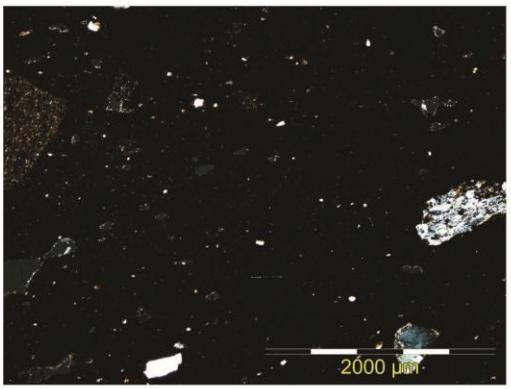
1B- CG1006 (20x, PPL)



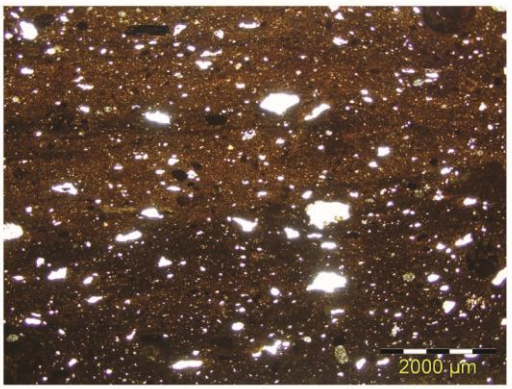
1C- CG1007 (40x, XPL)



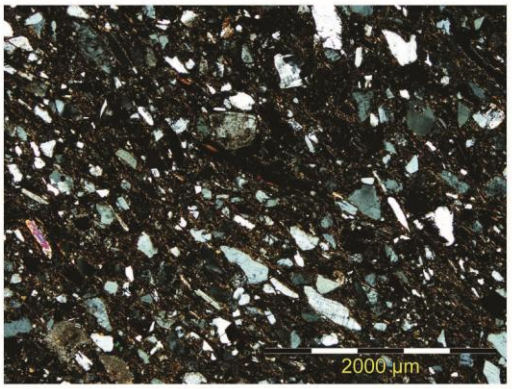
1D- CG1007 (20x, PPL)



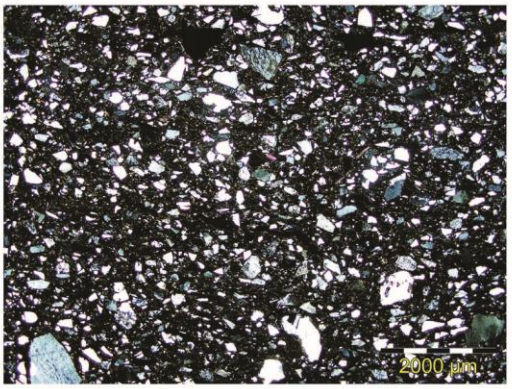
1E- CG1037 (20x, XPL)



1F- CG1033 (40x, PPL)



1G- CG1023 (40x, XPL)



1H- CG10123 (20x, PPL)

Lám. 24. Micro fotografías petrográficas de Can Gambús 1: 1A-1D, Grupo Calcáreo; 1E-1H, Loners

- *Muestras calcáreas*

Solamente tres de las muestras analizadas (CG1006, CG1007 y CG1037) presentan matrices calcáreas, finas, de diferentes tonalidades de marrón y con ligera actividad óptica (Lám. 24). Predomina la fracción fina con escasas inclusiones gruesas, no superiores a 0.2 mm en CG1006 y CG1007, ambas con *sorting* entre bueno y moderado. CG1007 presenta una frecuencia común de inclusiones, cuya moda es de 0.10 mm. CG1037 y CG1006 tienen un porcentaje de inclusiones menor, del 2%, pero que pueden llegar hasta 0.6 mm y con *sorting* pobre en CG1037.

Las inclusiones identificadas son micrita, fillita y *sandstone*, en todos los casos. Además en la muestra CG1007 se observa cuarzo, feldespato potásico y biotita. CG1037 tiene como minerales accesorios biotita y moscovita. La TCE de estas muestras es heterogénea, aunque tiende a ser baja, siempre <950º, con la presencia de picos de illita-moscovita, menos intensos en CG1006 y CG1007 y más pronunciados en CG1037, individuo con cocción a menor temperatura. Se observa también cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y piroxenos del tipo clinoenstatita, así como calcita. Además, CG1007 y CG1037 presentan trazas de diopsido en fase secundaria (Tabla 77).

- *Loners*

En todo el conjunto hay dos muestras que por su composición y textura no pueden incluirse en ninguno de los grupos anteriores, por lo que se han considerados dos loners (Lám. 24).

La muestra CG1005 presenta una matriz muy fina y oxidante, de coloración anaranjada, con muy pocas inclusiones, principalmente cuarzo, *mudstone*, biotita y moscovita, con pocos feldespatos alcalinos y algunas concentraciones texturales que se han identificado como chamota, de coloración más oscura dentro de los mismos tonos oxidados. La matriz es no calcárea, bimodal, ópticamente inactiva y con *sorting* pobre. Su TCE es alta, entre los 950-1000º, con picos de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, espinela, piroxenos y hematites, observables en el difractograma.

El otro loner, CG1023, tiene matriz micácea, no calcárea, ópticamente activa y de color marrón por la oxidación. La fracción gruesa es predominante y de *sorting* bueno, con inclusiones de cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasa, moscovita y biotita, inferiores a 0.50 mm y con una moda de 0.15 mm. La DRX sitúa su TCE entre los 850-

950º, por tanto, baja cocción (Tabla 77). Se pueden observar picos de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, e illita-moscovita.

6.1.1.2. Análisis químicos

El análisis químico de los 34 individuos mediante Fluorescencia de Rayos X (FRX) permitió determinar las concentraciones de 25 elementos químicos: Fe_2O_3, Al_2O_3, MnO, P_2O_5, TiO_2, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, SiO_2, Ba, Ce, Cr, Cu, Ga, Nb, Ni, Rb, Pb, Sr, Th, V, Y, Zn y Zr, incluyéndose así los elementos mayores, menores y las trazas. Estos datos crudos, utilizados en esta exploración, junto con la LOI, se pueden ver en la Tabla 10 del anexo. Así mismo, se encuentra en la Tabla 11 el resumen estadístico de este conjunto.

El primer paso en el tratamiento estadístico de los resultados pasa por realizar la matriz de variación composicional (Tabla 13), que para esta subcomposición resulta una vt=2.00, poniendo de manifiesto que se trata de un conjunto poligénico. La mayor variabilidad viene dada por CaO ($\tau_{.CaO}$=9.72), P_2O_5 ($\tau_{.P2O5}$=9.60), Cu ($\tau_{.Cu}$=8.45), Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=8.44) y Ni ($\tau_{.Ni}$=5.67), mientras que los elementos más estables son Ga ($\tau_{.Ga}$=2.14), Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=2.25) y TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=2.25).

En una siguiente exploración se han excluido P_2O_5 y Pb, a causa de sus posibles contaminaciones, quedando así una subcomposición de 23 elementos, Fe_2O_3, Al_2O_3, MnO, TiO_2, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, SiO_2, Ba, Ce, Cr, Cu, Ga, Nb, Ni, Rb, Sr, Th, V, Y, Zn y Zr. Con esta subcomposición (Tabla 14), se obtiene una vt= 1.60, donde los elementos con mayor variación continúan siendo CaO ($\tau_{.CaO}$=8.92), Cu ($\tau_{.Cu}$=7.63), Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=7.46) y Ni ($\tau_{.Ni}$=4.95), mientras que los más estables son Ga ($\tau_{.Ga}$=1.73), Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=1.74) y TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=1.78), por lo que Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=1.83) pierde estabilidad. A pesar de que la variación ha disminuido en todos los elementos, los valores de los elementos que presentan una mayor variación son muy elevados. Esto, junto con la vt resultante siguen reafirmando la presencia de un conjunto poligénico con gran variabilidad.

El conjunto presenta 28 muestras no calcáreas, cuatro *border calcareous* (entre 3.00 y 4.99%) y tres calcáreas (>5.00%). Estos resultados junto con la alta variabilidad de CaO, elemento menos estable de todo el conjunto, lleva a una nueva exploración de los resultados excluyéndolo este elemento y quedando, por tanto, una subconposición de 22 elementos: Fe_2O_3, Al_2O_3, MnO, TiO_2, MgO, Na_2O, K_2O, SiO_2, Ba, Ce, Cr, Cu, Ga,

Nb, Ni, Rb, Sr, Th, V, Y, Zn y Zr. En esta ocasión, la matriz de variación composicional (Tabla 15) resulta una vt=1.27, con las mayores aportaciones a la variación de Cu ($\tau_{.Cu}$=7.08), Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=6.75) y Ni ($\tau_{.Ni}$=4.45). Los siguientes valores más altos en variabilidad, Ba ($\tau_{.Ba}$=2.82) y Cr ($\tau_{.Cr}$=2.81), suponen una gran distancia respecto a los tres primeros, siendo ambos menos de la mitad de la variación del elemento con mayor variabilidad, Cu e incluso menos de una tercera parte del valor de Ni, por lo que se refleja que los tres primeros elementos acumulan con diferencia la mayor parte de la variabilidad. Por otra parte, los elementos más estables continúan siendo Ga ($\tau_{.Ga}$=1.38), Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=1.39) y TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=1.39).

Con esta subcomposición de 22 elementos, se ha realizado en dendrograma (Fig. 54), a partir de los datos transformados en logaritmos de razón, utilizando el Ga como divisor, al ser el elemento más estable. Para este dendrograma, se ha seguido el método del centroide y la distancia euclídea al cuadrado. Si observamos el dendrograma, se pueden distinguir dos grandes clusters, otros tres clusters más pequeños y dos muestras aisladas, cuyas medias y desviaciones estándar se encuentran en la Tabla 12.

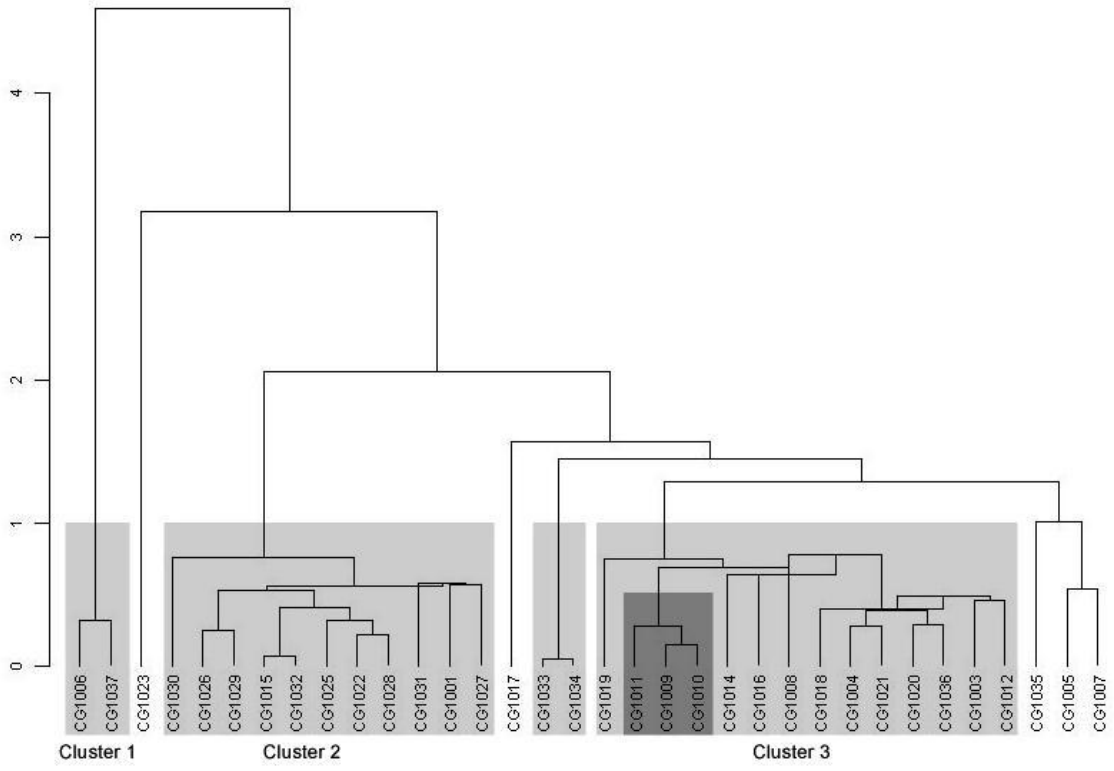


Fig. 55. Dendrograma de Can Gambús 1 con distancia euclídea cuadrada y método del centroide

En primer lugar, aparece un pequeño cluster (Cluster 1) formado por CG1006 y CG1037, caracterizado por tratarse de muestras calcáreas (7.67 y 10.7%

respectivamente), alto porcentaje en MgO >3.28%, elevadas proporciones de Sr (>176 ppm) y en Zn (>135 ppm) y bajo contenido en SiO_2 (53.88 y 50.16% respectivamente). Se trata de las muestras que presentan mayores diferencias respecto al conjunto total de los individuos y que aportan mayor número de valores extremos en su composición.

El primer cluster (Cluster 2), está integrado por 11 individuos, de CG1030 a CG1027. Se caracteriza por alto contenido en Na_2O (m=1.817%) y baja proporción de Fe_2O (m=4.864%), Cr (m=28,6 ppm) y Cu (=6.6 ppm). Los valores son muy similares en todos los individuos del conjunto, con solamente CG1030 con valores ligeramente diferentes, alto valor en CaO (=3.52%) convirtiéndolo en *border calcareous* y bajo contenido en MnO (=0.03%), MgO (=0.83%), Ce (=55.9 ppm), Y (=16.6 ppm) y Zn (=52.4 ppm).

El otro gran cluster (Cluster 3) está formado por 14 individuos, de CG1019 a CG1012. Este grupo presenta valores dispares y más extremos dentro del conjunto. Destaca el alto contenido en SiO_2 (m=68.17%) y bajo en Ba (m=687.5 ppm) y en Sr (m=94.4 ppm). Cabe destacar cierta correlación entre las muestras CG1009, CG1010 y CG1011, que además, tienen en común bajos niveles de Fe_2O_3 (<4.20 %).

Junto a éstos, se pueden observar otros dos clusters de menor tamaño. Un cluster está formado por CG1033 y CG1034, con valores muy similares en todos sus componentes, indicando una acentuada homogeneidad. El otro cluster se sitúa en el extremo derecho del árbol, integrado por CG1035, CG1005 y CG1007 y en este caso, sus valores son muy dispares entre sí, viéndose poca relación entre

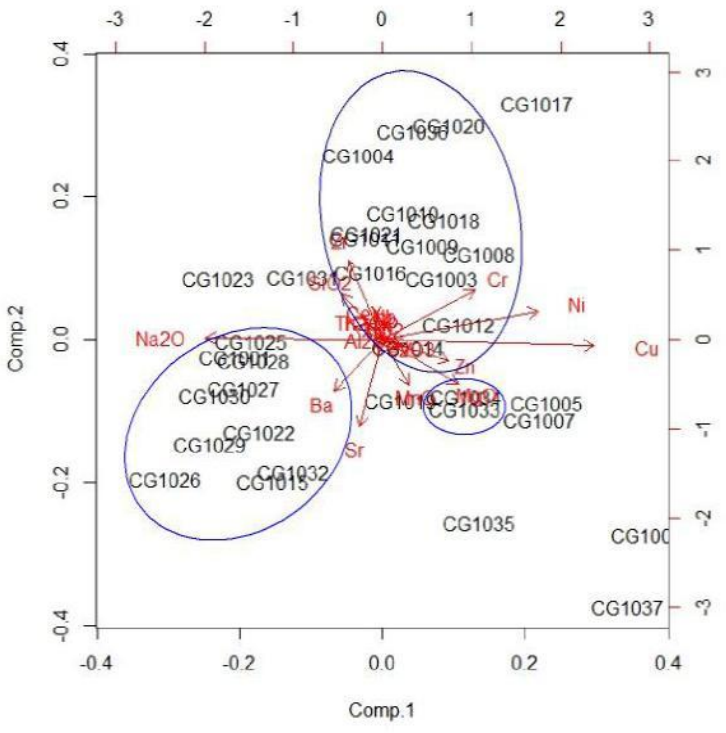


Fig. 56. Gráfico del análisis de componentes principales de Can Gambús 1

ellos. Destaca, por ejemplo, alto contenido en Fe_2O_3 (=7.98%), K_2O (=4.02%) y Al_2O_3 (=21.25%) de CG1005 o bien en CaO de CG1007 (=6.94%), muestra calcárea y en CG1035 (=3.52%), *border calcareous*.

En una segunda fase, se ha llevado a cabo un análisis de componentes principales (PCA), utilizando la misma subcomposición anteriormente citada de 21 elementos. El gráfico resultante muestra el componente 1 (Comp 1) y 2 (Comp 2), acumulando por tanto el 67.79% de la variación. El componente 1 supone el 55.45% de la variación y principalmente está formado por Cu, Ni, Cr, MgO y Zn, con una sd=0.861. El componente 2 engloba el 12.34% de la variación, con una sd=0.406, integrada sobre todo por Zr, Cr, SiO_2, Ce y Ni. En el gráfico resultante se puede ver una tendencia de separación de los dos clusters del dendrograma. El cluster 2 se halla situado en Comp 1 entre -0.4 y 0.0 y Comp 2 entre -0.2 y 0.0. El cluster 3 se agrupa en Comp 1 entre 0.0 y 0.2 y Comp 2 entre 0.0 y 0.4. Además, la agrupación de CG1033 y CG1034 se encuentran casi solapadas en Comp 1 entre 0.0 y 0.2 y Comp 2 entre -0.2 y 0.0. Respecto a los componentes, se denota cierta tendencia a la proximidad entre ellos, desmarcándose Na_2O, Ni y Cu, en Comp 2=0.0, el primero en Comp 1 entre -0.4 y -0.2, Ni en Comp 1=0.2 y Cu en Comp 1=0.4.

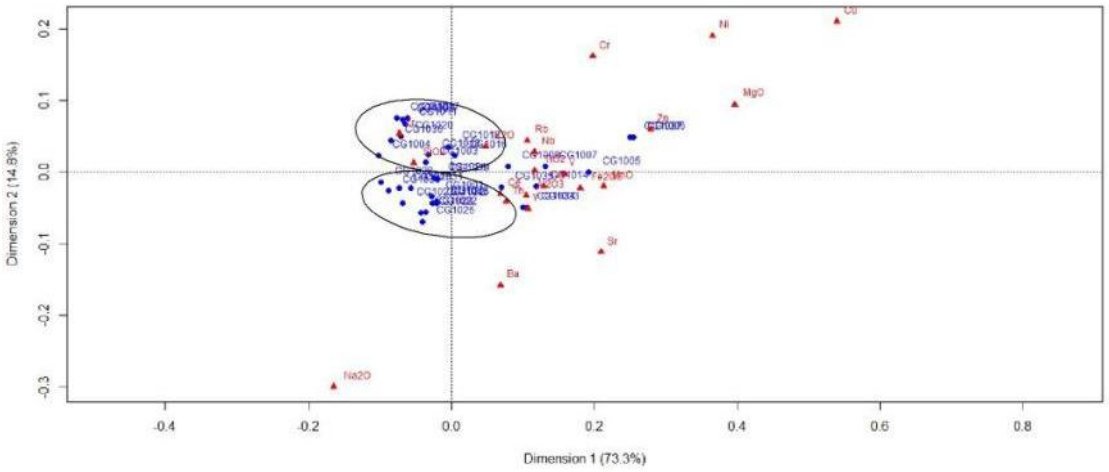


Fig. 57. Gráfico del análisis de correspondencias de Can Gambús 1

Seguidamente, el análisis de correspondencias realizado con los *eigenvalues* 1 (=73.3%) y 2 (=14.8%), representa el 88.1% de la variación del conjunto. En este diagrama se aprecia una tendencia a la aglomeración de individuos, mientras que los componentes aparecen dispersos en el gráfico, e incluso alejados de esta aglomeración de muestras. A pesar de ello, hay una ligera tendencia a la agrupación del cluster 3 por encima del eje, en dimensión 2 entre 0.0 y 0.1, mientras que por debajo de éste, entre

dimensión 2 -0.1 y 0.0 se sitúa el cluster 2. Como se mencionaba, la principal dispersión se encuentra en los componentes, destacando Cu, que se encuentra en dimensión 1=0.6 y dimensión 2=0.2, seguido de Ni y MgO, ambos en dimensión 1=0.4 y dimensión 2=0.1 en MgO y 0.1 Ni. También puede mencionarse Na2O, en dimensión 1 próximo a -0.2 y dimensión 2 en -0.3.

Finalmente, se ha testado la homogeneidad del conjunto con un remuestreo de *bootstrap* aplicado a análisis jerárquicos, utilizando el método del centroide y la distancia euclídea. Se ha aplicado un nivel de confianza α=0.95, obteniéndose como resultado cuatro grupos o clusters, donde en cada uno de ellos α= >0.95. En primer lugar, un pequeño conjunto formado por CG1006 y CG1037, cuyo p-valor[43] au=98. Este conjunto corresponde con el Cluster 1 del dendrograma, de muestras calcáreas. El segundo conjunto está integrado por CG1033 y CG1034, con un p-valor=100, por lo que ambas muestras serían completamente homogéneas composicionalmente. El tercer grupo está compuesto por 14 individuos, de CG1019 a CG1036, cuyo p-valor es 95 y coincide con el Cluster 3. El último conjunto está formado por una de las ramas del cluster que contiene seis individuos, de CG1015 a CG1028, con p-valor au=96. Estos seis individuos están contenidos dentro del Cluster 2 pero éste a su vez, incluye otros cinco individuos que forman la otra rama del remuestreo, no considerada homogénea a causa de su p-valor au inferior al nivel de confianza α (au=68).

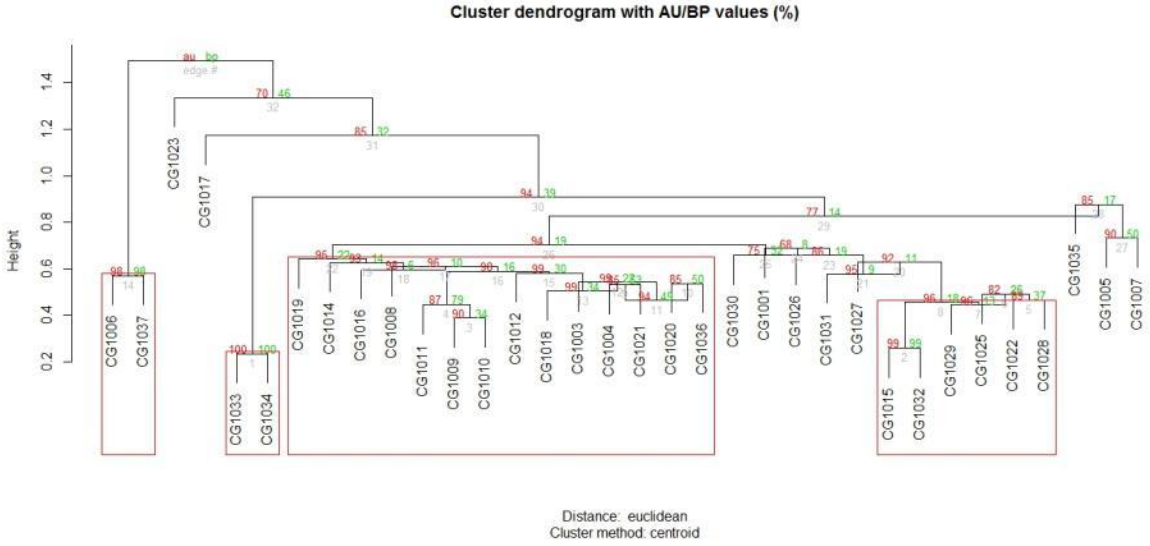


Fig. 58. Dendrograma de remuestreo de bootstrap con distancia euclídea, método del centroide y 0.95 de confianza, con los valores au en rojo

[43] Para el análisis de *bootstrap* de éste y los siguientes yacimientos, aparecen dos valores, *au* o aproximadamente insesgado y *bp* o probabilidad de *bootstrap*. Debido a su mayor precisión, se tiene en cuenta el valor *au*, ya que *bp* tiene tendencia a ser un valor sesgado.

De esta forma, se evidencia que se trata de un conjunto poligénico donde se pueden establecer al menos cuatro grupos distintos con cierta homogeneidad cada uno de ellos y una serie de individuos independientes que no pueden englobarse en los grupos definidos pero que pueden tener más o menos relación con el resto del conjunto.

6.1.1.3. Integración de los resultados

En este yacimiento la integración de los resultados de los análisis químicos y la observación petrográfica coincide únicamente de forma parcial.

Al inicio del dendrograma se encuentra el cluster 1, formado por dos de los tres individuos calcáreos, CG1006 y CG1037. Petrográficamente estos dos individuos presentan más similitudes entre sí que con CG1007, la tercera muestra calcárea que se encuentra al final del dendrograma, muy separada de estas dos. Como se ha mencionado en el apartado 6.1.1, CG1007 contiene inclusiones graníticas, ausentes en CG1006 y CG1037. La composición química entre este cluster 1 y CG1007 presenta también notables diferencias, algunas de las más notables serían Fe_2O_3 (m_{cl1}=6.86% respecto a 5.76% de CG1007)[44], SiO_2 (m_{cl1}=52.02% respecto a 56.39% de CG1007), Al_2O_3 (m_{cl1}=19.10% respecto a 18.51% de CG1007), MgO (m_{cl1}=3.31% respecto a 2.40% de CG1007), Na_2O (m_{cl1}=0.41% respecto a 0.98% de CG1007), Ba (m_{cl1}=963.5 ppm respecto a 705.5 ppm de CG1007).

El cluster 2 está íntegramente formado por individuos del grupo petrográfico granítico CG-1. Se distinguen algunas particularidades dentro de este grupo como alto contenido en Na_2O (m_{cl2}=1.82% respecto a m_{total}=1.26%), y Ba (m_{cl2}=952.8 ppm respecto a m_{total}=814.5 ppm), a causa de la presencia de plagioclasa y feldespatos en las inclusiones graníticas (Goldschmidt, 1958), y bajo en Fe_2O_3 (m_{cl2}=4.86% respecto a m_{total}=5.76%), MnO (m_{cl2}=0.06% respecto a m_{total}=0.65%), CaO (m_{cl2}=1.95% respecto a m_{total}=2.42%), Cr (m_{cl2}=28.5 ppm respecto a m_{total}=45.6 ppm), Cu (m_{cl2}=6.6 ppm respecto a m_{total}=14.4 ppm), Ni (m_{cl2}=10.2 ppm respecto a m_{total}=19.0 ppm) y Zn (m_{cl2}=65.4 ppm respecto a m_{total}=87.7 ppm).

Tras el cluster 2 se inicia una serie de muestras heterogéneas tanto química como petrográficamente. En primer lugar, aparece CG1017 como outlier químico, perteneciente al grupo metamórfico CG-2. Sin relación con éste se encuentra el sub-

[44] Para diferenciar m total de la referencia a m de cada cluster, se utilizará m con el subíndice cl (=cluster) seguido del número de cluster al que se aluda.

cluster formado por la fábrica petrográfica CG-2.3, de forma homogénea y coherente que se separan de cluster 3. Uno de los rasgos composicionales más característicos de CG-2.3 es el bajo contenido en Rb (m=99.8 ppm) y alto en Ba (m=1173.9 ppm).

Seguidamente en el árbol se encuentra el cluster 3, que a pesar de que está integrado mayoritariamente por individuos metamórficos, incluye también tres piezas graníticas, CG1004 y CG1021, del grupo CG-1 y CG1014, outlier granítico. La exploración de los datos indica notables diferencias entre estas tres muestras del resto del conjunto CG-1, agrupado en el cluster 2. Se observa en CG1014 niveles superiores de Fe_2O_3 (=7.05% respecto a m_{cl1}=4.86%), TiO_2 (=0.90% respecto a m_{cl1}=0.61%), CaO (=3.93% respecto a m_{cl1}=1.95%), Al2O3 (=18.39% respecto a m_{cl1}=16.26%), inferiores en SiO_2 (=58.7% respecto a m_{cl1}=65.29%) y altos en todos los elementos traza, exceptuando Ba.

Por el contrario, las diferencias de CG1004 y CG1021 respecto al cluster 2 son menos significativas pero destaca el alto contenido en SiO_2, donde en el cluster 2 m=65.29%, mientras que en CG1004=71.73% y CG1021=68.84% y bajo en Na_2O, con m=1.81 en el cluster 2 y CG1004=1.41% y CG1021=1.49% y algunos elementos traza como bajo en Ba (m_{cl1}=953 ppm, CG1004=656 ppm, CG1021=664 ppm) y alto en Ce (m_{cl1}=74 ppm, CG1004=82 ppm, CG1021=87 ppm), Cr (m_{cl1}=29 ppm, CG1004=52 ppm, CG1021=50 ppm), Cu (m_{cl1}=6.6 ppm, CG1004=10.2 ppm, CG1021=10.9 ppm), Y (m_{cl1}=26 ppm, CG1004=38 ppm, CG1021=32 ppm) y Zr (m_{cl1}=168 ppm, CG1004=273 ppm, CG1021=272 ppm). A pesar de que petrográficamente son dos individuos graníticos, con tal composición, cabe recordar la diferencia textural de estas muestras, con una predominancia de la fracción fina muy superior a los demás individuos de CG-1 y que se encuentran en el cluster 2.

El resto del cluster 3 está integrado por los individuos petrográficamente metamórficos de CG-2. El sub-grupo CG-2.1, dentro de este cluster, destaca por formar una agrupación entre sí con coherencia petrográfica y química, que, como se ha mencionado, se caracteriza por bajo contenido en Fe_2O_3 en relación con el total del cluster. Por otra parte, CG-2.2 no presenta coherencia química, con un individuo al inicio de este cluster, CG1019, mientras que CG1035 se encuentra al final del dendrograma ya fuera del cluster. A pesar de las similitudes en composición y sobre todo en textura, con un claro predominio de la fracción gruesa y muy gruesa, químicamente no se relacionan, con notables diferencias entre ellas, como por ejemplo, en el contenido de SiO_2 (CG1019=65.97% y CG1035=62.11%), Al_2O_3

(CG1019=16.73% y CG1035=19.05%), Ba (CG1019=1020 ppm y CG1035=848 ppm), Ce (CG1019=73.1 ppm y CG1035=62.9 ppm), Cr (CG1019=55.9 ppm y CG1035=38 ppm) y Cu (CG1019= 15 ppm y CG1035=32.4 ppm).

Respecto a los loners petrográficos, CG1023 coincide como loner químico al situarse de forma aislada entre el cluster 1 y el cluster 2, con el mayor contenido de Rb del conjunto total (=172 ppm) y el menor en V (=61 ppm). Por su parte, CG1005 se encuentra al final del dendrograma, formando un sub-cluster con la pieza calcárea CG1007 con la que aún así presenta notables diferencias y caracterizada por tener los contenidos más altos en Fe_2O_3 (=7.95%), K_2O (=4.02%) y Al_2O_3 (=21.25%), lo que se puede relacionar con la cocción oxidante y con el hecho de que sus escasas inclusiones sean principalmente feldespato potásico.

Los resultados arqueométricos inducen a pensar en una proveniencia local o regional de las cerámicas analizadas (Riutort et al., 2017). En las proximidades del yacimiento, en un radio de 9 km, tal y como Arnold (Arnold, 1988) establece como zona probable de recogida de materias primeras, se encuentran diversos depósitos geológicos que coinciden con los resultados arqueométricos (Fig. 4,5). El yacimiento se sitúa en un estrato cuaternario limítrofe a una zona sedimentaria de arcilla, *sandstone*s y conglomerados que se extiende hacia el este y el oeste dentro del perímetro establecido. Por otro lado, hacia el norte, en la parte occidental de la población de Castellar del Vallès, se encuentra un depósito granítico y granodiorítico y otro de pizarras y fillitas metamórficas. En el borde oriental de esta población se encuentra nuevamente una brecha granítica y granodiorítica y una zona de *sandstone*s silíceas y arcillas. Esta zona está surcada por el río Ripoll que transcurre cerca del yacimiento y, por tanto, debe considerarse el arrastre de estos materiales acercándolos al asentamiento estudiado, así como materiales de estratos geológicos más alejados pero que también son cruzados por el mismo curso fluvial. En este sentido, más al norte de los depósitos limítrofes con Castellar del Vallès, se encuentra una zona calcárea micrítica, que podría relacionarse con las tres muestras calcáreas del yacimiento, seguido por una zona de arcillas, *sandstone*s y dolomías calcáreas. Tras estos estratos se encuentra una gran zona de conglomerados sedimentarios donde aflora una brecha de cuarcitas y esquistos. Finalmente, ya en el límite del radio establecido hacia el sur se encuentra el inicio de una región metamórfica de pizarras micáceas, fillitas y metamórficas de contacto.

Se pueden establecer ciertas relaciones entre las fábricas arqueométricas descritas y las formas cerámicas. En este yacimiento se han analizado diferentes tipos de

cerámica susceptibles de hallarse en el espacio de la cocina, predominando las ollas pero también cazuelas, jarras, morteros, boles y barreños, de cocción reductora y post cocción tanto oxidante como reductora.

En primer lugar, se puede ver cómo las tres muestras calcáreas corresponden a piezas accesorias de la cocina, no utilizadas para ir directamente al fuego, en este caso, una jarra, un plato y un mortero, todos ellos de cocción reductora/ oxidante con una coloración exterior clara, entre anaranjada y marrón.

Los individuos graníticos, tanto los del cluster 2 como las dos piezas graníticas integradas en el cluster 3 son ollas de cocción y post-cocción reductora, con coloraciones oscuras entre gris y negro, incluyendo seis piezas con decoración lineal incisa a peine (CG1025, CG1026, CG1028, CG1029, CG1030, CG1031). Solamente CG1026 presenta tonalidades más claras que podrían indicar una cocción irregular combinando las dos técnicas en una misma pieza y aportándole una coloración heterogénea. Por otra parte, el outlier granítico CG1014 corresponde a una jarra de post-cocción oxidante y tonos anaranjados y, por tanto, se trata de una pieza completamente distinta de las que monopolizan en grupo granítico.

El grupo metamórfico es tipológicamente más heterogéneo que el granítico. Predominan las ollas grises o negras de cocción y post-cocción reductora (n=6) pero también se encuentra un mortero con esta misma cocción (CG1018) y un bol de post-cocción oxidante (CG1008). Por su parte, el grupo CG-2.1 es también homogéneo en el aspecto tipológico, identificándose en tres ollas negras de cocción y post-cocción reductora. También homogéneo es CG-2.3, integrado por las dos cazuelas, de cocción irregular, donde predomina la coloración negra de la reducción con zonas anaranjadas por efecto de la oxidación.

Los dos individuos de CG-2.2 corresponden a los dos barreños entre marrón y beige por la post-cocción oxidante. Cabe destacar que CG1019, además, consta de decoración lineal pintada de color negro.

Finalmente, los dos loners corresponden a una jarra marrón de post-cocción oxidante, CG1005 y a una olla también de post-cocción oxidante, CG1023.

6.1.2. Horts de Can Torras

En este yacimiento se han seleccionado y estudiado 23 individuos de cerámica de cocina. Todas las muestras se han analizado químicamente por fluorescencia de rayos X, tanto para su composición de mayores como de trazas, mineralógicamente con difracción de rayos X y láminas delgadas para su observación petrográfica en el microscopio óptico. La síntesis de las fábricas se puede ver en la tabla 76.

6.1.2.1. Petrografía y mineralogía

Los individuos de este yacimiento presentan en común una composición principal granítica, que forman dos grandes grupos petrográficos. Al igual que en el yacimiento anterior, se distingue un gran grupo petrográfico granítico y otro menor con aportaciones metamórficas y sedimentarias.

Se trata de un conjunto muy homogéneo integrado en su mayoría en el grupo granítico, con diferencias mineralógicas bajas pero con disparidad textural. Por otra parte, el grupo con aportaciones metamórficas es muy pequeño en número y presenta más heterogeneidad. Finalmente, se aprecian dos individuos que no se pueden clasificar en ninguno de estos dos grupos y que se consideran loners.

- *Fábricas graníticas*

Fábrica 1 (HCT-1): Casi todas las muestras de este yacimiento se engloban en este grupo, con un total de 17 individuos, HCT01, HCT03, HCT04, HCT06, HCT07, HCT08, HCT09, HCT10, HCT11, HCT12, HCT13, HCT14, HCT15, HCT18, HCT19, HCT20, HCT23 (Lám. 25).

La principal característica es su composición granítica, con altas aportaciones de cuarzo, feldespato potásico y biotita, que aparecen tanto como minerales como combinados formando fragmentos de roca granítica. También la plagioclasa y su alteración a sericita, pueden observarse también en todas las muestras, excepto en HCT14. Las aportaciones graníticas forman la fracción gruesa y predominante en estas muestras, llegando a >1 mm, especialmente en los fragmentos de roca granítica, cuarzo, feldespato potásico y fragmentos de rocas sedimentarias. En cuatro individuos, estos

fragmentos de roca granítica se presentan como microgranitos con textura gráfica (HCT06, HCT11, HCT20), con intercrecimientos de moscovita (HCT04) o de clorita (HCT07), con textura mirmequítica y semiplectítica (HCT13).

Junto con estas inclusiones graníticas, son frecuentes las aportaciones de fragmentos de roca sedimentaria, que aparecen como aportaciones principales en forma de *sandstone* de cuarzo completo o saturado, arcosa, *mudstone* y grauvaca (HCT03, HCT07, HCT08, HCT09, HCT10, HCT12, HCT13, HCT14, HCT15, HCT18, HCT19, HCT23) o bien como inclusiones accesorias (HCT04, HCT06, HCT20). Estas inclusiones sedimentarias se caracterizan por ser heterométricas, entre 0.1 y 1 mm con aportaciones de pequeño tamaño y escasa presencia, como con fragmentos gruesos o numerosos.

El principal mineral accesorio que aparece en un mayor número de individuos es la clorita, cuya presencia no sorprende debido la presencia de biotita como componente principal en todas las muestras. Este mineral está presente en HCT01, HCT04, HCT06, HCT07, HCT09, HCT10, HCT11, HCT12, HCT14, HCT19 y HCT23. Así mismo, se observa presencia de moscovita en algunas muestras (HCT01, HCT03, HCT04, HCT15) y epidota accesoria (HCT03, HCT04, HCT11, HCT12, HCT18). Seis muestras contienen aportaciones de clinopiroxeno en sus minerales accesorios (HCT04, HCT08, HCT13, HCT18, HCT19, HCT20).

Además, se observan algunas particularidades como el alto contenido en inclusiones ferrosas de HCT01, HCT03, HCT07 y HCT20, micrita como mineral accesorio en HCT04 y HCT06 y la presencia de glauconita accesoria en HCT23.

Este grupo presenta matrices no calcáreas de coloración heterogénea, de gris negruzca fruto de la cocción y post-cocción reductoras (HCT06, HCT08) con degradado en HCT09, a anaranjadas en HCT20 y HCT23 y con degradado de la escala de marrones en HCT14 y HCT19. Además HCT04, HCT12 y HCT18 presentan ambos colores fruto de una cocción mixta que en el caso de HCT04 se aproximaria a la mitad de la pieza, mientras que HCT12 predomina la reducción negra y en HCT18 la oxidación marrón.

Son muestras bimodales, con una clara predominancia de la fracción gruesa >30% con moda de 0.40 mm (HCT08, HCT14, HCT18, HCT19, HCT20, HCT23), junto con otras muestras donde la fracción gruesa es menos abundante, <20% y moda de 0.20 mm (HCT04, HCT06, HCT12, HCT09) y el *sorting* se sitúa entre pobre y moderado. Las inclusiones son heterométricas, entre >0.20 a 1 mm y esporádicamente alcanzando los 2 mm, en cuarzo, feldespato potásico, fragmentos de roca granítica,

plagioclasa y biotita. Predominan las inclusiones ecuantes angulares y sub-angulares y solo raramente alargadas sub-redondeadas (HCT08, HCT09, HCT18). Por otro lado, cuarzo, feldespato potásico, biotita, plagioclasa y los minerales accesorios como clorita o clinopiroxeno forman parte de la fracción fina o bien con medidas inferiores <0.2 mm.

Respecto a la porosidad, predominan los *mesovoughs* y las meso *vesicles*, con escasos *macrovoids* que superen 1 mm de tamaño (HCT20). Otras muestras presentan *microvesicles* de menos de 0.1 mm (HCT06, HCT14, HCT19). Se pueden detectar así matrices más compactas (HCT04, HCT06, HCT09, HCT12, HCT14, HCT19), con porosidad estimada <7% y otras menos porosas, superando el 10% (HCT18, HCT20, HCT23). Finalmente, cabe mencionar la presencia de canales paralelos en HCT08.

Los resultados de DRX presentan en estas muestras picos de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa. Se observan individuos con picos de de illita-moscovita anteriores a 2θ=10 (HCT06, HCT08, HCT20 y HCT23), denotando temperaturas de cocción altas, inferiores a los 900º. Habría así una serie de muestras con cocción superior a los 950º, donde los filosilicatos aparecen en avanzada descomposición con picos poco intensos e inicios de espinela (HCT12, HCT14, HCT18 y HCT19) y otras con TCE superiores, entre 950-1000º (HCT04 y HCT09), con la illita-moscovita ya descompuesta del todo y a la presencia de espinela del tipo hercinita (Tabla 77).

Fábrica 1.1. (HCT-1.1): Este sub-grupo está formado por cuatro muestras, HCT10, HCT11, HCT13 y HCT15 (Lám. 26, 1A-1E). Se observan similitudes texturales, con matriz bimodal no calcárea de coloración mixta negra y marrón en HCT11 y HCT15 por la cocción irregular y marrón clara en HCT10 y HCT13. Presenta poca actividad óptica y su TCE se sitúa entre los 900-950º debido a la presencia de filosificatos en descomposición evidenciada por sus picos muy poco intensos en los difractogramas.

Esta sub-fábrica se caracteriza por inclusiones ecuantes, redondeadas y sub-redondeadas y alargadas sub-angulares, con un *sorting* moderado con predominio de la fracción gruesa de hasta 0.8 mm en rocas graníticas, cuarzo, feldespato y arenitas. La fracción fina es relativamente abundante formada por inclusiones <0.05 mm de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y minerales accesorios, como la clorita, presente en todas las muestras.

Respecto a la porosidad, se observan macro *voughs* de hasta 0.8 mm, predominando las *mesovesicles* y *mesovoughs* de <0.1 mm. La frecuencia estimada de la porosidad es de <5%, denotando paredes compactas.

Los difractogramas muestran picos de cuarzo, feldspato potásico, plagioclasa e illita-moscovita que en HCT10 y HCT11 aparece en picos muy poco intensos a la vez que se inician los picos de espinela. Se estima una TCE de 900-950º.

Fábrica 1.2. (HCT-1.2): Está compuesta por tres individuos, HCT01, HCT03 y HCT07 y se caracterizan, por una parte por la presencia de inclusiones ferruginosas y por las características texturales (Lám. 26, 1F-1H).

Son pastas anaranjadas por el efecto de la oxidación, no calcáreas y bimodales con predominio de la fracción gruesa, sobre todo en fragmentos de roca granítica, cuarzo, feldespato potásico y roca sedimentaria que alcanzan 1.3 mm y con moda entre 0.30 en HCT03 y 0.40 mm en HCT01 y HCT07. Se observan también biotitas de gran tamaño, de hasta 0.7 mm. Las inclusiones tienden a ser alargadas sub-redondeadas y ecuantes entre sub-angulares y redondeadas. El *sorting* es entre moderado y pobre.

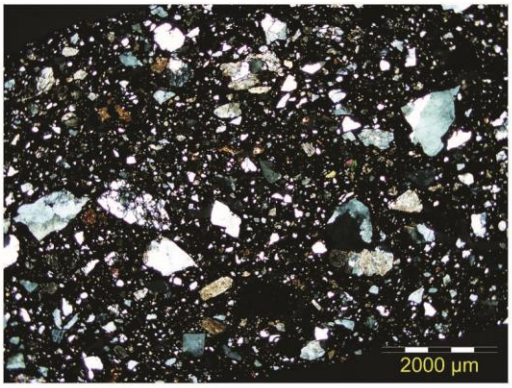
La fracción fina es relativamente abundante, inferior a 0.08 mm, de cuarzo, feldespato potásico, biotita, plagioclasa y minerales accesorios que, a excepción de la biotita, tienden a ser ecuantes entre sub-angulares y sub-redondeados.

Las matrices de este grupo presentan una mayor porosidad que las anteriores muestras. Está formada por *mesovesicles* de <0.3 mm y pocos *macrovoughs* de hasta 0.95 mm, en una proporción estimada entre el 10-15%.

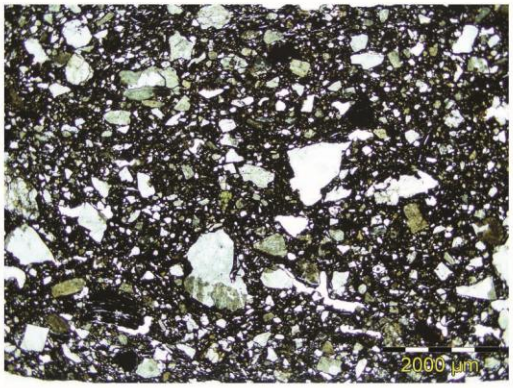
Respecto a la temperatura de cocción estimada, se sitúa entre los 900-950º, acompañada por una escasa actividad óptica. Se detecta en la DRX picos de cuarzo, feldspato potásico, plagioclasa. La illita-moscovita aparece en picos muy poco intensos a la vez que se inician los picos de espinela en HCT01 y HCT03.

- *Fábricas graníticas y metamórficas*

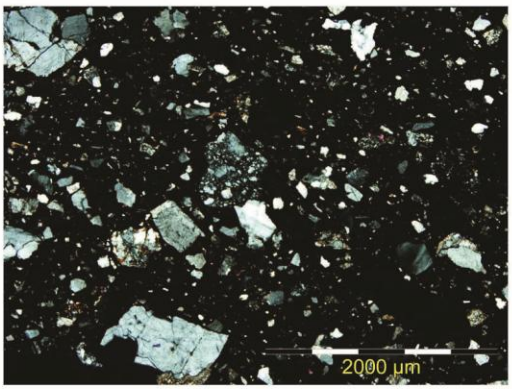
Este grupo está formado por tres muestras heterogéneas, HCT05, HCT17, HCT22 (Lám. 27, 1A-1D), que tienen en común la contribución metamórfica y sedimentaria en su composición. Las diferencias entre ellas hacen que no puedan considerarse como una única fábrica.



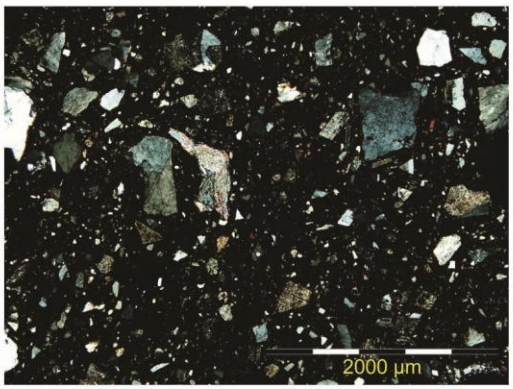
1A- HCT06 (20x, XPL)



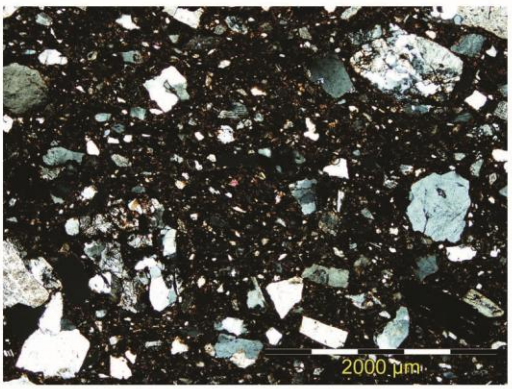
1B- HCT06 (20x, PPL)



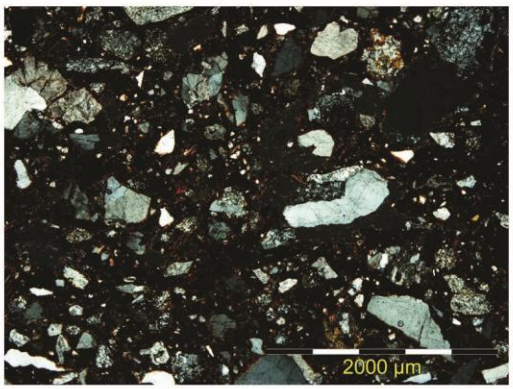
1C- HCT08 (40x, XPL)



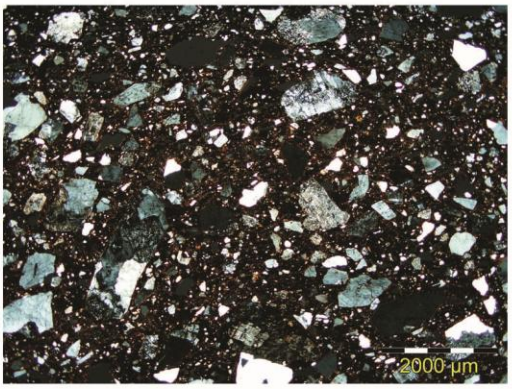
1D- HCT12 (40x, XPL)



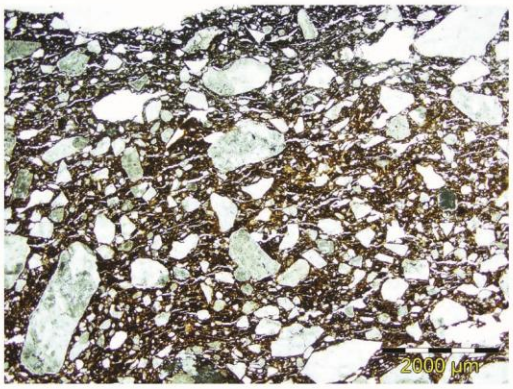
1E- HCT12 (40x, XPL)



1F- HCT23 (40x, XPL)

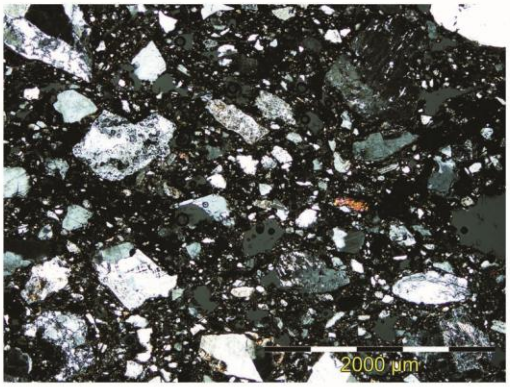


1G- HCT18 (20x, XPL)

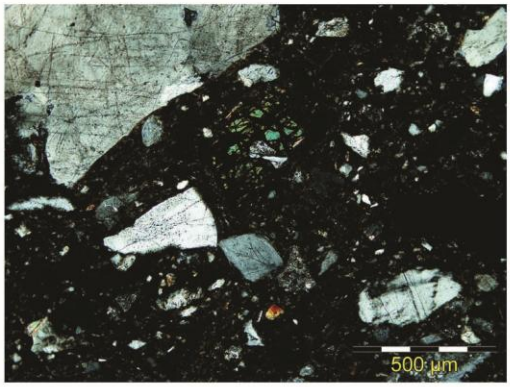


1H- HCT18 (20x, PPL)

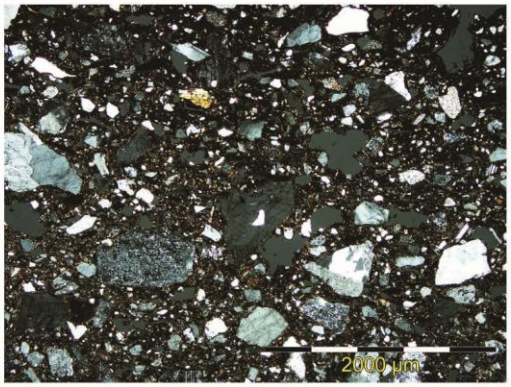
Lám. 25. Micro fotografías petrográficas de Horts de Can Torras: Grupo Granítico



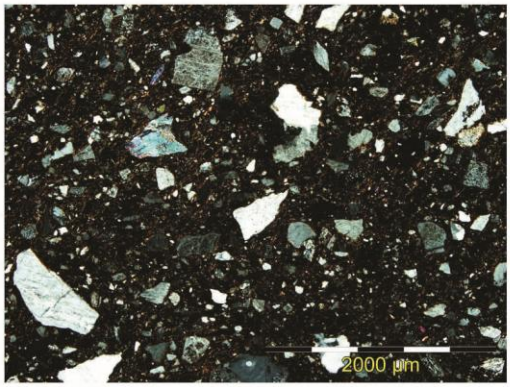
1A- HCT10 (40x, XPL)



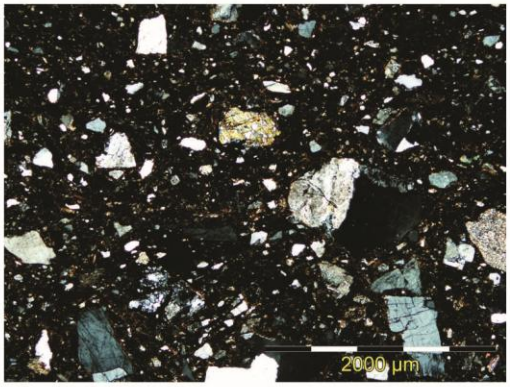
1B- HCT10 (100x, XPL)



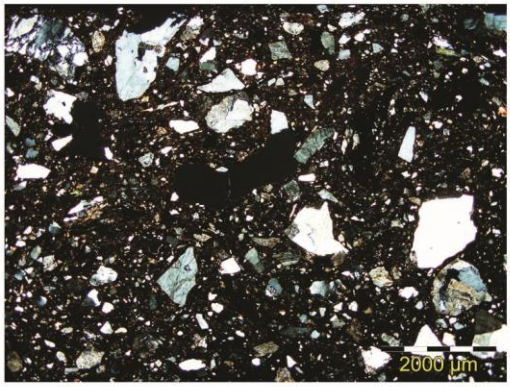
1C- HCT11 (40x, XPL)



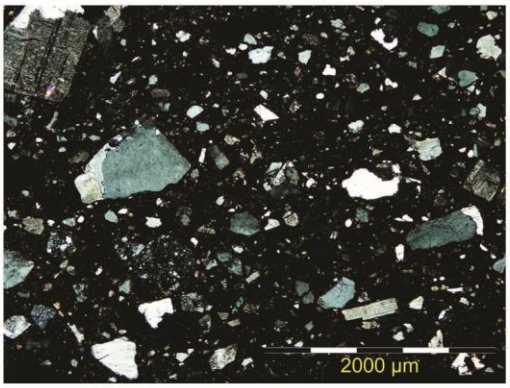
1D- HCT13 (40x, XPL)



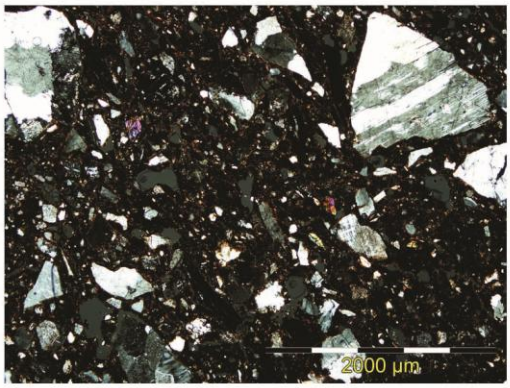
1E- HCT15 (40x, XPL)



1F- HCT01 (20x, XPL)

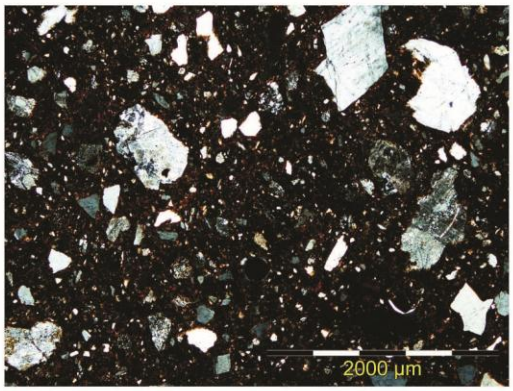


1G- HCT03 (40x, XPL)

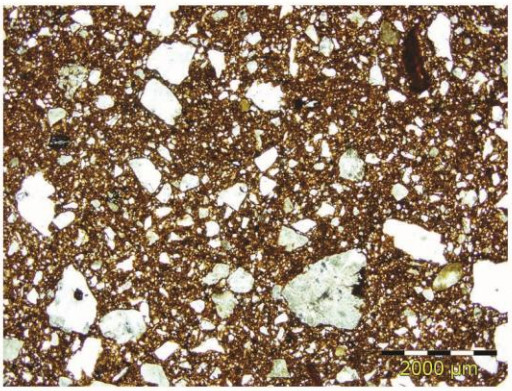


1H- HCT07 (40x, XPL)

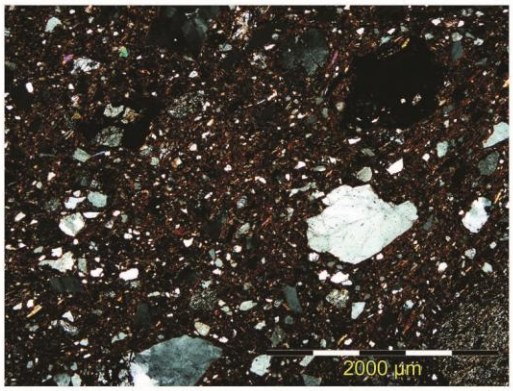
Lám. 26. Micro fotografías petrográficas de Horts de Can Torras: 1A-1E, HCT-1.1; 1F-1H, HCT-1.2



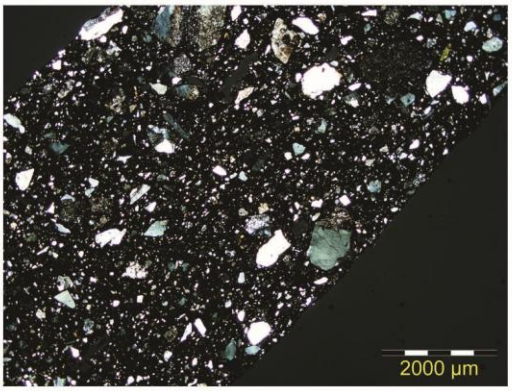
1A- HCT17 (40x, XPL)



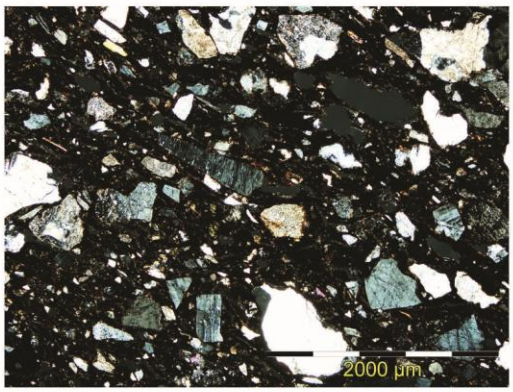
1B- HCT17 (40x, PPL)



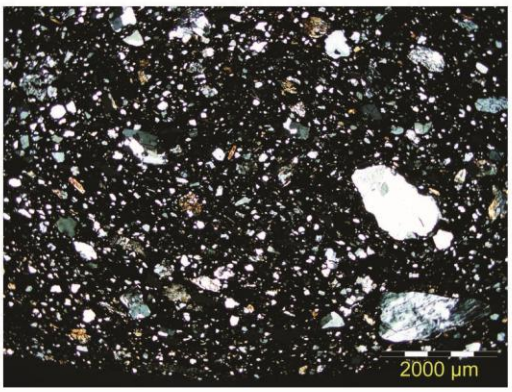
1C- HCT05 (40x, XPL)



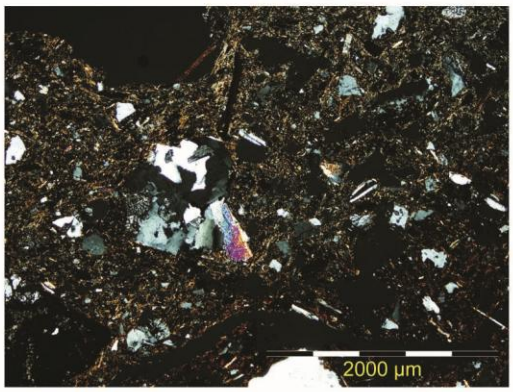
1D- HCT22 (20x, XPL)



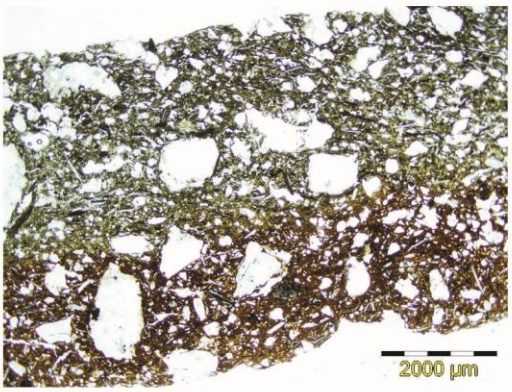
1E- HCT02 (40x, XPL)



1F- HCT16 (20x, XPL)



1G- HCT21 (40x, XPL)



1H- HCT21 (20x, PPL)

Lám. 27. Micro fotografías petrográficas de Horts de Can Torras: 1A-1D, Metamórficas; 1E-1H, Loners

Todas las muestras presentan una composición principal granítica formada por cuarzo, feldespato potásico y fragmentos de roca granítica que son los que mayor tamaño alcanzan entre las inclusiones gruesas y que en HCT17 y HCT22 aparecen como microgranito con textura micrográfica o bien dendríticas. La biotita está presente en HCT05 y HC22 como componente principal, individuos que también cuentan con clorita entre sus minerales accesorios. Por otra parte, en HCT17 se observa plagioclasa y su alteración a sericita.

Los tres individuos contienen aportaciones sedimentarias de *sandstone* y *sandstone* cuarzoso. Otros componentes principales observados son epidota en HCT05 y glauconita en HCT17. También todas las muestras presentan clinopiroxeno como mineral accesorio e inclusiones ferruginosas en HCT05 y HCT17.

La aportación metamórfica se identifica en fillitas y cuarcitas que aparecen como componente principal en HCT05 pero en mucha menor frecuencia en HCT17 y HCT22.

Estas muestras presentan matrices no calcáreas, a pesar de la presencia de calcita secundaria en HCT22 y bimodales, con coloración anaranjada por la oxidación en HCT05, marrón degradado en HCT17 y negra en HCT22.

La fracción gruesa es abundante de tamaño <1 mm que ocasionalmente puede alcanzar los 2 mm (HCT17) en texturas de *sorting* moderado y con inclusiones ecuantes entre sub-angulares y redondeadas. Por otra parte, HCT05 tiene una matriz más fina con *sorting* pobre, con algunas inclusiones gruesas que pueden alcanzar los 1.8 mm en fragmentos de roca granítica, roca metamórfica y cuarzo. Esta textura es similar a la de HCT22, con abundancia de fracción fina sobre la fracción gruesa que alcanza apenas los 0.7 mm de máxima en fragmentos graníticos. La fracción fina es escasa en HCT17 y abundante en HCT22 y HCT05, formada sobre todo por cuarzo, feldespato y minerales accesorios <0.1 mm.

HCT22 es la muestra más compacta, con canales de hasta 0.3 mm y *microvesicles* de hasta 0.0.5 mm, que no superan en 5% de la estimación visual. HCT17 y HCT05 tienen también poca presencia de poros pero de tamaño mayor, con macro *voughs* y meso *vesicles* >1 mm.

Finalmente, los análisis de DRX sitúan la TCE en 900-950º para HCT05, con moderada presencia de illita en la distancia 2θ de 10 y una temperatura de cocción más alta, entre 950-1000º en HCT17 y HCT22, donde los filosilicatos están ausentes y en

cambio, se observa espinela (Tabla 77). En los tres individos se identifican picos de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa.

- Loner

Tres muestras de este yacimiento no pueden incluirse en ninguno de los dos anteriores grupos, por lo que se han considerado loners, o parte de fábricas de escasa representación cuya principal característica es la aportación de moscovita, ausente en las anteriores muestras (Lám. 27, 1E-1H).

HCT02, HCT16 y HCT21 se caracterizan también por ser individuos graníticos con cuarzo, feldespato potásico, biotita, moscovita y fragmentos de roca granítica. HCT02 contiene además sericita, plagioclasa y clorita, ausentes en las otras dos muestras. Por el contrario, HCT16 y HCT21 se caracterizan por una matriz micácea con aportaciones ferruginosas destacables. Así mismo, aunque las tres muestras contienen aportaciones sedimentarias, en HCT02 son grauvacas, mientras que en HCT16 y HCT21 son lutitas y arenitas cuarzosas.

Texturalmente presentan también diferencias, en coloración gris de HTC02 y HCT21 y naranja degradado a ocre en HCT21. HCT02 presenta la matriz bimodal con las inclusiones gruesas frecuentes de <0.8 mm en cuarzos y feldespatos y matriz compacta con porosidad escasa en pocos meso *voughs* <0.8 mm. En HCT16 abunda la fracción fina inferior a 0.05 mm con una fracción gruesa muy escasa que alcanza los 0.8 mm en fragmentos de roca granítica. Su matriz es compacta con *microvoids* de <0.02 mm y un macrovoid de 1 mm. HCT21 presenta abundante fracción gruesa de hasta 0.8 mm en cuarzo y fragmentos de roca granítica, con *sorting* pobre y moda de 0.4 mm. La fracción fina, sobre todo cuarzo, moscovia y biotita alcanza el 0.5 mm. La matriz es poco compacta con abundantes *macrovoughs* de <0.5 mm y *mesovesicles* de 0.1 mm.

Finalmente, cabe mencionar que estas tres muestras son las únicas en todo el conjunto que tienen en común una TCE, con la presencia de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico e illita-moscovita sin descomponer, que sitúa la temperatura en 850-950º (Tabla 77).

6.1.2.2. Análisis químicos

Todas las muestras se han analizado químicamente por Fluorescencia de Rayos X (FRX) para determinar las concentraciones de 25 elementos químicos: Fe_2O_3, Al_2O_3, MnO, P_2O_5, TiO_2, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, SiO_2, Ba, Ce, Cr, Cu, Ga, Nb, Ni, Rb, Pb, Sr, Th, V, Y, Zn y Zr, por tanto, los elementos mayores, menores y las trazas. Los datos químicos para este conjunto junto con la LOI se pueden encontrar en la Tabla 16 del anexo, así como un resumen estadístico de los mismos en la Tabla 17.

Con esta subcomposición, se ha realizado una matriz de variación composicional (Tabla 19) para establecer una primera aproximación a la homogeneidad del conjunto, obteniéndose como resultado una vt=1.28, donde las mayores aportaciones vienen por P_2O_5 ($\tau_{.P2O5}$=8.35), Ni ($\tau_{.Ni}$=5.04), Cr ($\tau_{.Cr}$=4.37), CaO ($\tau_{.CaO}$=3.89) y Cu ($\tau_{.Cu}$=3.77), mientras que los elementos más estables son TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=1.41) y Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=1.43). De esta forma, se pone de manifiesto que se trata de un conjunto poligénico.

Al excluir P_2O_5 y Pb del tratamiento estadístico por sus inexactitudes y posibles contaminaciones, resulta una subcomposición de 23 elementos: Fe_2O_3, Al_2O_3, MnO, TiO_2, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, SiO_2, Ba, Ce, Cr, Cu, Ga, Nb, Ni, Rb, Sr, Th, V, Y, Zn y Zr, cuya matriz de variación composicional nos da una vt=0.96 (Tabla 20). Con esta subcomposición, los elementos con mayor variabilidad son Ni ($\tau_{.Ni}$=4.27), Cr ($\tau_{.Cr}$=3.65), CaO ($\tau_{.CaO}$=3.49), Cu ($\tau_{.Cu}$=3.25) y Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=3.16), y los más estables TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=1.05), Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=1.10) y Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=1.11). A pesar de que se ha reducido la variabilidad, sigue considerándose un grupo poligénico con una vt >0.3. Al tratarse de un conjunto no calcáreo, se ha llevado a cabo una nueva exploración con 22 elementos, excluyendo CaO (Tabla 21). Como resultado, se obtiene una vt=0.84, ligeramente inferior con la subcomposición anterior de 23 elementos. Las mayores aportaciones vienen nuevamente de Ni ($\tau_{.Ni}$=3.83), Cr ($\tau_{.Cr}$=3.26), Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=3.10), Cu ($\tau_{.Cu}$=2.95) y MnO ($\tau_{.MnO}$=2.86), al igual que los elementos más estables siguen siendo TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=0.94), Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=0.96) y Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=0.99). Debido a la escasa diferenciación entre la subcomposición de 22 y 23 elementos, se ha llevado a cabo la exploración estadística incluyendo CaO y, por tanto, con la subcomposición de 23 elementos mencionada previamente.

Los datos se han transformado en logaritmos de razón utilizando como divisor el elemento más estable, que como se ha podido observar en la matriz de variación, es TiO_2. Con estos datos transformados se ha realizado un dendrograma jerárquico siguiendo el método del centroide y distancia euclídea al cuadrado (Fig. 58).

Se pueden observar en el dendrograma tres muestras individualizadas al inicio, HCT16, HCT21 y HCT02. Seguidamente aparece HCT20, que podría considerarse un outlier y dos clusters. Estos cuatro primeros individuos son los que presentan los valores más extremos (datos crudos en Tabla 16). HCT16 presenta valores altos en Fe_2O (=7.4%), TiO_2 (=0.82%), Al_2O_3 (=21.29%), Cr (=97 ppm), Ni (=38 ppm), Rb (=191 ppm) y V (=134 ppm) y muy bajos en SiO_2 (=61.66%), Na_2O (=1.04%) y Sr (=94 ppm). HCT21 por su parte contiene altos porcentajes de Al_2O_3 (=20.28%), Ce (=103 ppm), Th (=025 ppm) y Zn (=149 ppm) y bajos en MnO (=0.02%), MgO (=0.745%), Na_2O (=0.745%) y Y (=19 ppm). HCT02 presenta solamente valores muy bajos algunas trazas, Ba (=640 ppm), Ce (=53 ppm), Cr (=12 ppm), Cu (=7 ppm) y Ni (=4 ppm). Finalmente, los valores destacables del outlier HCT20 son menos numerosos, con alto contenido de K_2O (=3.965%) y bajo en MgO (=0.98%) y Cu (=5 ppm).

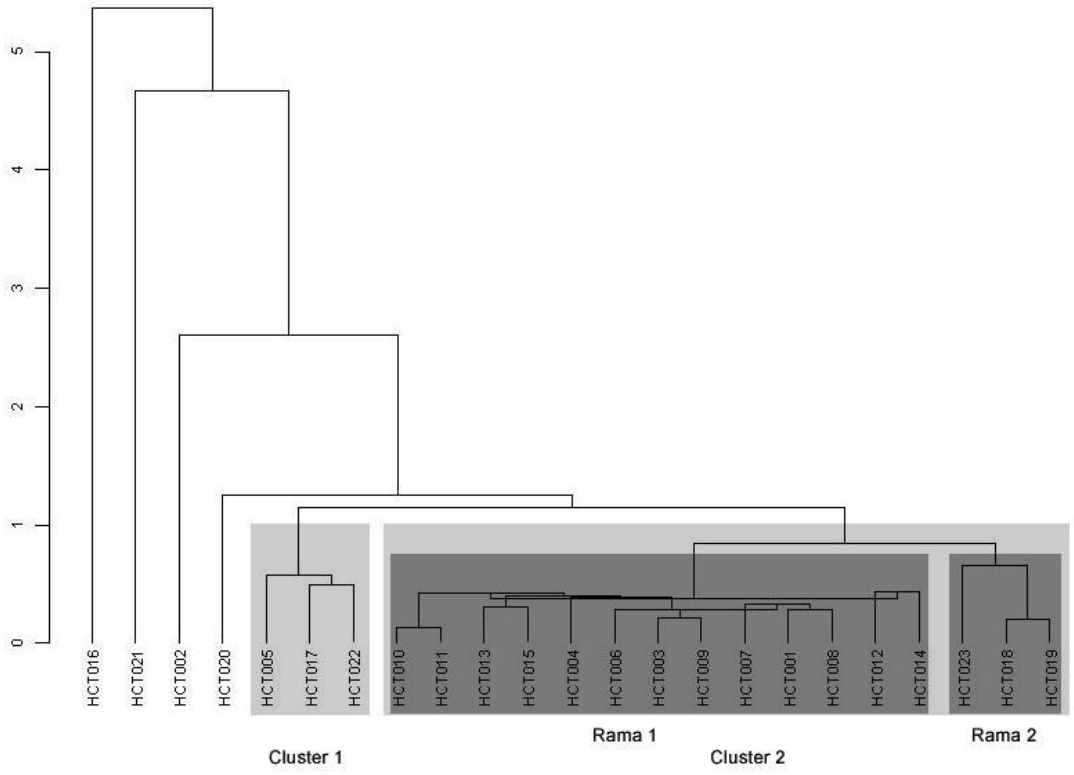


Fig. 59. Dendrograma de Horts de Can Torras con distancia euclídea cuadrada y método del centroide

El primer cluster incluye tres individuos (Cluster 1), HCT05, HCT17 y HCT22. A pesar de que su composición es muy similar al conjunto total de los individuos, se perciben valores ligeramente altos en TiO_2 (m=0.7117%), SiO_2 (m=67.062%), MgO (m=1.372%) y Th (m=16.6 ppm) y levemente bajos en Ba (m=753.2 ppm) y Sr (m=122.8 ppm).

A su derecha, se ve el segundo cluster (Cluster 2), de mayor tamaño, con un total de 16 individuos, de HCT10 a HCT19, que a su vez se subdivide en dos ramas, una de 13 individuos, de HCT10 a HCT14 (Rama 1) y otra de tres muestras, HCT23, HCT18 y HCT19 (Rama 2). A pesar de que las diferencias son escasas, se percibe en la rama 1 contenidos ligeramente más altos en Fe_2O_3 (m=5.234%), Al_2O_3 (m=17.052%), V (m=90.2 ppm) y bajos en Cr (m=29.3 ppm). Este Cluster 2 incluye la mayor parte de los individuos y composicionalmente muestra una composición similar al conjunto completo, exceptuando los cuatro individuos del principio del dendrograma.

En la Tabla 18 del anexo se proporcionan las medias y las desviaciones estándar para el conjunto de HCT con cada uno de sus clusters.

El análisis de componentes principales o PCA (Fig. 59) se ha realizado con los componentes 1, que acumula el 49.65% de la variación con una sd=0.707 y el componente 2, que supone el 15.27% y con una sd=0.392, por tanto queda plasmado el 64.92% de la variación total. El componente 1 (Comp 1) está formado principalmente por Na_2O, CaO, MnO, Sr y MgO. El componente 2 (Comp 2) sobre todo consiste en MnO, MgO, V, Nb, Ni y Rb. El gráfico resultante muestra cómo los loners del dendrograma, HCT16, HCT21 y HCT02 quedan también apartados en los puntos más extremos y alejados del conjunto. Se puede ver una agrupación de HCT05,

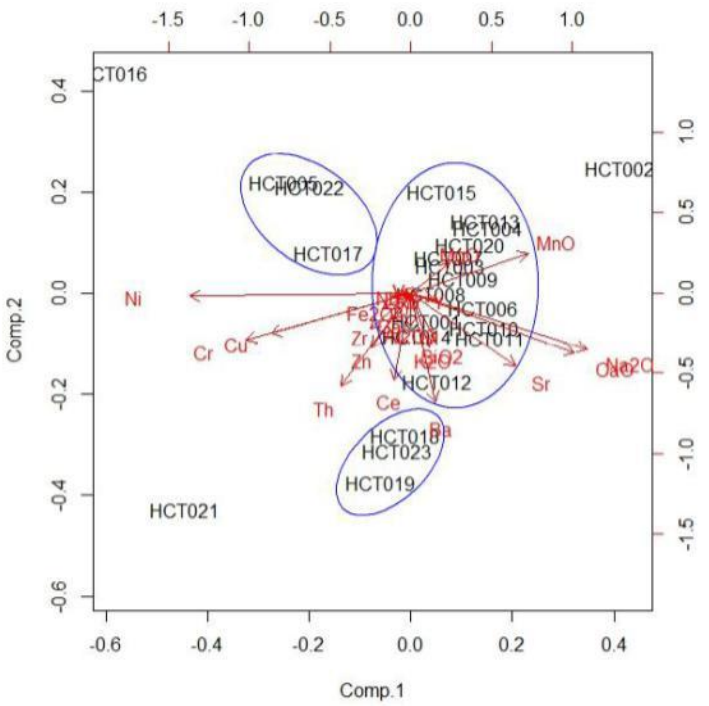


Fig. 60. Análisis de componentes principales de Horts de Can Torras

HCT22 y HCT17, coincidiendo con el cluster 1, situado en Comp 1 -0.2 y Comp 2 entre 0.0 y 0.2. Otra agrupación formada por HCT18, HCT19 y HCT23 coincide con la Rama 2 del dendograma, situado en Comp 1 entre -0.2 y 0.0 y Comp 2 entre -0.4 y -0.2. Los individuos de la Rama 1 del dendrograma, se agrupan en el centro del PCA, en Comp 1= 0.0 y Comp 2 entre -0.2 y 0.2.

Los elementos que más sobresalen dentro del gráfico del PCA y, por tanto, con mayor variabilidad, son Na_2O y CaO, que se sitúan en el extremo de Comp. 1= 0.4 y Comp 2= -0.2 y por el lado opuesto está el Ni, en Comp 1= -0.6 y Comp 2= 0.0, Cr y Cu, ambos en Comp 1= -0.4 y Comp 2 entre -0.2 y 0.0.

Esta misma diferenciación queda representada en el análisis de correspondencias (Fig. 60), realizado a partir de los *eigenvalues* 1, que contiene el 49.90% de la variación y el *eigenvalue* 2, con el 36.52%, acumulándose así un total del 86.42%. Se ve en este gráfico cómo sobresalen CaO y Na_2O, en dimensión 1= 0.2 y dimensión 2=0.20 y 0.05 respectivamente. En el lado opuesto, se encuentra el Ni, en dimensión 1= <-0.4 y dimensión 2=0.05, Cr y Cu, ambos en dimensión 2=0.0 y dimensión 1 entre 0.4 y -0.2. Respecto a los individuos, aparecen apartados del conjunto principal los loners HCT16, HCT21 y HCT20. Así mismo se puede distinguir las agrupaciones del cluster 1 y de la rama 2, señaladas en el gráfico.

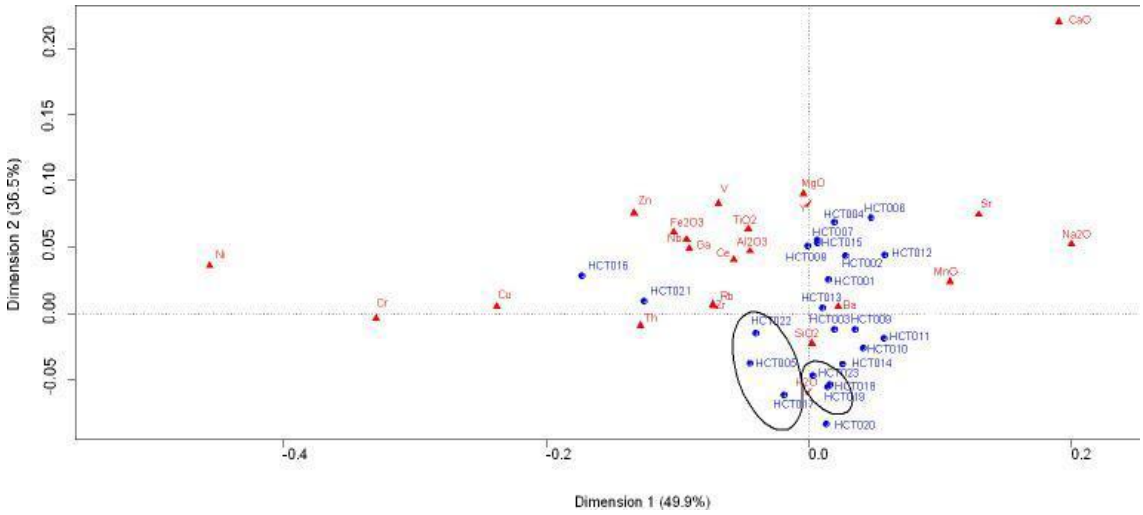


Fig. 61. Análisis de correspondencias de Horts de Can Torras

Finalmente, el remuestreo de *bootstrap* (Fig. 61), realizado con el método del centroide y distancia euclídea, con un nivel de confianza α=0.95, da como resultado un conjunto homogéneo de 21 individuos dentro del nivel de confianza, cuyo p-valor aproximadamente insesgado es au=97, quedando excluidos de este conjunto HCT16 y

HCT21. Las muestras del cluster 2 se agrupan entre sí, exceptuando HCT23 que queda fuera del conjunto, con un p-valor au=96 y, por tanto, dentro del nivel de confianza. Dentro de este conjunto, la rama 1 se agrupa entre sí, con un p-valor au=88, por tanto, a pesar de que se trata de un valor alto, quedaría fuera de dicho nivel (au<α), al igual que HCT18 y HCT19, que forman parte incompleta de la rama 2, con un p-valor au=84. Por otra parte, el cluster 1 queda desdibujado entre el conjunto sin conexión entre los individuos que lo integran.

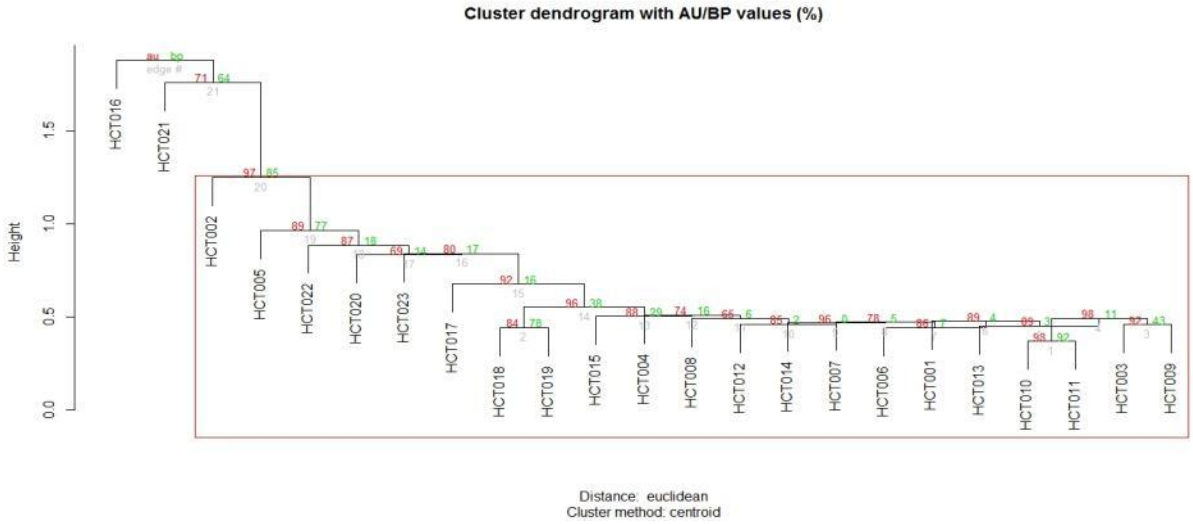


Fig. 62. Dendrograma de remuestreo de bootstrap de Horts de Can Torras, con método del centroide, distancia euclídea y confianza de 0.95

6.1.2.3. Integración de los resultados

La integración de los resultados químicos y la observación petrográfica presentan notables coincidencias. En primer lugar, se identifica el grupo petrográfico metamórfico con el cluster 1, el grupo granítico con el cluster 2 y los loners químicos que encabezan el árbol por la izquierda coinciden con los loners petrográficos. Únicamente una muestra, HCT20 rompe este esquema, al incluirse petrográficamente dentro del grupo granítico pero químicamente se sitúa junto con los loners y, por tanto, fuera del cluster. Los principales elementos que causan esta ubicación en el dendrograma son el elevado porcentaje de K_2O (=3.96% respecto a m_t=3.16%), relacionado con un alto contenido en inclusiones de feldespato potásico y los valores bajos de MgO (=0.98% respecto a m_t=1.24%) y Cu (=4.7 ppm respecto a m_t=11.2 ppm).

Los tres loners, además de las diferencias petrográficas respecto del conjunto total, acumulan también la mayor variación composicional química, ya descrita en el apartado anterior. Cabe destacar la relación composicional de HCT16 y HCT21,

caracterizadas por matrices micáceas, que podrían relacionarse con los altos contenidos de Al_2O_3 (>20%) y por inclusiones ferruginosas abundantes, cosa que coincide con elevados contenidos de Fe_2O_3, especialmente en HCT16 (=7.4%).

El cluster 1 coincide íntegramente con el grupo metamórfico (n=3). Químicamente destaca por contenidos ligeramente altos en TiO_2 (=0.71% respecto a m_t=0.66%) y SiO_2 (=67.06% respecto a m_t=65.34%) y bajos en CaO (=1.29% respecto a m_t=1.76%), Al_2O_3 (=16.67% respecto a m_t=17.20%), Na_2O (=1.46% respecto a m_t=1.99%) y Ba (=753.2 ppm respecto a m_t=854.4 ppm). Esta composición química se podría relacionar con la aportación granítica con alto contenido en cuarzo y menor presencia tanto de feldespato potásico como de plagioclasa (Goldschmidt, 1958).

El cluster 2 está formado por los individuos del grupo petrográfico granítico. Se caracteriza por un contenido ligeramente alto en CaO, sin llegar a ser *border calcareous* (m=1.97% respecto a m_t=1.76%) y en Na_2O (=2.20% respecto a m_t=1.99%) y ligeramente bajo en Fe_2O_3 (=5.15% respecto a m_t=5.34%), Al_2O_3 (=16.91% respecto a m_t=17.20%), Cr (=31.2 ppm respecto a m_t=34.4 ppm) y Zr (=170.6 ppm respecto a m_t=177.5 ppm). Con ello, se evidencia la mayor presencia de inclusiones de plagioclasa que en el cluster 1 metamórfico.

Dentro del cluster 2 se encuentran los individuos petrográficamente graníticos (HCT-1). En primer lugar, se observa en la rama 1 una agrupación del HCT-1.1 encabezando este cluster que se relacionan entre sí separados en dos sub-clusters consecutivos. Por otra parte, los tres individuos de HCT-1.2 se encuentran próximos entre sí en el árbol pero no forman ninguna agrupación entre ellos sino que aparecen en el mismo conjunto que HCT-1. El grupo HCT-1.2 se diferencia de HCT-1 por criterios texturales y no composicionales, por lo que no resulta sorprendente su situación conjunta en el dendrograma ni su composición química similar. Por otra parte, la rama 2 está integrada únicamente por individuos de HCT-1.

Los resultados arqueométricos indican una probable proveniencia local de estas producciones cerámicas. El yacimiento se encuentra circundado por diversos niveles geológicos que corresponden a las descripciones y análisis resultantes (Fig. 4,5). En el límite occidental se encuentra un depósito granítico y granodiorítico, inmediatamente seguido por un estrato de fillitas y rocas metamórficas; por el note limita con una zona de calcáreas micríticas y de arcillas y *sandstone*s calcáreos, seguido por una gran región de conglomerados y sedimentarias; el límite oriental está formado por gres silíceo y una

franja de menor tamaño de granitos y granodioritas. La parte sureste y suroeste está constituida por arcillas y *sandstone*s sedimentarios.

Todos estos estratos geológicos que rodean al yacimiento, se encuentran dentro del radio de los 9 Km que Arnold (Arnold, 1988) propone como distancia de recogida de materias primas. De esta forma, la pasta cerámica coincide con las regiones geológicas enumeradas e incluso se debe tener en cuenta la presencia de dos afluentes del río Ripoll que cruzan la población donde se encuentra el yacimiento por cada lado. Por tanto, no se debe descartar la posibilidad de la acción de esto cursos en el transporte de materiales que se podrían haber seleccionado como materia prima en la elaboración de las piezas.

Las fábricas y las formas cerámicas no parecen tener una relación entre sí. Por una parte, predominan las cerámicas de cocción y post-cocción reductora, que corresponden a ollas, a la cazuela, a las jarras y a la tapadera, mientras que las piezas de cocción reductora y post-cocción oxidante se limitan a las cerámicas de almacenaje o dolias.

El grupo granítico HCT-1 integra dos de estas dolia y seis ollas reductoras, mientras que HCT-1.1 está únicamente integrado por ollas gris/negras. HCT-1.2 y HCT-1.3 incorpora mayor variedad de formas reductoras, de modo que HCT-1.2 está compuesto por una jarra, la tapadera y una olla y HCT1.3 por la cazuela y una jarra. De esta forma, se plasma que el grupo granítico engloba indistintamente todo tipo de formas y cocciones.

Por otra parte, HCT-2, el grupo metamórfico es también heterogéneo, formado por dos ollas de post-cocción reductora y un *dolium* de post-cocción oxidante, alineándose con el grupo granítico en cuanto a la diversidad de formas y cocciones. Finalmente, los loners son dos ollas y una jarra, todos ellos con post-cocción reductora.

De esta forma, queda de manifiesto que ambas pastas (HCT-1 y HCT-2) se utilizaron indistintamente para todas las formas y, por tanto, no se puede considerar una selección de pasta relacionada a una tipología o utilidad de las piezas.

6.1.3. Plaça Major de Castellar del Vallès

En esta ocasión se han seleccionado 55 muestras de cerámica de cocina y común grosera para su estudio. De todos los fragmentos se ha realizado el análisis químico por fluorescencia de rayos X, tanto para su composición de mayores como de

trazas, difracción de rayos X para la composición mineralógica y observación en el microscopio electrónico de las láminas delgadas.

6.1.3.1. Petrografía y mineralogía

Al igual que en los anteriores casos muestreados del Vallès Occidental, el conjunto de muestras presenta una composición granítica común con diferenciación de dos fábricas, una granítica y otra granítica con aportaciones metamórficas (Tabla 76).

- *Fábricas graníticas*

El grupo granítico de Plaça Major de Castellar del Vallès es el más numeroso, con un total de 27 muestras repartidas en diversos sub-grupos por criterios tanto de composición petrográfica como texturales.

Este grupo (Lám. 28) de muestras se caracterizan por una composición granítica con aportaciones sedimentarias por lo que todas las muestras presentan abundancia de cuarzo, tanto mono como policristalino, feldespato potásico, biotita (muy abundante en PMCV53), fragmentos de roca granítica, plagioclasa y plagioclasa alterada a sericita. Entre los fragmentos de roca granítica es frecuente observar microgranitos con texturas micrográficas (PMCV42, PMCV34, PMCV36, PMCV37, PMCV38), granofíricas (PMCV03, PMCV09, PMCV34, PMCV37, PMCV38, PMCV51,), mirmequíticas (PMCV23) o esferulíticas (PMCV34). Abundan también los intercrecimientos entre cuarzo y feldespato y en ocasiones se identifican inclusiones circón dentro de un feldespato potásico o de un cuarzo (PMCV03, PMCV09, PMCV23, PMCV51) y en PMCV52 de moscovita dentro de los feldespatos.

Las aportaciones sedimentarias están presentes en todos los individuos de este grupo en cantidades y tipos diferentes. Principalmente se encuentra *sandstone* y *sandstone* cuarzoso, así como arcosa que pueden aparecer con empaquetamiento completo o saturado. Se encuentra también *mudstone* de matriz silícea o ferruginosa (PMCV03, PMCV09, PMCV12, PMCV23, PMCV51) y algunas micritas accesorias (PMCV03, PMCV51).

Junto a la composición granítica y sedimentaria, en menor cantidad y como minerales accesorios se pueden observar clinopiroxeno en casi todos los individuos (PMCV03, PMCV09, PMCV23, PMCV34, PMCV36, PMCV38, PMCV42, PMCV51,

PMCV52, PMCV53), seguido epidota accesoria (PMCV23, PMCV36, PMCV51, PMCV52, PMCV53) y en PMCV12 y PMCV37 algunos fragmentos de chert. Como material accesorio también predominan los anfíboles (PMCV03, PMCV09, PMCV23, PMCV34, PMCV42, PMCV53) que generalmente es de tonalidades verdosas tipo actinolitas o bien marronáceas de tipo hornblenda. Además, PMCV34, PMCV42, PMCV51, PMCV52 y PMCV53 tienen visible presencia de inclusiones ferruginosas accesorias. PMCV37 y PMCV52 contienen algunos escasos fragmentos de biotita alterada a clorita. Por último, PMCV34, PMCV38 y PMCV51 contienen circón de forma muy residual como inclusión dentro de cuarzos y rocas graníticas.

La similar composición granítico-sedimentaria de este grupo hace que las principales diferencias, al igual que en otros yacimientos del Vallès, se encuentren en los parámetros texturales.

Las matrices son no calcáreas de color diverso. PMCV03, PMCV09, PMCV12, PMCV37 y PMCV52 presentan tonos oscuros próximos al negro, que se degradan hacia el gris claro en PMCV23, señalando una cocción y post cocción reductora. Por otra parte, PMCV34, PMCV42, PMCV51 y PMCV53 son de color marrón oscuro por la post cocción oxidante, con degradación de marrón a casi negro en PMCV36 y PMCV38, señalando una cocción irregular de estas piezas. Son frecuentes las muestras ópticamente inactivas, con solamente tres individuos, PMCV34, PMCV42 y PMCV51 con matrices ópticamente activas. Por otra parte, PMCV12, PMCV36 y PMCV52 presentan una actividad óptica combinada, con zonas activas y otras inactivas en la misma pieza, como resultado de una cocción irregular en TCE diversas.

Las muestras tienen una textura bimodal con dominancia de la fracción gruesa que es entre frecuente y dominante. Las inclusiones que alcanzan el mayor tamaño son los fragmentos de roca granítica y cuarzos que pueden llegar a >1.5 mm e incluso superar los 2 mm, como en PMCV38 y en los fragmentos tanto graníticos como sedimentarios de PMCV53. Las inclusiones son tanto ecuantes como elongadas entre subangulares y subredondeadas e inclusiones gruesas sedimentarias redondeadas. La variedad en los tamaños de estas inclusiones hacen que su *sorting* de fracción gruesa sea moderado, con tendencia a bueno en PMCV09, PMCV12 y PMCV42 y pobre en PMCV53. Así mismo, tampoco habría una única moda que se situaría entre 0.20 y 0.35 mm. Cabe destacar que los individuos PMCV12 y PMCV42 tienen una textura con tendencia unimodal cuyas inclusiones dominantes son fragmentos <0.5 mm y

únicamente de forma rara <1 mm. Estas inclusiones son ecuantes subredondeadas y con *sorting* bueno.

La fracción fina inferior a 0.05 mm es común, principalmente compuesta por los minerales accesorios, especialmente clinopiroxenos, epidota y algunos anfíboles (actinolitas y hornblendas), cuarzos y feldespatos, con formas angulares y subangulares y biotitas elongadas.

La porosidad es escasa, con meso *voughs* <1 mm y canales, tanto meso como macro y algunos meso *vesicles*. Solamente en PMCV51 se observan macro cavidades en forma de canales.

Cabe destacar que los individuos de la fábrica y sub-fabricas graníticas presentan una abundancia de fracción gruesa que se podría estimar en una frecuencia c. 50%, mientras que la fracción fina ocuparía una frecuencia del 15-20%.

Finalmente, cabe destacar la presencia de calcita secundaria post-deposicional en PMCV09 y PMCV37, rellenando algunas cavidades y circundando inclusiones de cuarzo o de roca granítica.

Los resultados de la Difracción de Rayos X revelan resultados muy similares para todo el grupo granítico, incluyendo las sub-fábricas definidas a continuación.

Se identifican picos de cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico en todos los individuos. Se observan individuos (PMCV04, PMCV12, PMCV15, PMCV17, PMCV18, PMCV30, PMCV33, PMCV36, PMCV42 y PMCV51) en los que esta illita-moscovita presenta ligeros picos muy bajos indicando un proceso de descomposición avanzado, mientras que en otros individuos (PMCV03, PMCV05, PMCV07, PMCV16, PMCV22, PMCV29, y PMCV37) este proceso está finalizado con la ausencia de illita-moscovita. Solamente cuatro individuos presentan picos más intensos de illita-moscovita en la distancia 2theta=10 (PMCV09, PMCV49, PMCV52 y PMCV53).

A excepción de los individuos con presencia de illita-moscovita intensa, de PMCV04 y de PMCV30, todos los individuos presentan espinela de tipo hercinita, con algunos individuos donde esta espinela se encuentra también en la distancia 2theza 31, como en PMCV05, PMCV15, PMCV16, PMCV22, PMCV23, PMCV33, PMCV34, PMCV37, PMCV38. Estos dos factores inducen a pensar en una TCE alta de >950º.

Además, se identifican picos bajos de piroxenos, tanto clinopiroxenos como enstatita en PMCV05, PMCV15, PMCV16, PMCV29, PMCV36, PMCV37, PMCV42, PMCV49, PMCV52 y PMCV53 y calcita en PMCV03, PMCV15 y PMCV18, con picos muy bajos y en PMCV30 con un pico alto (Tabla 77).

Fábrica 1.1 (PMCV-1.1): Este sub-grupo está formado por cinco individuos, PMCV05, PMCV07, PMCV16, PMCV29 y PMCV33 (Lám. 29, 1A-1F).

Su principal composición es granítica, con inclusiones de cuarzo mono y policristalino, feldespato potásico, biotita, plagioclasa alterada a sericita y fragmentos de roca granítica que en ocasiones aparecen con texturas micrográficas (PMCV07). Como minerales accesorios se identifican anfíboles verdes, plagioclasa y algunas inclusiones sedimentarias tipo *sandstone* de cuarzo saturado y algún *mudstone* de textura pizarrosa.

La característica distintiva de este sub-grupo es la abundante presencia de inclusiones opacas de hasta 0.5 mm de formas tanto elongadas como ecuantes, entre subredondeadas y redondeadas.

Este conjunto presenta matrices no calcáreas, ópticamente inactiva de coloración gris negra, por tanto con cocción y post-cocción reductoras.

Texturalmente son bimodales, con un *sorting* moderado, predominando la fracción gruesa, con moda de 0.25-0.30 mm, y con inclusiones de hasta 0.7 mm que solo de forma rara superan el tamaño de 1 mm en cuarzo o fragmentos de roca granítica. Las formas son variadas, con ligero predominio de las ecuantes sobre las elongadas y principalmente sub-redondeadas, con menor abundancia de sub-angulares y redondeadas.

La fracción fina es relativamente abundante formada por cuarzo, biotita, algunas plagioclasas con o sin alteración a sericita y anfíboles, tanto elongados como ecuantes.

La porosidad es abundante, con vesículas redondeadas y *voughs* de tamaños diversos que pueden superar 1 mm y abundantes canales heterométricos.

Cabe destacar la presencia de calcita secundaria en PMCV05, PMCV07 y PMCV16 que aparece ocupando el espacio de las cavidades.

Fábrica 1.2 (PMCV-1.2): Los individuos PMCV04 y PMCV18 (Lám. 29, 1G-1H) se distinguen por el abundante contenido de inclusiones de *mudstone* y micrita que aparecen junto con cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, que puede aparecer alterada a sericita, biotita y fragmentos de roca granítica. Como inclusiones accesorias se distingue clinopiroxeno, más abundante en PMCV04, anfíboles y algún circón dentro de las rocas graníticas. En PMCV18 se pueden ver microgranitos y texturas esferulíticas y mirmequítica y algunos pequeños fragmentos de calcita esparítica en PMCV04.

Son individuos de matriz no calcárea, bimodal y ópticamente activa, de coloración marrón degradado en PMCV04 y marrón oscuro en PMCV18 por la post-cocción oxidante. Predomina la fracción gruesa con inclusiones de cuarzo y fragmentos de roca granítica que pueden llegar a medir 1.7 mm y con una moda de 0.25 mm. El *sorting* es entre bueno y moderado. Las inclusiones graníticas son ecuantes subangulares y raramente elongadas mientras que las inclusiones micríticas son ecuantes redondeadas y de menor tamaño, sin llegar a superar el 0.6 mm.

La fracción fina <0.05 mm es relativa, formada sobre todo por los clinopiroxenos, anfíboles, cuarzo y biotita.

La porosidad es relativa, con meso *voughs*, meso y micro *vesicles* y canales paralelos, con algún macro vough >1 mm.

Fábrica 1.3 (PMCV-1.3): Este sub-grupo está formado por los individuos PMCV17 y PMCV22 que se caracterizan por su abundante contenido en biotita, muy superior al resto de muestras graníticas (Lám. 30, 1A-1C).

Están formados por inclusiones graníticas de cuarzo, mono y policristalino, feldespato potásico, plagioclasa, frecuentemente alterada a sericita y fragmentos de roca granítica que en ocasiones contienen inclusiones accesorias de piroxeno. Junto con esta composición, se destaca el contenido muy abundante de biotita, tanto en fracción gruesa como fina. Se observa también aportaciones sedimentarias de *mudstone* y de *sandstone*, formado principalmente por cuarzo y feldespatos. De forma accesoria se identifican clinopiroxenos, epidota, que en PMCV22 aparece como parte la composición principal y de tamaño mayor, hasta 0.4 mm, anfíboles y algunos escasos circones (PMCV22).

Por su parte, las matrices son no calcáreas, con una actividad óptica muy débil, bimodales, de color gris, más oscuro en PMCV17.

Predomina la fracción gruesa que con frecuencia supera 1.2 mm en cuarzo, feldespato y roca granítica. Las inclusiones tienen formas tanto ecuantes como elongadas, entre subangulares y subredondeadas, con un *sorting* moderado y una moda de inclusiones de 0.15-0.20 mm. Por otra parte, PMCV22 presenta una fracción gruesa relativa, mientras que la fracción fina es abundante.

La fracción fina <0.05 mm es relativa, con abundante presencia de biotita, cuarzo y epidota, también elongados y ecuantes, entre angulares y subangulares o bien redondeados, con menor frecuencia.

La porosidad es relativa, con meso *voughs* amorfos, algunos macro *voughs* > 1.5 mm y meso y micro *vesicles*.

Fábrica 1.4 (PMCV-1.4): El individuo PMCV49, a pesar de que composicionalmente se correspondería con la anterior sub-fábrica biotítica, dista de ella por su textura y matriz (Lám. 30,1D).

Su composición es principalmente granítica, con cuarzos, feldespatos potásicos, plagioclasas, que pueden aparecer alteradas a sericitas, fragmentos de roca granítica y biotita en cantidades abundantes. Junto con estas inclusiones, se observan *mudstone*s y *sandstone*s con alto contenido en cuarzo e inclusiones ferruginosas. Como minerales accesorios se identifica clinopiroxeno y epidota.

PMCV49 es un individuo de matriz no calcárea, ópticamente inactiva, bimodal y de color negro intenso por la cocción y post-cocción reductora. La fracción gruesa es dominante con fragmentos >0.6 mm que en cuarzos y fragmentos de roca granítica pueden alcanzar los 1.8 mm. Predominan las formas ecuantes entre subangulares y subredondeadas y en menor frecuencia las elongadas subangulares. Su *sorting* es entre bueno y moderado.

La fracción fina <0.05 mm es relativa, compuesta por fragmentos de cuarzo, biotita, epidota y clinopiroxeno de formas tanto ecuantes como elongadas.

La porosidad es relativa, predominando los canales finos y alargados, con tendencia paralela, las micro *vesicles* de <0.03 mm y algunos *voughs* de mayor tamaño, uno de los cuales alcanza los 1.8 mm.

Fábrica 1.5 (PMCV-1.5): PMCV15 y PMCV30 forman este sub-grupo cuya principal característica reside en su textura mucho más fina, con la fracción rara fracción gruesa y escasa fracción fina en PMCV30 y relativa en PMCV15 y *sorting* muy entre pobre y muy pobre (Lám. 30, 1E-1H).

Las inclusiones de este sub-grupo son principalmente de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y su alteración a sericita, biotita y fragmentos de roca granítica, que en PMCV15 pueden aparecer como microgranitos micrográficos. Los minerales accesorios son clinopiroxenos y se identifica un *sandstone* de matriz ferruginosa (PMCV30) y algunos *sandstone*s de cuarzo completo y saturado (PMCV15).

La matriz es no calcárea, con tendencia micácea, mucho más acusada en PMCV15, ópticamente activa y de coloración degradada de marrones por la post-

cocción oxidante. La fracción gruesa es <1 mm, con muy escasos fragmentos que superan esta medida y *sorting* bueno. La formas tienden a ser ecuantes y con menor presencia, elongadas, entre subangulares y subredondeadas. Se caracteriza por la escasez de fracción gruesa, que no supera la frecuencia del 15% y, por tanto, mucho más finas que el resto de individuos graníticos.

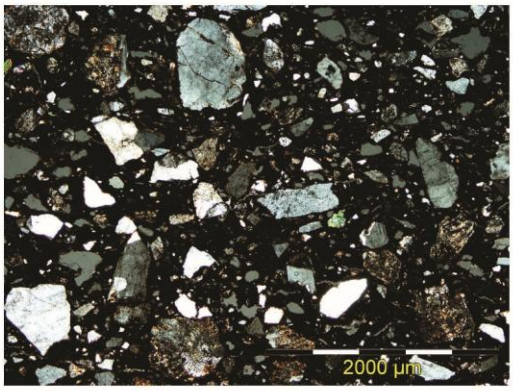
La porosidad es escasa, con algunas meso y micro *vesicles* y raros meso *voughs* y solamente un macro canal en PMCV15.

A pesar de tener estas características y composición común, no puede considerarse que sean dos individuos idénticos, ya que PMCV30 es mucho más fina, con menos inclusiones que PMCV15, individuo que contiene presencia de inclusiones sedimentarias de las que carece PMCV30.

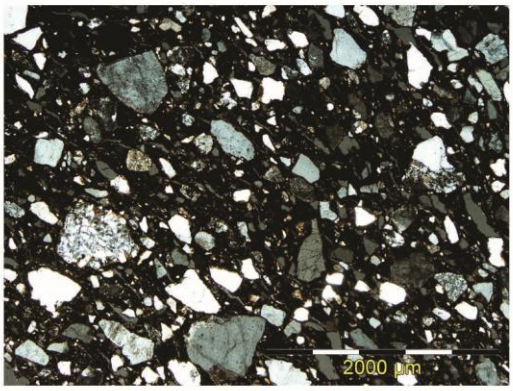
- *Fábricas graníticas y metamórficas*

El segundo conjunto de individuos se caracteriza por la composición granítica con aportación metamórfica, sobre todo de fillitas y cuarcitas. Dentro de este conjunto, se identifican dos tendencias, una con aportación metamórfica accesoria y, por tanto, con predominio de la composición granítica (Fábricas 2.1 a 2.3) y otra donde la presencia metamórfica es más abundante (Fábricas 2.4 a 2.7).

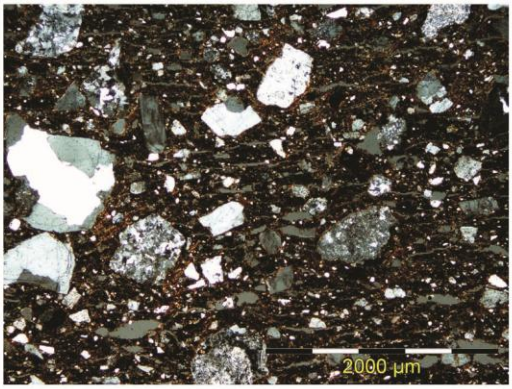
En este grupo se identifican inclusiones de cuarzo mono y policristalino, feldespato potásico, plagioclasa, con frecuencia alterada a sericita, biotita y fragmentos de roca granítica (Lám. 31). Cabe destacar que PMCV14 contiene de forma relativamente abundante inclusiones graníticas con alta aportación de moscovita a modo de intercrecimiento con el cuarzo, el feldespato potásico y la biotita, y también algunas texturas mirmequíticas, mientras que en PMCV02 hay fragmentos de microgranitos con textura granofírica y en PMCV28 microgranitos micrográficos. Junto con estas inclusiones, se distinguen fragmentos de rocas sedimentarias, generalmente *mudstone*s o *sandstone*s de matriz silícea (PMCV08) o calcárea (PMCV24) que en ocasiones contiene clastos de biotita, como en PMCV14.



1A- PMCV04 (40x, XPL)



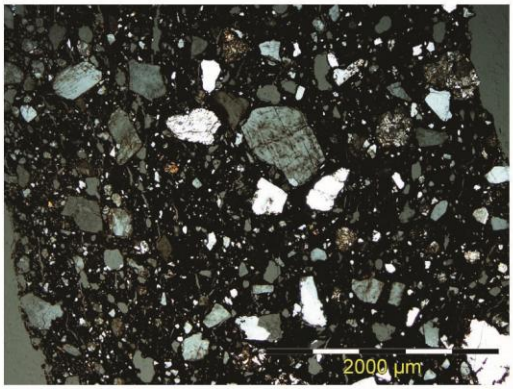
1B- PMCV12 (40x, XPL)



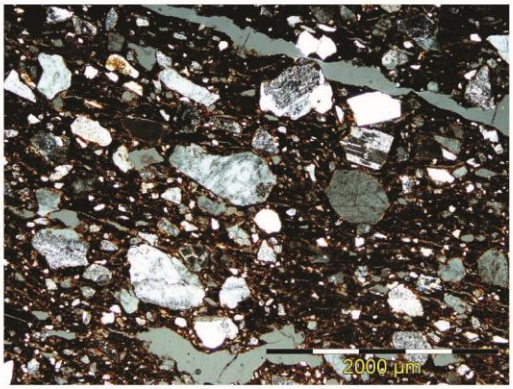
1C- PMCV34 (40x, XPL)



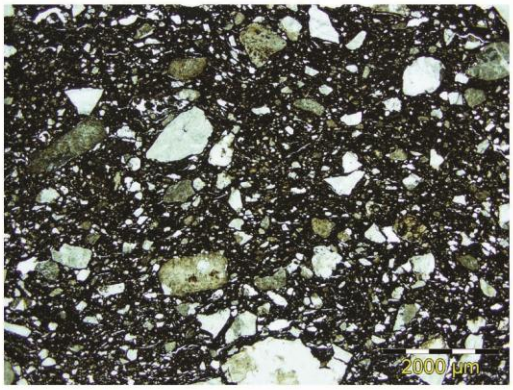
1D- PMCV34 (20x, XPL)



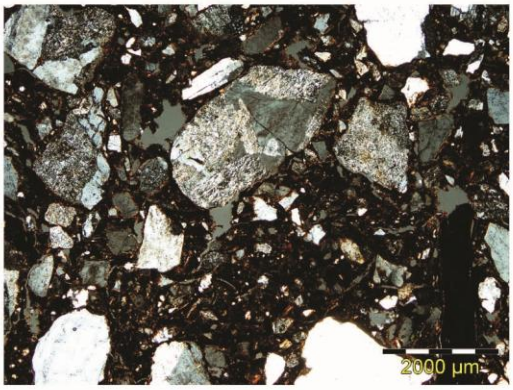
1E- PMCV38 (40x, XPL)



1F- PMCV42 (40x, XPL)

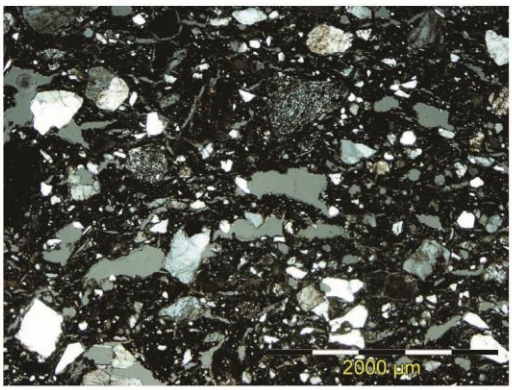


1G- PMCV52 (20x, XPL)

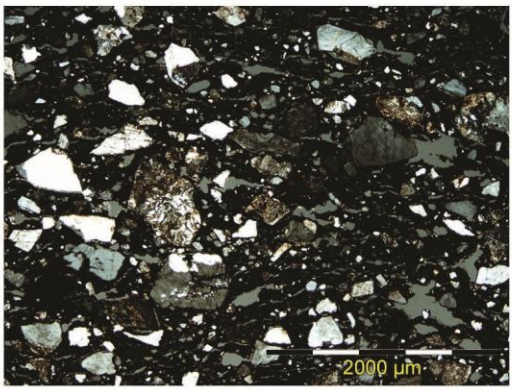


1H- PMCV53 (40x, XPL)

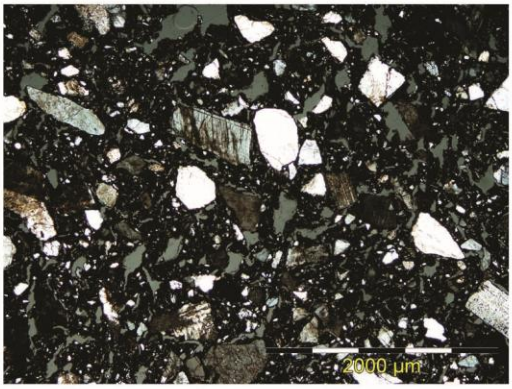
Lám. 28. Micro fotografías de Plaça Major de Castellar del Vallès: Grupo Granítico



1A- PMCV05 (40x, XPL)



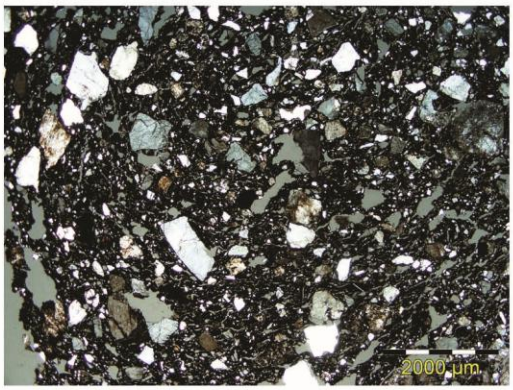
1B- PMCV07 (40x, XPL)



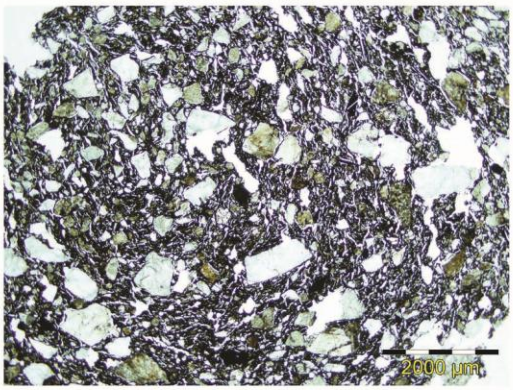
1C- PMCV16 (40x, XPL)



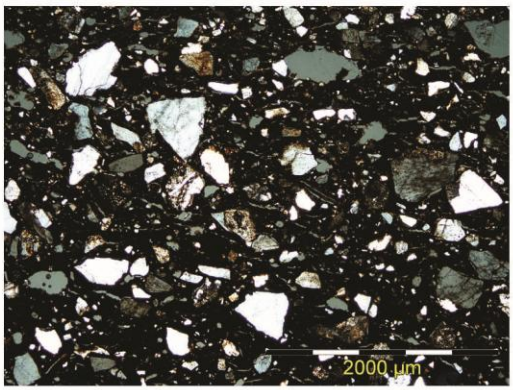
1D- PMCV29 (20x, XPL)



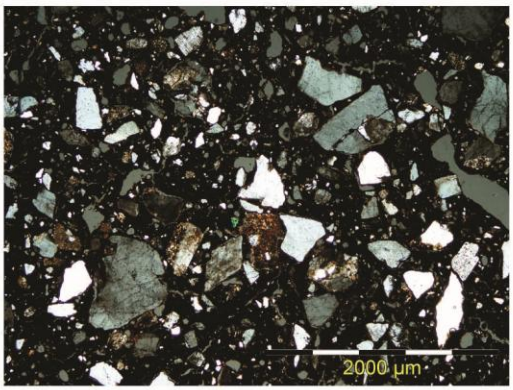
1E- PMCV33 (20x, XPL)



1F- PMCV33 (20x, PPL)

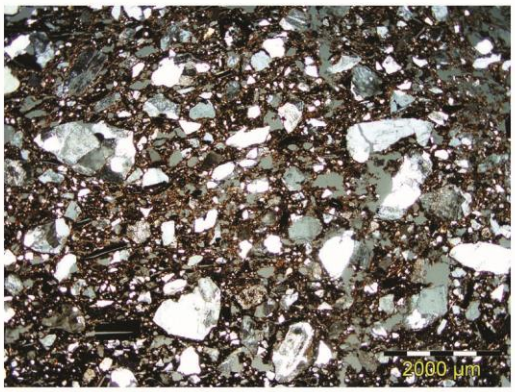


1G- PMCV04 (20x, XPL)

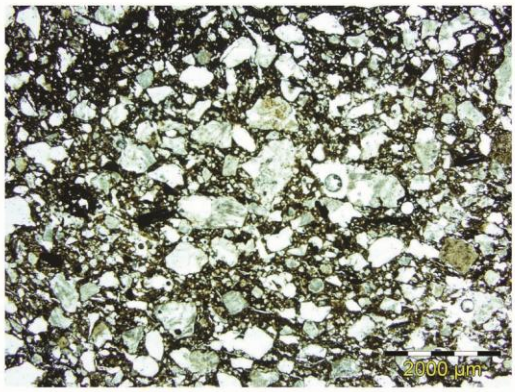


1H- PMCV18 (40x, XPL)

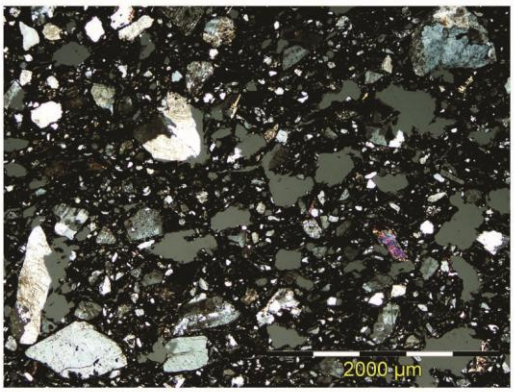
Lám. 29. Micro fotografías de Plaça Major de Castellar del Vallès: 1A-1F, Grupo PMCV-1.1; 1G-1H, Grupo PMCV- 1.2



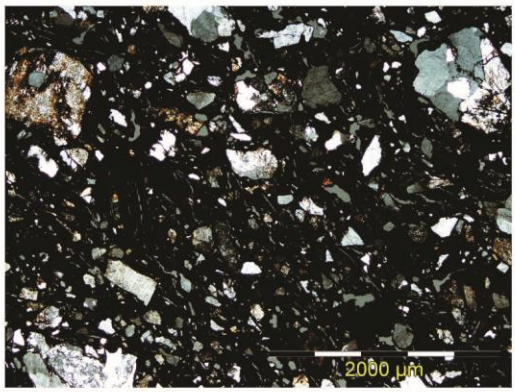
1A- PMCV17 (20x, XPL)



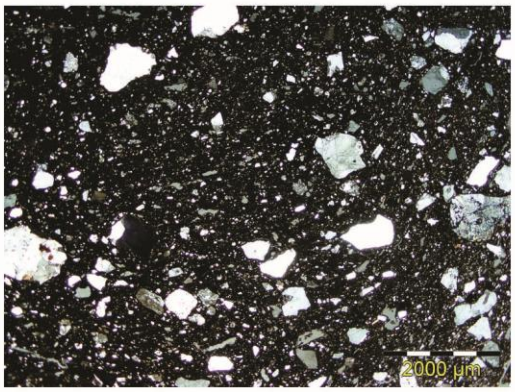
1B- PMCV17 (20x, PPL)



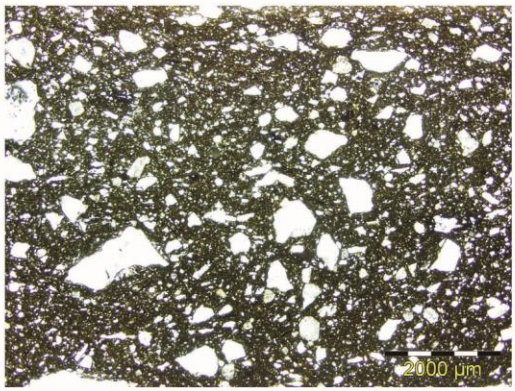
1C- PMCV22 (40x, XPL)



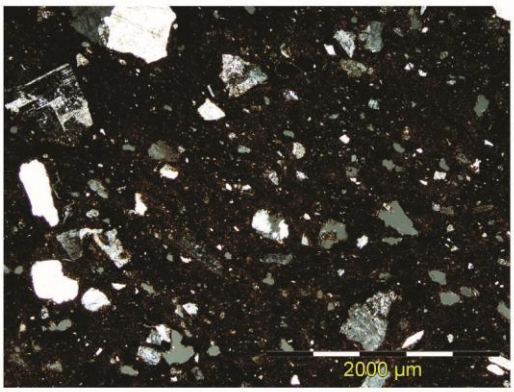
1D- PMCV49 (40x, XPL)



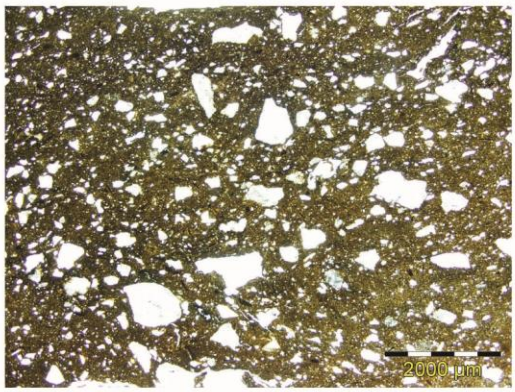
1E- PMCV15 (20x, XPL)



1F- PMCV15 (20x, PPL)



1G- PMCV30 (40x, XPL)



1H- PMCV30 (20x, PPL)

Lám. 30. Micro fotografías de Plaça Major de Castellar del Vallès: 1A-1C, Grupo PMCV-1.3; 1D, Grupo PMCV- 1.4; 1E-1H, Grupo PMCV-1.5

La aportación metamórfica se observa con fillitas y cuarcitas y con inclusiones metamórficas granoblásticas formadas por cuarzo, feldespato potásico, aportaciones ferruginosas y micáceas (PMCV08, PMCV24, PMCV39, PMCV41, PMCV47) o inclusiones pizarrosas de micas, cuarzos y feldespatos (PMCV02, PMCV10, PMCV41). En PMCV28 se observa alguna inclusión granoblástica con abundancia de clinopiroxeno y cuarzo. En PMCV02, PMCV10, PMCV24 y PMCV39 se identifican algunos esquistos de pequeño tamaño <0.6 mm. En PMCV55 hay esquistos con moscovita y cuarzo de >0.6 mm y esquistos silíceos de mayor tamaño, hasta 0.6 mm.

Los minerales accesorios identificables son clinopiroxeno (PMCV02, PMCV20, PMCV24, PMCV28, PMCV41, PMCV47, PMCV54, PMCV55), epidota (PMCV02, PMCV10, PMCV20, PMCV24, PMCV28, PMCV39, PMCV41, PMCV47, PMCV54, PMCV55), moscovita (PMCV41), chert (PMCV10, PMCV39) e inclusiones ferruginosas (PMCV02, PMCV10, PMCV24, PMCV28, PMCV41). En PMCV02 y PMCV55 se observan inclusiones opacas redondeadas ecuantes.

Estos individuos son de matrices no calcáreas y bimodales, pero se pueden distinguir dos tendencias en su textura. Por una parte, seis individuos, PMCV10, PMCV14, PMCV24, PMCV39 y PMCV41 presentan tonalidades marrones degradadas, más oscuro en los bordes y más claras en el centro, a excepción de PMCV24, que es marrón monocroma. La actividad óptica es mixta, con zonas levemente activas y otras completamente inactivas en cada pieza. Por otra parte en PMCV47, PMCV54 y PMCV55 se observa una coloración gris negra monocroma y degradada en PMCV02, PMCV08, PMCV20 y PMCV28, en ambos casos fruto de la cocción y post-cocción reductora. La actividad óptica de estos individuos grises es también mixta, con zonas levemente activas y otras inactivas.

Predomina la fracción gruesa que supera los 0.5 mm y que en fragmentos de roca granítica, cuarzos e inclusiones metamórficas puede alcanzar tamaños superiores pero que no superan los 1.9 mm en ningún caso. La moda está entre 0.20-0.25 mm, inferior en PMCV28 y PMCV55, con moda de 0.15 mm y superior en PMCV54, que se sitúa en 0.30 mm. Respecto a la forma, se observan tanto inclusiones ecuantes como elongadas sin un claro predominio de una forma sobre otra, entre subangulares y subredondeadas. Las diferencias texturales se aprecian también en la frecuencia de las inclusiones, de forma que las muestras de matriz marrón presentan un 25% de inclusiones gruesas, mientras que los individuos grises contarían con una proporción mayor alrededor del 30%. En ambos casos, el *sorting* es entre moderado y bueno.

La fracción fina <0.05 mm es relativa, con inclusiones de cuarzo, biotita y los minerales accesorios de clinopiroxeno, epidota y moscovitas.

La porosidad es también irregular, con micro *voughs* y *vesicles* (PMCV10, PMCV24, PMCV39), meso *voughs* y *vesicles* (PMCV08, PMCV10, PMCV41) y macro vouhgs >0.8 mm (PMCV08, PMCV55).

Cabe destacar la presencia de un outlier, PMCV45, que a grandes rasgos presenta la misma composición que el resto del grupo. Como particularidades, cabe mencionar la presencia de inclusiones de epidota dentro de los fragmentos de roca granítica e inclusiones sedimentarias, tanto *mudstone*s como *sandstone*s silíceos. Además de las inclusiones accesorias de clinopiroxeno y epidota, presentes en todos los individuos, también se identifica anfíbol verde y hornblenda. Texturalmente se relaciona con los individuos de matriz marrón, pero con las inclusiones gruesas de mayor tamaño, pudiendo llegar a superar los 2 mm.

Al igual que en el grupo granítico, los difractogramas de todos los individuos metamórficos, incluyendo los diversos sub-grupos, presentan resultados muy similares, con presencia de picos de cuarzo y feldespato potásico. Los individuos PMCV47, PMCV26 y PMCV44 se caracterizan por la ausencia de plagioclasa y picos muy bajos de feldespato potásico. En todos los demás individuos, se observan plagioclasa, con picos poco intensos en PMCV08, PMCV28, PMCV40, PMCV47 y PMCV55.

Se observan picos de filosilicatos en PMCV06, PMCV20, PMCV24, PMCV31, PMCV32, PMCV45 y PMCV47, indicanto una TCE <900º. Por el contrario, predominan los individuos con la illita-moscovita descompuesta (PMCV02, PMCV08, PMCV11, PMCV23, PMCV26, PMCV28, PMCV34, PMCV38 y PMCV54) o bien en fase avanzada de descomposición, los cuales, a su vez, presentan picos de espinela de tipo hercinita evidenciando una TCE entre 950-1000º. Solamente en PMCV34 se observan hematitas, por lo que la TCE de este individuo estaría en los 1000º.

Solamente dos individuos presentan picos de calcita, PMCV02 y PMCV06. Finalmente, a diferencia del grupo granítico, en las muestras metamórficas el piroxeno es más escaso, con ligeros picos poco intensos en PMCV06, PMCV20 PMCV34, PMCV45 y PMCV46.

Fábrica 2.1 (PMCV-2.1): Los individuos PMCV11 y PMCV31 se caracterizan por la presencia muy abundante de metamorfismo, en cantidades muy superiores a las demás muestras de este grupo (Lám. 32, 1A-1C).

Su composición se basa en evidencias graníticas con cuarzo mono y policristalino, feldespato potásico, biotita, fragmentos de roca granítica y abundancia de inclusiones metamórficas filíticas, esquistos de cuarzo y mica, algunos fragmentos granoblásticos de materiales graníticos y micáceos y fragmentos de rocas metamórficas polimórficas de moscovita y cuarzo.

Se observan también inclusiones sedimentarias de *sandstone* cuarzoso completo y como minerales accesorios hay clinopiroxeno y epidota. Además, en PMCV11 se aprecia calcita secundaria, algunas inclusiones opacas redondeadas y hornblenda y en PMCV31 algunas moscovitas.

Las pastas son no calcáreas, bimodales, de color negro y con zonas ópticamente activas e inactivas en el mismo individuo. Predomina la fracción gruesa de inclusiones metamórficas y graníticas, superando los 2 mm de tamaño, con formas elongadas subredondeadas y subangulares y menos frecuentes, ecuantes entre subangulares y subredondeadas. El *sorting* es entre moderado y pobre, lo que dificulta una moda uniforme, percibiéndose abundancia de fragmentos de 0.35 mm, así como de 0.20 mm.

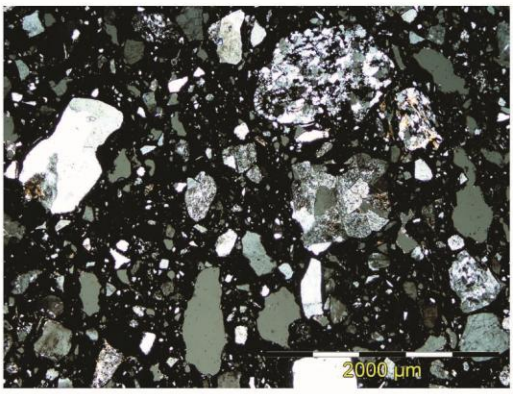
La fracción fina <0.05 mm es relativa, especialmente de clinopiroxeno, epidota, cuarzo y biotita. Respecto a la porosidad, es relativa, más abundante en PMCV11 que en PMCV31, con meso *voughs* y micro *vesicles* de hasta 0.8 mm y solamente en PMCV11 se aprecian algunos macro *voughs* de hasta 1.5 mm.

Fábrica 2.2 (PMCV-2.2): El individuo PMCV26 (Lám. 32, 1E-1F) se considera por separado por la ausencia de aportación granítica, propia de todas las muestras de este yacimiento.

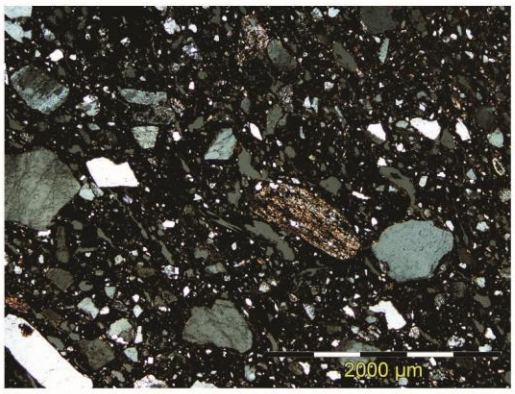
Su composición se limita a fragmentos de cuarzo ecuantes subredondeados o subangulares <0.3 mm y raramente hasta 0.6 mm e inclusiones gruesas de fillita tanto elongada como ecuante subredondeadas que pueden alcanzar los 2.8 mm.

La matriz es no calcárea, ligeramente micácea, bimodal, ópticamente activa y de tonalidad degradada en marrones. La fracción gruesa es escasa, con frecuencia del 10%, y *sorting* pobre, mientras que la fracción fina es abundante, formada por cuarzo ecuante y mica elongada.

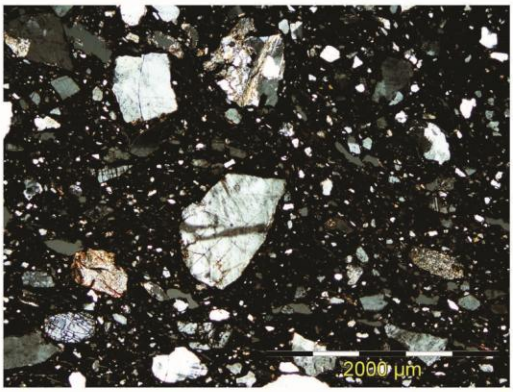
La porosidad es escasa, con meso *voughs* elongados y meso canales de hasta 1 mm. Solamente uno de estos orificios alcanza 1.2 mm.



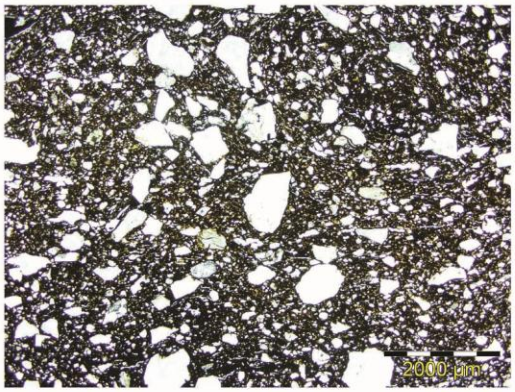
1A- PMCV08 (40x, XPL)



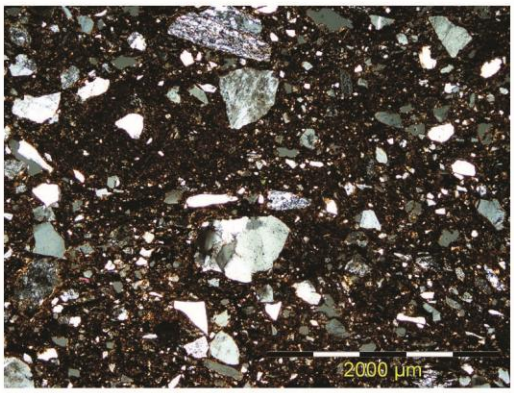
1B- PMCV10 (40x, PPL)



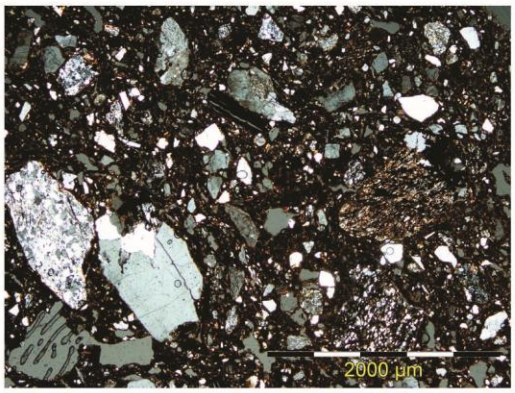
1C- PMCV14 (40x, XPL)



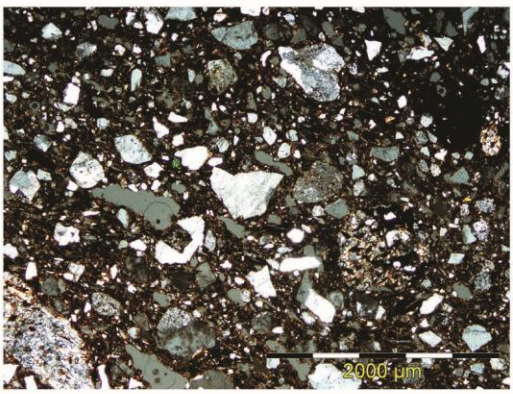
1D- PMCV14 (20x, PPL)



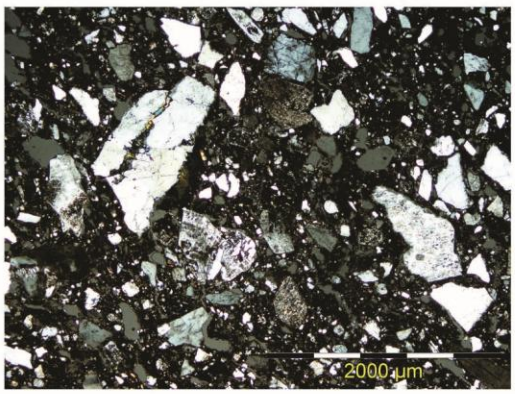
1E- PMCV24 (40x, XPL)



1F- PMCV39 (40x, XPL)

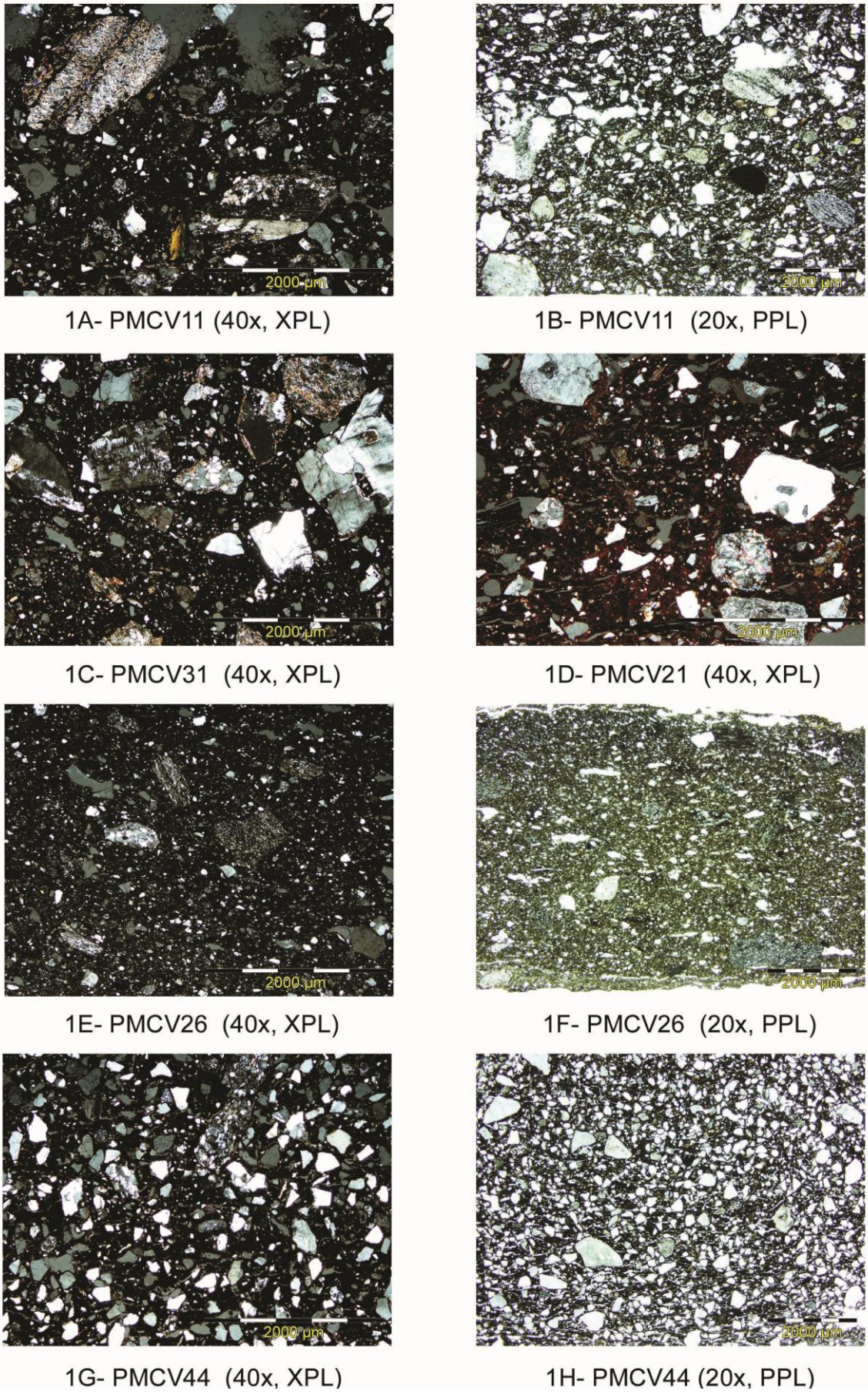


1G- PMCV41 (40x, XPL)

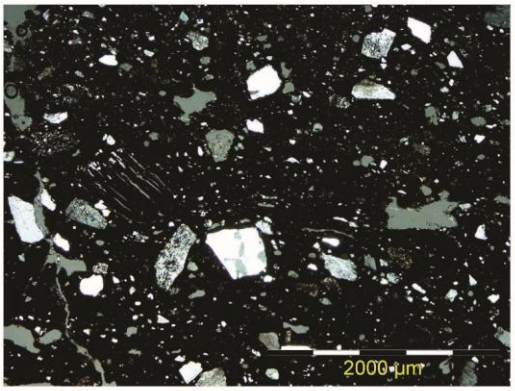


1H- PMCV54 (40x, XPL)

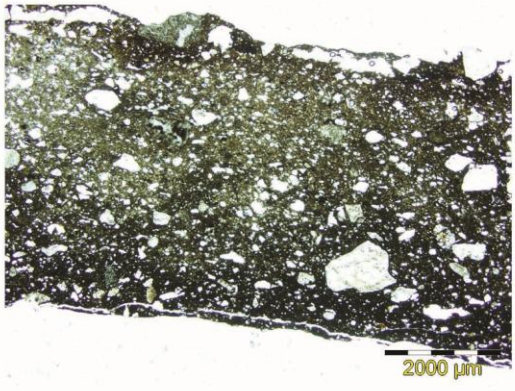
Lám. 31. Micro fotografías de Plaça Major de Castellar del Vallès: Grupo Metamórfico



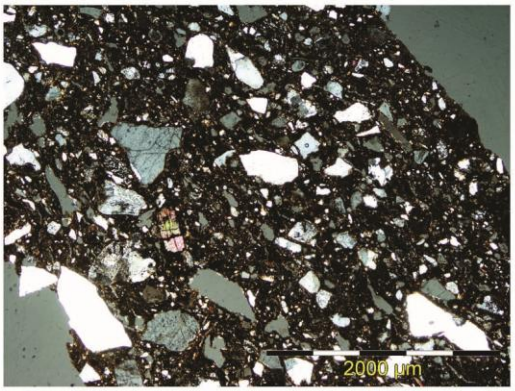
Lám. 32. Micro fotografías de Plaça Major de Castellar del Vallès: 1A-1C, Grupo PMCV-2.1; 1D, Grupo PMCV- 2.3; 1E-1F, Grupo PMCV-2.2;1G-1H, Grupo PMCV-2.4



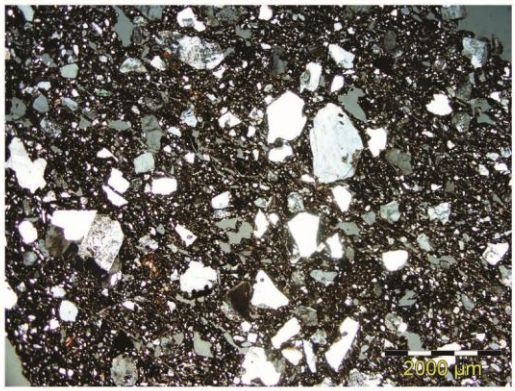
1A- PMCV06 (40x, XPL)



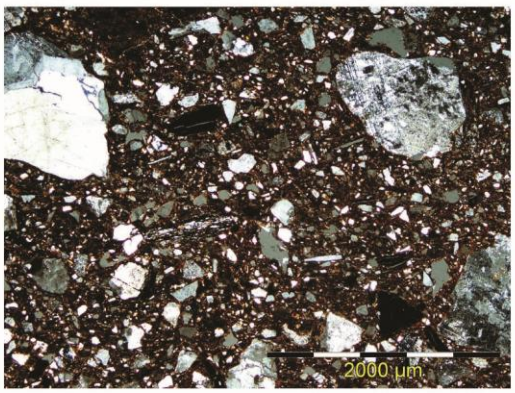
1B- PMCV06 (20x, PPL)



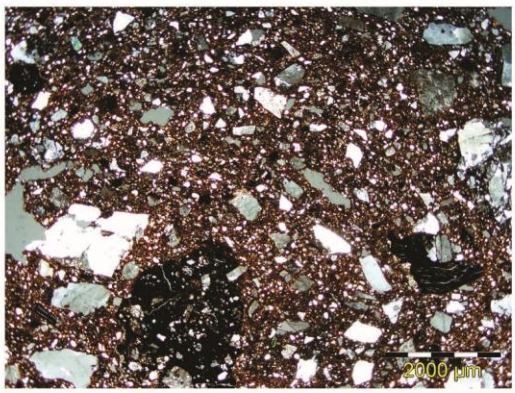
1C- PMCV40 (40x, XPL)



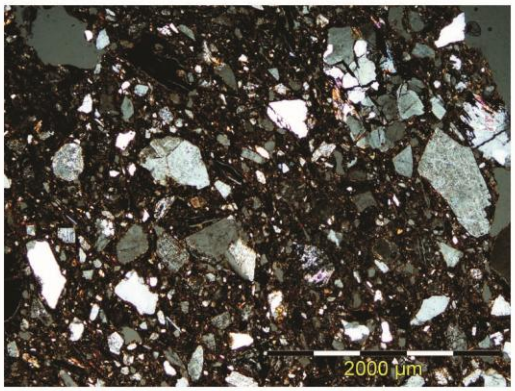
1D- PMCV43 (40x, XPL)



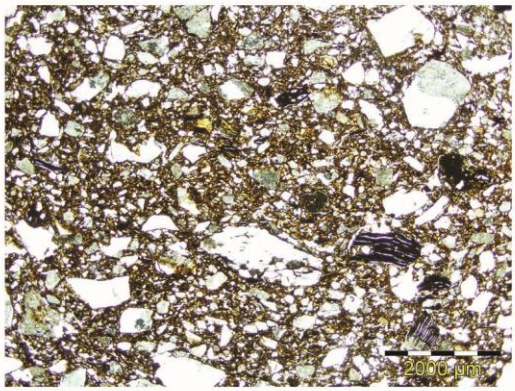
1E- PMCV25 (40x, XPL)



1F- PMCV50 (20x, XPL)

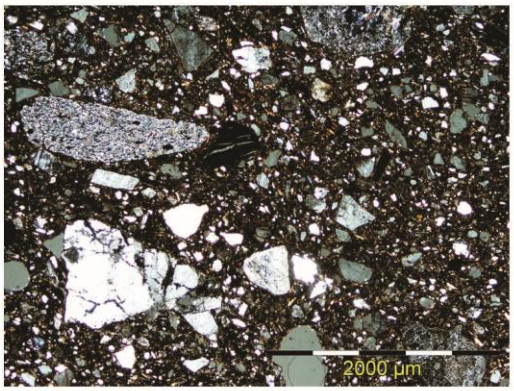


1G- PMCV46 (40x, XPL)

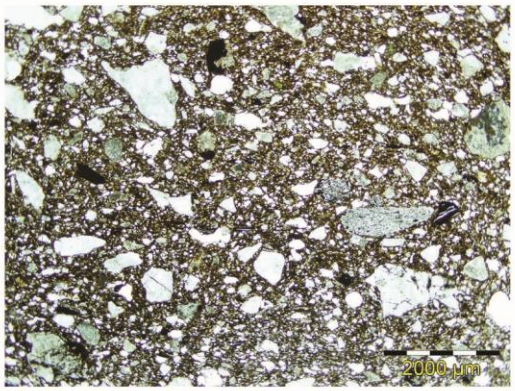


1H- PMCV46 (20x, PPL)

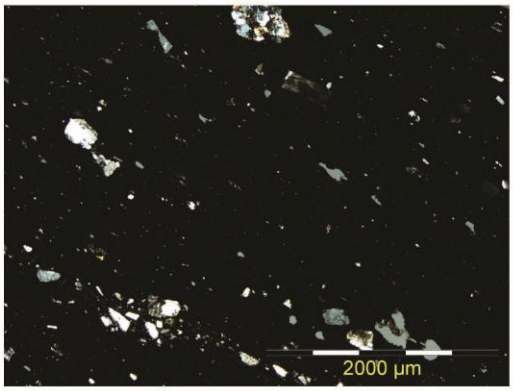
Lám. 33. Micro fotografías de Plaça Major de Castellar del Vallès: 1A-1D, Grupo PMCV-2.5; 1E-1H, Grupo PMCV- 2.6



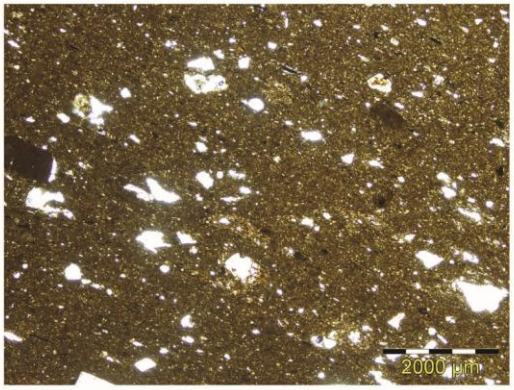
1A- PMCV01 (40x, XPL)



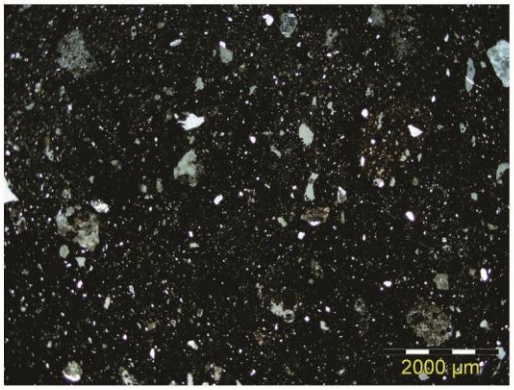
1B- PMCV01 (20x, PPL)



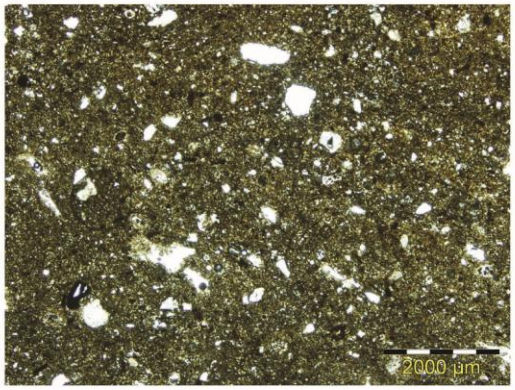
1C- PMCV19 (40x, XPL)



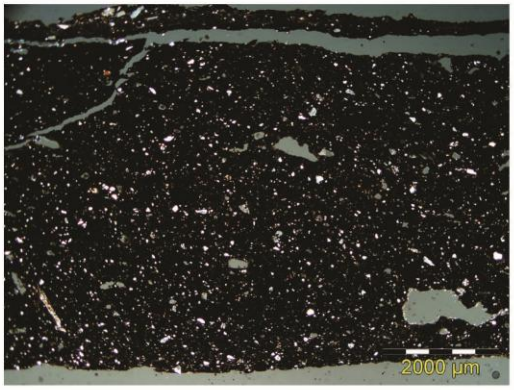
1D- PMCV19 (20x, PPL)



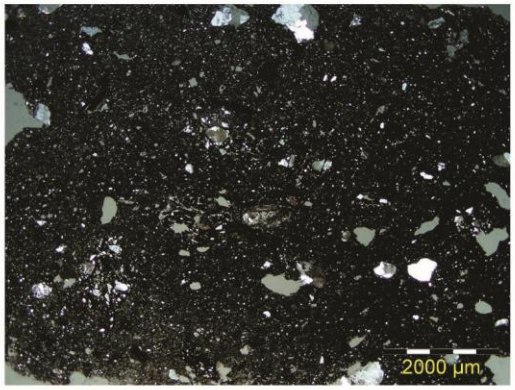
1E- PMCV35 (20x, XPL)



1F- PMCV35 (20x, PPL)



1G- PMCV13 (20x, XPL)



1H- PMCV27 (20x, XPL)

Lám. 34. Micro fotografías de Plaça Major de Castellar del Vallès: 1A-1B, Grupo PMCV-2.7; 1E-1F, Calcáreas; 1G-1H, Loners

Fábrica 2.3 (PMCV-2.3): El individuos PMCV21 puede considerarse como una sub-fábrica en sí mismo por sus particularidades texturales que le diferencian del resto de individuos granítico-metamórficos (Lám. 32, 1D).

Su composición es similar a la descrita en las generalidades del conjunto, con presencia de inclusiones graníticas de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa alterada a sericita, biotita y fragmentos de roca granítica. Cabe destacar que el feldespato potásico aparece alterado con una tonalidad verde amarillenta.

Junto con esta composición, abundan las inclusiones metamórficas polimórficas compuestas por moscovita, cuarzo, plagioclasa y aportaciones ferruginosas que pueden también incluir alguna biotita. Esta presencia metamórfica es abundante y como parte de la fracción gruesa, pudiendo alcanzar 1.5 mm.

Los minerales accesorios observados son únicamente epidota y moscovita, aunque cabe mencionar la presencia de una biotita alterada a clorita.

La matriz es no calcárea, bimodal, levemente ópticamente activa y de color naranja. La fracción gruesa es predominante y heterométrica, con *sorting* entre bueno y moderado, pero con inclusiones de gran tamaño >1 mm y con moda de 0.25 mm, que tienden a ser ecuantes entre subangulares y subredondeadas. Esta abundancia de inclusiones gruesas crea la sensación óptica de que la fracción fina podría considerarse hasta <0.1 mm. Esta fracción es relativa y está formada por todos los tipos de inclusiones descritos para este sub-grupo.

La porosidad es también relativa e irregular, con *voughs* amorfos de hasta 1 mm y algunos canales.

Fábrica 2.4 (PMCV-2.4): El individuo PMCV44 tiene una composición granítica con aportación sedimentaria y de forma escasa, inclusiones metamórficas.

Predominan las inclusiones graníticas de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita (Lám. 32, 1G-1H). Los fragmentos de roca granítica son muy escasos. Se observa también abundante aportación sedimentaria de chert, *sandstone*s de cuarzo saturado y completo y algunas micritas. Por otra parte, de forma accesoria se encuentran algunas fillitas y cuarcitas, así como epidota de forma muy escasa.

Además de la abundante presencia de chert, su principal característica es la textura de tendencia unimodal. La matriz es no calcárea, de color marrón muy oscuro y ópticamente inactiva. A pesar de que se hallan algunas inclusiones gruesas de 1 mm y una inclusión de 2.2 mm, esta fracción gruesa es muy escasa. Por otra parte, predominan

las inclusiones entre 0.15 y 0.25 mm, ecuantes subangulares o subredondeadas. La fracción fina <0.05 mm es relativa y el podría definirse como *sorting* bueno.

La porosidad es también relativa, con meso *voughs* y *vesicles* de hasta 0.3 mm y solamente algunos escasos macro *voughs* >1 mm.

Fábrica 2.5 (PMCV-2.5): Esta fábrica incluye los individuos PMCV06, PMCV40 y PMCV43 que tienen en común la escasa presencia de materiales de origen metamórfico, que quedan como componentes accesorios y, a su vez, las abundantes inclusiones calcáreas (Lám. 33, 1A-1D).

La composición principal es granítica, con cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y su alteración a sericita, biotita y fragmentos de roca granítica, en ocasiones con texturas micrográficas (PMCV40).

Junto con estas inclusiones y de forma menos frecuente, se identifican micritas calcáreas, algunas calcitas esparíticas y algunos *sandstone*s cuarzosos o de matriz silícea. Además, en PMCV43 aparecen algunos *sandstone*s de matriz marronácea con inclusiones graníticas y calcáreas. Por su parte, las inclusiones metamórficas se identifican como fillitas, pizarras y en PMCV40 cuarcitas.

Como minerales accesorios se encuentran algunos clinopiroxenos y epidota, en PMCV06 se observan inclusiones opacas, en PMCV43 hay moscovita y en PMCV40 y PMCV43 algunos anfíboles verdes.

Las matrices son no calcáreas, ligeramente micáceas, ópticamente activas y de color marrón en PMCV40 y PMCV43 por la post-cocción oxidante y gris degradado en PMCV06, evidenciándose como pieza de cocción reductora. La textura es bimodal, con *sorting* moderado y abundancia de la fracción gruesa, con una frecuencia del 30% en PMCV40 y PMCV43, mientras que en PMCV06 escasa, con abundante fracción fina.

La fracción gruesa está formada por inclusiones tanto ecuantes, en fragmentos graníticos, cuarzo, *sandstone*s y cuarcitas, como elongados, sobre todo en micritas e inclusiones calcáreas y en las fillitas y pizarras, así como algunos granitos, entre subangulares y subredondeados. La moda está en 0.25 mm y los tamaños mayores corresponden a fragmentos de roca granítica, que alcanzan los 1.8 mm, seguidos de las inclusiones calcáreas que en PMCV43 pueden llegar a los 1.5 mm.

La fracción fina <0.05 mm es relativa en PMCV40 y PMCV43 y abundante en PMCV06, formada sobre todo por cuarzos, feldespatos, plagioclasa alterada a sericita, biotita, clinopiroxeno, epidota, algunas micritas y moscovita en PMCV43.

La porosidad es relativa, especialmente representada como *mesovoughs* y meso *vesicles* y algunos macro *voughs*, presentes en las tres muestras.

Fábrica 2.6 (PMCV-2.6): PMCV25, PMCV46 y PMCV50 se caracterizan por la escasez de inclusiones metamórficas y la abundancia de biotita, dentro de su composición principalmente granítica (Lám. 33, 1E-1H). Abundan el cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, frecuentemente alterada a sericita, biotita y fragmentos de roca granítica. Se identifican también sedimentarias de tipo *sandstone* de matriz silícea o ferruginosa con inclusiones flotantes de cuarzo, plagioclasa alterada a sericita y clinopiroxeno y algunos *mudstone*. Las inclusiones metamórficas se limitan a escasas fillitas y cuarcitas.

Como minerales accesorios, se observan clinopiroxenos, epidota, moscovita, anfíboles e inclusiones ferruginosas. Cabe destacar la presencia de alteraciones en algunos feldespatos, hacia una coloración amarillenta y de algunos cuarzos, que aparecen con inclusiones de anfíboles.

Las matrices son no calcáreas, de coloración marrón por la post-cocción oxidante y ópticamente inactivas. La textura es bimodal con abundancia de fracción gruesa, sobre todo en fragmentos de roca granítica, *sandstone*s, cuarzos y biotitas, que pueden superar los 2 mm, y con biotitas de hasta 1.6 mm. Son inclusiones heterométricas entre las que abundan los fragmentos de 0.20-0.30 mm. Las formas son ligeramente más ecuantes que elongadas, entre subangulares y subredondeadas y un *sorting* entre pobre y moderado. Por su parte, la fracción fina <0.05 mm es relativa, formada por los minerales accesorios, así como cuarzos y biotitas. El *sorting* es entre moderado y pobre.

La porosidad es relativa formada por meso *vesicles* y macro *voughs* amorfos de hasta 1.5 mm, con la excepción de PMCV25, donde se encuentra una cavidad de 2.5 mm. Por otra parte, los canales están ausentes en este grupo.

Fábrica 2.7 (PMCV-2.7): La última fábrica está formada por PMCV01 y PMCV32, cuya principal característica es la matriz micácea y abundante epidota (Lám. 34, 1A-1B).

La composición de estos individuos es igualmente granítica, con cuarzo, feldespato potásico, biotita, plagioclasa y fragmentos de roca granítica. Así mismo, abundan también las inclusiones sedimentarias de *sandstone* de matriz ferruginosa o

silícea. Las aportaciones metamórficas son fillitas y algunas cuarcitas, escasas pero muy gruesas, con un fragmento en PMCV32 que supera los 2 mm.

Se identifica abundante epidota de tamaño fino, así como clinopiroxeno y anfíboles verdes. Estos anfíboles se encuentran tanto como inclusiones aisladas como en intercrecimientos de rocas graníticas y cuarzos.

Las matrices son no calcáreas, micáceas, con actividad óptica levemente activa y de color marrón que en PMCV01 se oscurece a negro en la cara exterior. Predomina la fracción gruesa con moda de 0.20 mm, con tamaños hasta 2 mm, tanto elongados como ecuantes, entre subangulares y subredondeados. La fracción fina <0.05 mm es escasa, excepto en la epidota, donde es abundante. El *sorting* es entre moderado y bueno.

La porosidad es relativa, con meso *voughs* y meso *vesicles* que no superan 1 mm de tamaño.

- *Fábrica fina calcárea*

La fábrica PMCV-3 (Lám. 34, 1C-1F), formada por PMCV19 y PMCV35 se puede definir como fina calcárea, por la textura mucho más fina que los demás individuos y por la mayor presencia de inclusiones calcáreas.

La fracción gruesa está formada por inclusiones de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa alterada a sericita, fragmentos de roca granítica, biotita, *sandstone* cuarzoso saturado, *sandstone* de matriz calcárea y micrita. Se aprecian también inclusiones opacas y otras arcillosas. Como mineral accesorio, únicamente se detectan algunos clinopiroxenos en PMCV19.

Esta fracción gruesa es muy escasa, hasta 0.7 mm y con raros fragmentos superiores a 1 mm de tamaño. Predominan las formas ecuantes entre subangulares y subredondeadas, con un *sorting* pobre.

La fracción fina es también escasa, principalmente formada por biotita, cuarzo y micrita, así como las inclusiones opacas en PMCV35 y el clinopiroxeno en PMCV19 que puede aparecer en intercrecimiento con fragmentos gruesos de cuarzo o granito.

La pasta de PMCV19 es calcárea, con actividad óptica leve y de coloración marrón homogénea y compacta. Por el contrario, PMCV35 presenta una pasta heterogénea que podría deberse a la mezcla de arcillas, con zonas marrones y grises. En esta última se aprecia abundancia de material calcáreo en la matriz, por lo que podría considerarse la mezcla de una pasta calcárea con otra arcilla no calcárea.

La porosidad es escasa con micro y meso *vesicles* y escasos *voughs* amorfos de >1 mm.

Los difractogramas de este grupo revelan una TCE alta >950º por la descomposición de la illita-moscovita, total en PMCV35 y con un leve pico en PMCV19. En ambos individuos se aprecia hercinita, además de presencia de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, en PMCV19 hay calcita y en PMCV35, hematitas.

- *Loners*

Tres individuos presentan composiciones y texturas suficientemente diferentes como para que no se hayan podido incluir en ninguno de los grupos anteriores.

En primer lugar, PMCV13 (Lám. 34, 1G) es un individuo de matriz fina y pasta micácea no calcárea, de coloración compacta naranja y ligera actividad óptica.

Está formado por cuarzo, plagioclasa, biotita, fillita, *mudstone*, chert, epidota, clinopiroxeno e inclusiones ferruginosas. Su principal característica es la ausencia de fracción gruesa, con 0.4 mm en la inclusión de mayor tamaño y, por tanto, con la fracción fina dominante y el *sorting* bueno. La porosidad es así mismo escasa, con algunas micro *vesicles* y escasos *voughs* de tamaño mayor, dos de los cuales superan el 1 mm de tamaño.

Su TCE es alta >950º por el inicio del pico de espinela y el pico de illita-moscovita casi descompuesto por completo. Se observa además cuarzo y picos poco intensos de plagioclasa, feldespato potásico, piroxeno y calcita (Tabla 77).

Por otra parte, PMCV27 (Lám. 34, 1H) es también un individuo de matriz no calcárea, gris con zonas ligeramente verdosas y ópticamente inactiva, con presencia de calcita secundaria.

Se compone de cuarzo, plagioclasa, biotita, algunas micritas elongadas y fragmentos de roca granítica. La composición principal es sedimentaria, con *sandstone* de matriz ferruginosa formados por inclusiones flotantes o puntuales de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita.

La fracción gruesa es escasa, formada sobre todo por *sandstone*s ecuantes redondeados o subredodneados y algunas inclusiones graníticas o de cuarzo, más subangulares. La fracción fina es más abundante, formada por todas las inclusiones no sedimentarias listadas. El contraste de la matriz oscura con la abundancia de cuarzo muy

fino producen un efecto micáceo brillante en la pasta. La porosidad es abundante con meso y macro *voughs* y *vesicles* que pueden llegar a superar los 2.5 mm.

Su TCE es alta, de al menos 1000º por la total descomposición de los filosilicatos y la presencia tanto de espinela como de hematitas. Así mismo, destaca la ausencia de plagioclasa y picos traza de feldespato potásico. Por el contrario se observa cuarzo y piroxeno.

El último de los individuos, PMCV48, podría incluirse dentro del grupo granítico, por la salvedad de la presencia de inclusiones volcánicas. Su principal composición es granítica, con cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y su alteración a sericita, biotita y fragmentos de roca granítica. Se observan también *sandstone*s silíceos y ferruginosos, *mudstone*, clinopiroxenos, epidota y algún circón. Junto con estas inclusiones, se observan basaltos gruesos con abundancia de clinopiroxenos y anfíboles.

La matriz es no calcárea, marrón y ópticamente inactiva. Predomina la fracción gruesa que puede alcanzar y superar los 2 mm en formas tanto elongadas como ecuantes con tendencia subredondeada y, en menor medida, subangular y con moda de 0.30 mm. La fracción fina es escasa y el *sorting* pobre. La porosidad es relativa, con *voughs* y *vesicles* de tamaño medio y grande, hasta 1 mm.

Su TCE es alta >950º por la presencia de espinela y la illita-moscovita casi descompuesta por completo. El difractograma muestra presencia de cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico (Tabla 77).

6.1.3.2. Análisis químicos

La caracterización química se ha llevado a cabo por Fluorescencia de Rayos X (FRX). De esta forma, se han obtenido las concentraciones de los elementos mayores y menores: Fe_2O_3, Al_2O_3, MnO, P_2O_5, TiO_2, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, SiO_2, así como las trazas: Ba, Ce, Cr, Cu, Ga, Nb, Ni, Rb, Pb, Sr, Th, V, Y, Zn y Zr, hasta un total de 25 elementos, cuyos datos junto con la LOI se proporcionan en la Tabla 22 del anexo. En la Tabla 23 se puede ver un resumen estadístico con las medias, medianas, valores máximos y mínimos y cuantiles.

En primer lugar, se ha realizado una matriz de variación composicional utilizando los 25 elementos (Tabla 25). Como resultado, se ha obtenido una vt=1.82, donde las mayores aportaciones vienen por P_2O_5 ($\tau_{.P2O5}$=11.88), Cu ($\tau_{.Cu}$=8.07), Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=6.54), Ni ($\tau_{.Ni}$=6.43) y CaO ($\tau_{.CaO}$=5.61) mientras que los elementos más

estables son Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=2.02), Fe_2O_3 y Ga (ambos $\tau_{.}$=2.04). De esta forma, se pone de manifiesto que se trata de un conjunto poligénico, con gran variabilidad.

Las posibles contaminaciones e inexactitudes de P_2O_5 y Pb conllevan a realizar una nueva matriz de variación, excluyendo estos dos elementos y, por tanto, utilizando una subcomposición de 23 elementos (Tabla 26). De esta forma, sigue tratándose de un conjunto poligénico, con una vt=1.32, donde la mayor variación viene dada por Cu ($\tau_{.Cu}$=7.05), Ni ($\tau_{.Ni}$=5.63), Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=5.56), CaO ($\tau_{.CaO}$=4.99) y Cr ($\tau_{.Cr}$=3.44), mientras que los elementos más estables son Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=1.47), Ga ($\tau_{.Ga}$=1.48) y Fe_2O_3 y Nb (ambos $\tau_{.}$=1.50).

Una nueva exploración se ha llevado a cabo excluyendo CaO, puesto que se trata de un conjunto no calcáreo con únicamente dos muestras calcáreas y tres *border calcareous*. La matriz de variación composicional con esta subcomposición de 22 elementos da como resultado una vt=1.16 (Tabla 27). Aunque es de un valor inferior a las primeras exploraciones, se trata aún de un valor elevado y, por tanto, indica una amplia poligenia del conjunto. Los elementos con mayor variación son Cu ($\tau_{.Cu}$=6.55), Ni ($\tau_{.Ni}$=5.25), Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=5.18) y Cr ($\tau_{.Cr}$=3.13), por tanto, coinciden con los de las anteriores subcomposiciones, destacándose un descenso de los valores. Así mismo, Cu, Ni y Na_2O presentan comparativamente valores mucho más elevados que Cr, siguiente elemento con mayor variabilidad, por lo que podría considerarse que los tres primeros elementos acumulan la mayor variación del conjunto, en todos los casos, a los que se suma CaO en la exploración en la que se ha incluido. Por otra parte, no se detecta cambio en los elementos más estables que continúan siendo Al_2O_3 y Ga (ambos $\tau_{.}$=1.29) y Fe_2O_3 y Nb (ambos $\tau_{.}$=1.32).

Los datos se han transformado en logaritmos de razón utilizando Al_2O_3 como divisor por ser el elemento más estable. Con esta última sub-composición se ha llevado a cabo un dendrograma jerárquico utilizando el método del centroide y la distancia euclídea, en el que se pueden distinguir tres clusters (Fig. 62).

El dendrograma se inicia con tres muestras individualizadas y un pequeño conjunto formado por PMCV19 y PMCV35. El primer individuo, PMCV17 se separa por completo del resto del conjunto. La exploración de los datos apuntan como causa el bajo contenido en Fe_2O_3 (=3.95% sobre m_{total}=5.37%) y alto en Ba (=1347.1 ppm sobre m_{total}=821.3 ppm), así como ligeramente más bajo en Cr (=16.1 ppm sobre m_{total}= 44.19 ppm), Cu (=3.0 ppm sobre m_{total}=13.67 ppm), Ni (=4.5 ppm sobre m_{total}=16.79 ppm) y V (=59.9 ppm sobre m_{total}= 92.02 ppm). Por otra parte, los contenidos de PMCV21 son

menos destacables, pudiéndose apreciar diferencias en valores elevados de Fe_2O_3 (=6.91% sobre m_{total}=5.37%) y en Al_2O_3 (=19.09% sobre m_{total}=17.02%). PMCV44 destaca por su elevado porcentaje de SiO_2 (=71.57% sobre m_{total}=64.83%) mientras que TiO_2, K_2O, Al_2O_3, MgO, Na_2O, Ce, Ga, Nb, Rb y Zr presentan contenidos más bajos que los demás individuos. Seguidamente, se encuentra el pequeño sub-conjunto de PMCV19 y PMCV35, caracterizados por ser los individuos más calcáreos del conjunto (CaO=6.08 y 8.33% respectivamente), pero también ser aprecia un alto contenido en MnO (m=0.12%), MgO (m=3.40%) y Cu (m=29 ppm) y bajo en SiO_2 (m=54.09%).

El cluster 1 resulta un conjunto químicamente poco homogéneo. Se perciben dos ramificaciones de tres individuos cada una. Los tres primeros individuos, PMCV15, PMCV06 y PMCV30 se caracterizan por CaO= >3.33 % y, por tanto, *border calcareous*, característica no aplicable a los otros tres individuos. Por otra parte, PMCV27, PMCV13 y PMCV26, los otros tres individuos que se relacionan entre sí, presentan contenidos altos de Fe_2O_3 >6.85% y de Ni >40 ppm. A pesar de ello, para el total de este cluster 1 se aprecian contenidos altos de Fe_2O_3 (m_{Cl1}=6.86%), TiO_2 (m_{Cl1}=0.83%), Al_2O_3 (m_{Cl1}=19.75%) y Zn (m_{Cl1}=120.9 ppm) y bajos en SiO_2 (m_{Cl1}=59.77%), Na_2O (m_{Cl1}=0.91%) y Ba (m_{Cl1}=770.9 ppm).

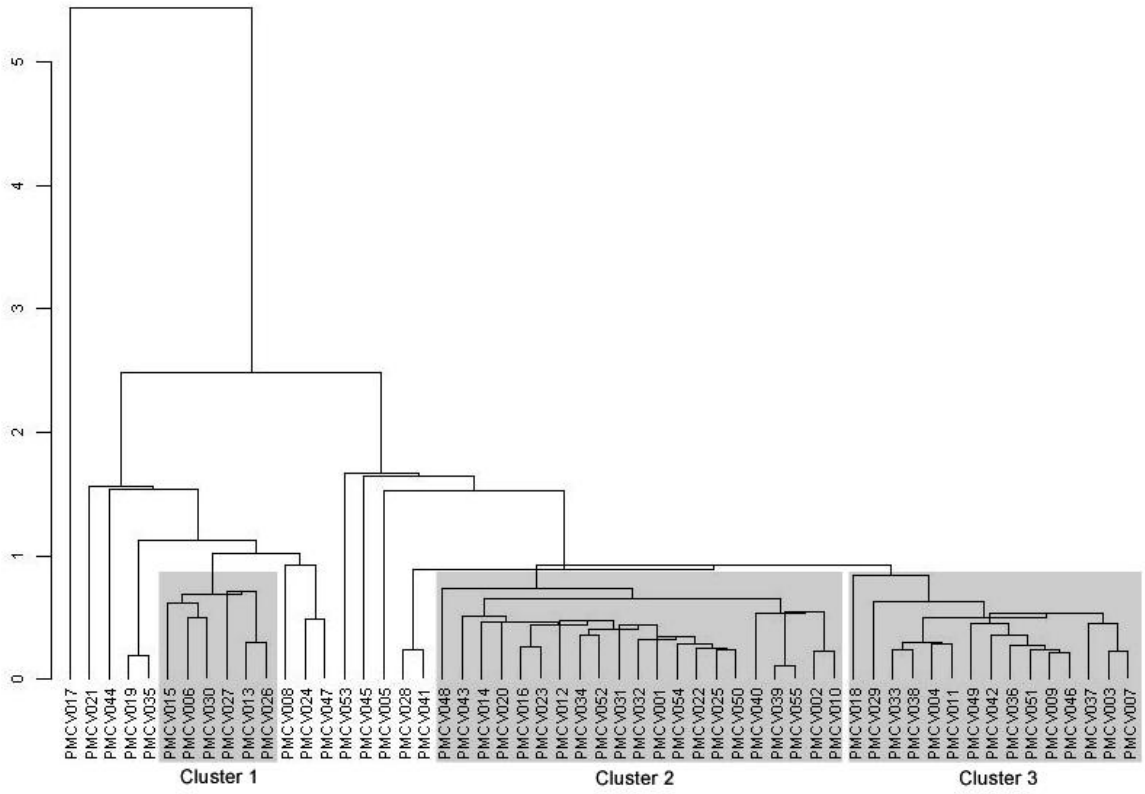


Fig. 63. Dendrograma de Plaça Major de Castellar del Vallès con distancia euclídea cuadrada y método del centroide

Tras otras seis muestras individualizadas, aparece otro pequeño conjunto de PMCV28 y PMCV41, seguido del cluster 2 con el que se relaciona. El cluster 2 incluye 21 individuos, desde PMCV48 a PMCV10. A pesar de que la composición química del cluster 2 y del cluster 3 son muy similares, se aprecia en el cluster 2 valores ligeramente más bajos en Fe_2O_3 (m_{cl2}=5.00% respecto a m_{total}=5.37%), CaO (m_{cl2}=1,50% respecto a m_{total}=1.91%), Al_2O_3 (m_{cl2}=16.38% respecto a m_{total}=17.02%) y MgO (m_{cl2}=1.19% respecto a m_{total}=1.38%) y un porcentaje más elevado de SiO_2 (m_{cl2}=67% respecto a m_{total}=64.83%). El cluster 2 contiene diversas ramas cuyas diferencias químicas con el resto del cluster resultan prácticamente indistinguibles, por lo que no se han considerado de forma separada sino como parte del cluster 2 en su totalidad.

La parte final del dendrograma está ocupada por los 15 individuos del cluster 3, iniciado en PMCV18 hasta PMCV07. En él se pueden distinguir tres ramificaciones que, como en el anterior cluster 2, presenta diferencias químicas imperceptibles, por lo que se han considerado únicamente como un solo cluster. Este cluster 3 se identifica por contenidos altos de Na_2O (m_{cl2}=2.09% respecto a m_{total}=1.63%) y Sr (m_{cl2}=145.4 ppm

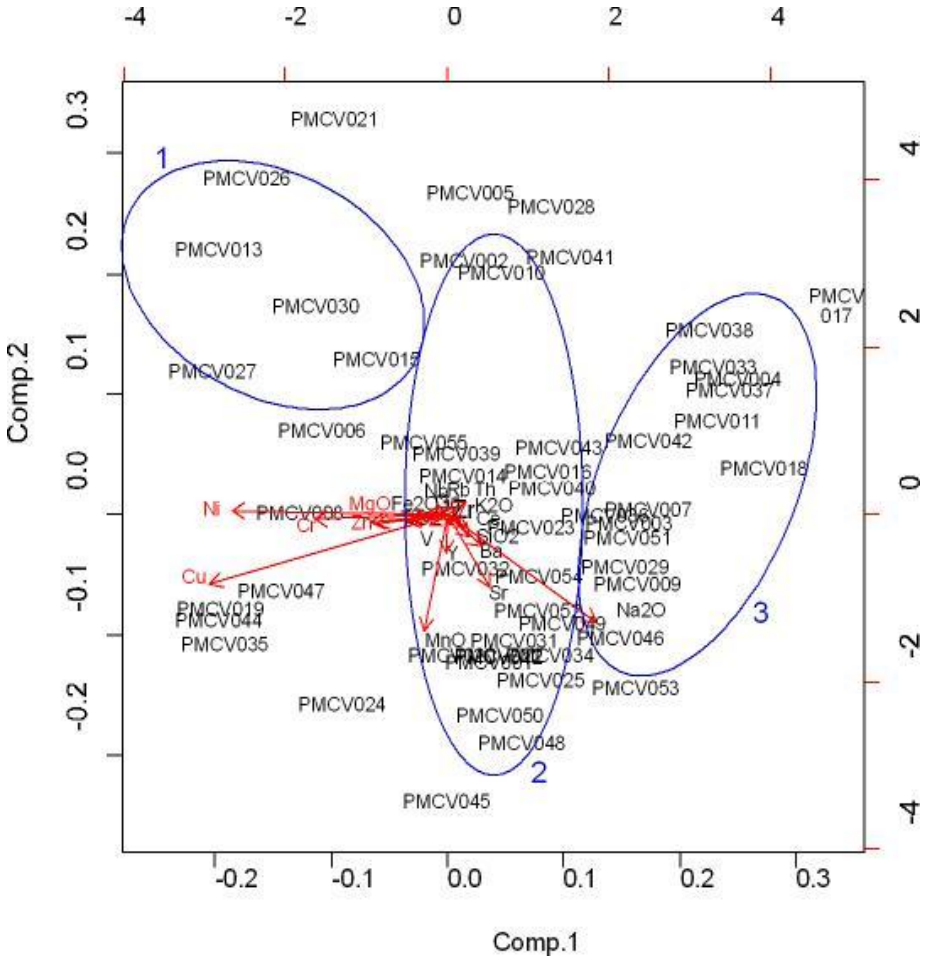


Fig. 64. PCA de Plaça Major de Castellar del Vallès

respecto a m_{total}=130.2 ppm) y por cantidades más bajas de Cr (m_{cl2}=30.6 ppm respecto a m_{total}=44.2 ppm) y Cu (m_{cl2}=6.8 ppm respecto a m_{total}=13.6 ppm).

En la Tabla 24 del anexo se pueden ver las medias y la desviación estándar del conjunto total y de cada uno de estos tres clusters.

El análisis de componentes principales o PCA (Fig. 63) se ha llevado a cabo con el componente 1, que acumula el 55.95% de la variación y el componente 2, con el 12.53%, por tanto, queda representado el 68.48% de la variación. El componente 1 está formado principalmente por Na_2O, Sr, Ba, SiO_2 y Ce, mientras que en el componente 2 predominan Th, Rb, Ni, Nb y Ga. En el gráfico resultante se pueden distinguir los tres clusters del dendrograma y los loners y outliers químicos como individuos que más se separan del conjunto. El cluster 1 se encuentra en componente 1 entre 0.0 y -0.2 y componente 2 entre 0.0 y 0.3; el cluster 2 está en componente 1= 0.0 y 0.1 y componente 2 entre 0.2 y -0.2; el cluster 3 se sitúa entre componente 1 entre 0.1 y 0.3 y componente 2 entre 0.2 y -0.1. Cabe destacar que el cluster 2, a pesar de poder englobarse en un mismo conjunto, dibuja una columna de tendencia vertical donde algunos individuos, PMCV02 y PMCV10, se separan ligeramente del grueso del conjunto, dejando una distancia diametralmente opuesta entre estas muestras y el extremo del grueso del conjunto del cluster 2.

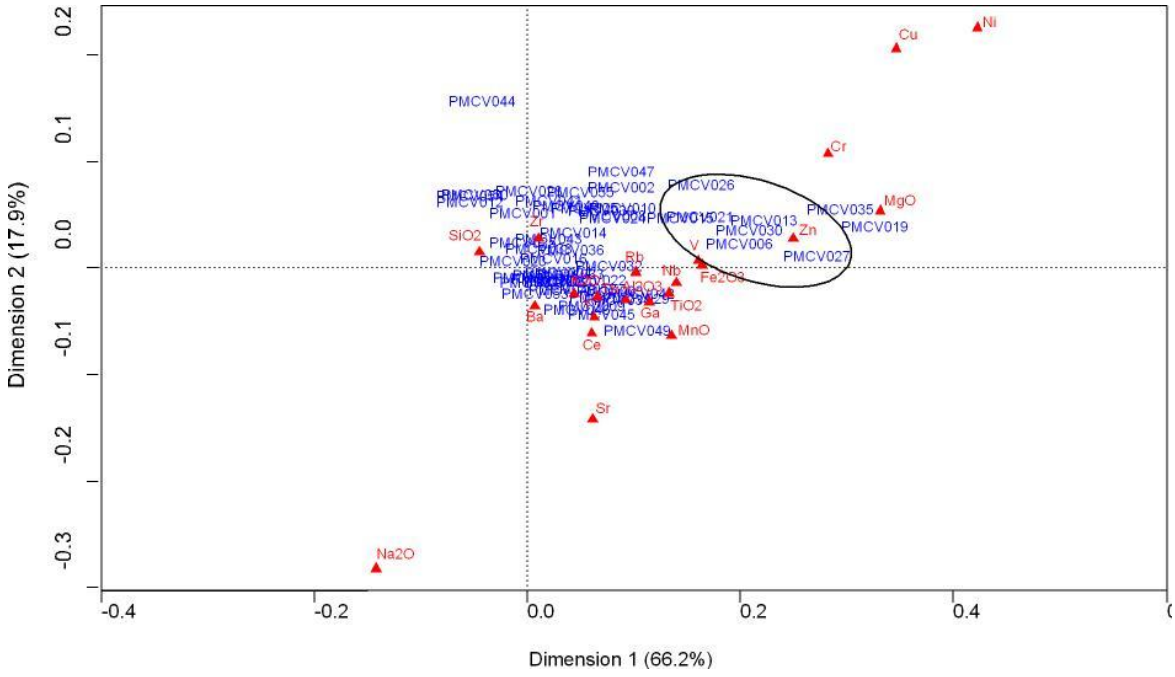


Fig. 65. Análisis de correspondencias de Plaça Major de Castellar del Vallès

Por otra parte, el análisis de correspondencias (Fig. 64) acumula el 84.2% de la variación, con el *eigenvalue* 1 (=66.2%) y el *eigenvalue* 2 (=17.9%). En este caso, el gráfico resultante muestra una aglomeración de individuos, siendo únicamente distinguible el cluster 1, situado en dimensión 1= 0.2 y dimensión 2 entre 0.0 y 0.1. Se separan también PMCV44, uno de los loners químicos y el conjunto PMCV35 y PMCV19 que en el dendrograma aparecen relacionados fuera de los clusters. En contraposición, los dos clusters mayores, 2 y 3, así como el resto de loners y outliers, incluido PMCV17, el individuo químicamente más diferente del total del conjunto muestreado, quedan totalmente integrados dentro del mismo conjunto.

Si bien resulta difícil la distinción de los individuos dentro del gráfico de correspondencias, no ocurre igual con los elementos analizados. Así, se puede ver algunos elementos que se separan del conjunto central donde se confunden con los individuos. El elemento que más se separa es Na_2O, que se sítúa en dimensión 1= -0.2 y dimensión 2= -0.3. Opuesto a este elemento se encuentran Ni y Cu, en dimensión 1=0.4 y dimensión 2=0.2. Otros tres elementos se separan del conjunto de los individuos pero con menor distancia que los anteriores elementos: Cr se sitúa en dimensión 1 entre 0.2 y 0.4 y dimensión 2= 0.1; MgO, en dimensión 1 entre 0.2 y 0.4 y dimensión 2 entre 0.0 y 0.1 y Sr, en dimensión 1 entre 0.0 y 0.2 y dimensión 2 entre -0.1 y -0.2.

Por último, se ha llevado a cabo un remuestreo de *bootstrap* con α=0.95 y α=0.90. Utilizando el parámetro α=0.90 (Fig. 65) se obtiene como resultado un conjunto monogénico que incluye los clusters 2 y 3 y los outliers PMCV28 y PMCV41, donde el p-valor au=91 (aproximadamente insesgado). Se obtiene también un segundo conjunto que integra el cluster 1 y sus adyacentes PMCV19, PMCV35, PMCV08, PMCV24 y PMCV47, que a pesar de estar relacionados entre sí, no se ha considerado en el dendrograma como un cluster completo. En este caso, se obtiene un p-valor au=96. Los individuos que quedan fuera de este remuestreo coinciden con los loners y outliers del dendrograma descrito al inicio, PMCV17, PMCV44, PMCV21, PMCV53, PMCV45 y PMCV05.

Por el contrario, al utilizar α=0.95 se mantiene la homogeneidad del segundo conjunto pero desaparece el primer grupo establecido, quedando de éste tres pequeñas agrupaciones, un conjunto formado por PMCV36, PMCV51, PMCV09 y PMCV46, cuyo p-valor au=97, individuos que en el dendrograma inicial se encuentran correlativamente dentro del cluster 3. Otro está formado por PMCV32, PMCV01, PMCV54, PMCV22, PMCV25 y PMCV50, con p-valor au=99, también situados

correlativamente dentro del cluster 2 del dendrograma, y finalmente PMCV39 y PMCV55 con un p-valor au=100 y también relacionados dentro del cluster 2 del dendrograma descrito al inicio.

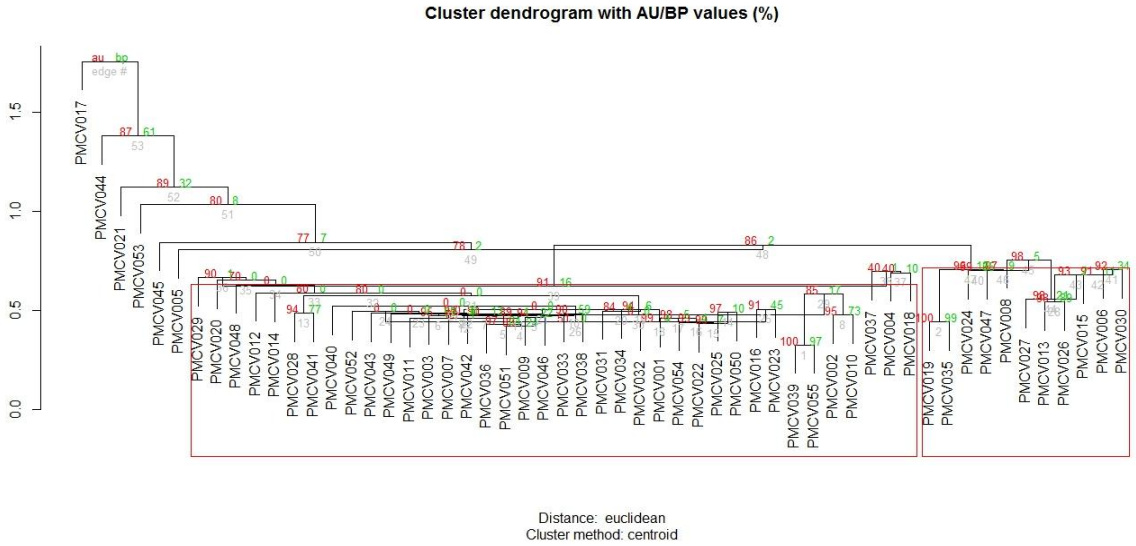


Fig. 66. Dendrograma de remuestreo de bootstrap para Castellar del Vallès, incluyendo los p-valores insesgados para una confianza de 0.90

6.1.3.3. Integración de los resultados

La integración de la observación petrográfica con los análisis químicos no resultan homogéneos de forma que cada grupo petrográfico coincida con uno de los clusters químicos. A pesar de que se aprecia una tendencia a la separación, con el grupo granítico en el cluster 3 y el grupo metamórfico en el cluster 2, no puede hablarse de una coincidencia exacta ni, por tanto, de grupos homogéneos.

El primer lugar, se observa cómo los individuos de las distintas fábricas petrográficas se distribuyen a lo largo de todo el dendrograma sin que se pueda establecer relación entre cluster y fábrica petrográfica. Únicamente la fábrica 3, fina calcárea, coincide con los dos individuos previos al cluster 1 y que se han considerado también químicamente homogéneos (PMCV19, PMCV35).

La primera rama del cluster 1 incluye la sub-fábrica granítica PMCV-1.5 y un individuo metamórfico de PMC-2.5, cuya aportación metamórfica es escasa. A pesar de que PMCV-1.5 está íntegramente en este cluster, el grueso de los individuos graníticos se encuentran muy distantes de estos individuos. Los tres individuos destacan por su elevado contenido en CaO, respecto al total del conjunto, situándose químicamente

como *border calcareous*. Esta característica química no resulta visible petrográficamente en PMCV-1.5, pero si en el grupo metamórfico PMCV-2.5, donde se observan inclusiones de micrita y calcita esparítica en sus tres individuos. A pesar de esta observación, los otros dos individuos de este grupo PMCV-2.5 se sitúan dentro del cluster 2, con el grueso de individuos metamórficos y sorprende así mismo los bajos valores en CaO, PMCV40= 1.65% y PMCV43= 1.99%.

Por otra parte, la segunda rama del cluster 1 está formada por los dos loners petrográficos que corresponden a individuos finos, pero composicional y texturalmente distintos, así como PMCV26, individuo metamórfico del sub-grupo PMCV-2.2. Se podría, por tanto, considerar que esta agrupación corresponde a individuos poco graníticos, ya que PMCV-2.2 se ha descrito petrográficamente como fábrica metamórfica con cuarzo pero sin aportación granítica.

Fuera ya de este cluster 1 se encuentra una agrupación de tres individuos, PMCV08, PMCV24 y PMCV47 que coinciden petrográficamente con el grupo metamórfico. Se separan del cluster 2 por sus contenidos más elevados en Fe_2O_3, MnO, MgO, Cu y Ni.

Los siguientes tres individuos del árbol aparecen fuera de los clusters y sin relación próxima con otros individuos ni entre sí. Petrográficamente corresponden a dos muestras graníticas que no se han considerado como individuos aislados. PMCV53 destaca por la biotita más abundante en relación a los demás individuos, mientras que PMCV05 se encuentra en PMCV-1.1, caracterizado por inclusiones opacas negras. Por otra parte, PMCV45 es un outlier metamórfico, cuya principal particularidad reside en la presencia de anfíboles accesorios, ausentes en los demás individuos del grupo y que se relacionarían con el alto contenido en Zn (=148.8 ppm)[45] y en Al_2O_3 (=17.31 %), este último contenido, aunque inferior al cluster 1, es más elevado que el cluster 2.

La mayor parte de las fábricas metamórficas se encuentran en el cluster 2, así como en la pequeña agrupación previa a este cluster formada por PMCV28 y PMCV41, ambos individuos metamórficos.

El primer individuo del cluster 2 aparece ligeramente separado del resto del conjunto y corresponde al loner petrográfico, cuya principal característica es la presencia de inclusiones de basalto.

[45] Según Goldschmidt (Goldschmidt, 1958), el contenido de Zn del anfíbol en roca granítica puede llegar a los 160 ppm, frente a los 80 ppm de Zn que tendría el granito solo.

El resto del cluster integra los individuos metamórficos con un paréntesis central formado por cinco individuos graníticos consecutivos (PMCV06, PMCV23, PMCV12, PMCV34 y PMCV52), que no forman sub-cluster entre sí, sino que se separan en dos agrupaciones de tres y dos individuos, según el orden descrito. A continuación, se encuentra una agrupación de individuos metamórficos, de PMCV31 a PMCV50, que incluye el PMCV-2.7, PMCV-2.6 y un individuo granítico sin sub-grupo. Entre ellos se inserta PMCV22, granítico de la fábrica PMCV-1.3. Todos estos individuos tienen en común la abundante presencia micácea, petrográficamente observable de forma más abundante y clara que en los demás individuos del yacimiento. Así, PMCV-2.7 destaca por su matriz micácea, mientras que la abundancia de biotita es la característica petrográfica principal de PMCV-2.6 y del granítico PMCV22. Cabe destacar el elevado contenido en SiO_2 de PMCV-2.6 y PMCV54, que podría deberse a la presencia de cuarcitas de tamaño grueso. Al final del cluster, se encuentra otra agrupación con cinco individuos metamórficos, de PMCV40 a PMCV10.

El cluster 3 está formado mayormente por individuos graníticos, entre los que se insertan dos metamórficos, PMCV11, del grupo petrográfico PMCV-2.1, caracterizado sobre todo por el bajo contenido en Ni (=7.2 ppm) muy por debajo de m_{cl2}=14.78; y PMCV46, del grupo PMCV-2.6, ya mencionado previamente.

Por su parte, los individuos graníticos del cluster 3 no se corresponden tampoco con las sub-fábricas petrográficas definidas. Así, se encuentran tres de los cinco individuos de PMCV-1.1 y el grupo PMCV-1.2 dentro de este cluster, pero no de forma consecutiva. PMCV-1.1 se caracteriza por inclusiones opacas, cuya composición química sería difícilmente identificable. Por otra parte, PMCV-1.2 se define por inclusiones de *mudstone* y algunas micritas, lo que se correspondería con presencia de CaO, que a pesar de no alcanzar a ser *border calcareous*, alcanza valores de >2.5% y, por tanto, superiores a m_{cl3}= 1.97%

Cabe destacar también que los individuos graníticos PMCV03 y PMCV18, ambos dentro de este cluster, presentan picos de calcita en sus difractogramas a pesar de que químicamente se encuentran con valores <3.00%. Tras los pocos individuos calcáreos y *border calcareous*, estas dos muestras presentan los valores más elevados de CaO, lo que podría relacionare con estos difractogramas en los que, por otra parte, los picos de calcita son muy bajos.

A pesar de ello, las diferencias composicionales son mínimas de forma que químicamente se podrían considerar como un grupo granítico homogéneo, a excepción de los dos individuos metamórficos integrados.

El yacimiento se sitúa en un nivel cuaternario actualmente urbanizado. Una serie de estratos geológicos diversos colindan con esta ubicación, de forma que las composiciones graníticas, metamórficas y aportaciones sedimentarias coinciden con esta geología, pudiéndose atribuir una probable proveniencia local de las arcillas y materias primas, así como de las cerámicas.

Inmediatamente colindantes con el yacimiento se encuentra un estrato granítico y granodiorítico en la parte occidental, que se extiende en una franja estrecha al este del yacimiento. Esta franja separa un estrato sedimentario de *sandstone*s silíceos y arcillas, por tanto, coincidentes con las inclusiones sedimentarias más abundantes en las pastas analizadas (Fig. 4,5).

En la parte norte se encuentra una franja de calcáreas y micritas. A pesar de que las piezas analizadas raramente presentan aportación calcárea, las escasas inclusiones podrían coincidir con este nivel micrítico. Tras éste, se vuelve a encontrar un nivel de *sandstone*s y arcillas, acompañadas de dolomías y calcáreas y finalmente, una extensa zona sedimentaria de conglomerados, en cuyo inicio se encuentra una brecha de cuarcitas y esquistos (Fig. 4,5).

En la parte occidental, tras el nivel granodiorítico se encuentra un estrato metamórfico de fillitas. Finalmente, toda la parte sur del yacimiento combina niveles cuaternarios urbanizados con estratos sedimentarios de *sandstone*s y arcillas (Fig. 5).

De esta forma, las principales inclusiones descritas se encuentran en los niveles geológicos próximos al yacimiento. Por otra parte, cabe destacar la presencia de un curso de agua, el río Ripoll que podría haber acercado estos materiales a distancias más próximas e incluso transportado algunos materiales más alejados del yacimiento, principalmente sedimentarios de la región situada al norte. Por otra parte, las inclusiones de basalto observadas en PMCV48 podrían corresponder a un individuo no local sino regional, al encontrarse el estrato volcánico más próximo al yacimiento a c.63 km al nordeste o bien a una pieza alógena.

Respecto a las formas, no se distingue una tipología concreta asociada a cada una de las fábricas descritas. Las fábricas graníticas corresponden mayoritariamente a ollas y cazuelas, pero también se encuentra un *dolium*, una jarra, un mortero y un puchero. Las fábricas metamórficas incluyen así mismo ollas y cazuelas, dos jarras, dos

pucheros, un mortero y el barreño. Por su parte, los loners petrográficos corresponden a una jarra y dos cazuelas y las calcáreas finas a dos morteros.

Por otra parte, se pueden distinguir algunas características, de forma que las jarras y morteros se encuentran fuera de los dos grandes clusters, 2 y 3: de las cuatro jarras, dos son metamórficas, una granítica y una loner, todas ellas integradas en el cluster 1 junto con el mortero granítico. El mortero metamórfico químicamente está aislado fuera de los clusters y los otros dos morteros coinciden con la fábrica fina calcárea. Todas estas piezas, a excepción del mortero y la jarra metamórficos, presentan una cocción reductora y una post-cocción oxidante.

Las cazuelas se han realizado con pastas tanto graníticas como metamórficas e incluso aparecen dos loners petrográficos. Seis de estas piezas son graníticas y se incluyen en el cluster 3 y otras cuatro son metamórficas y se sitúan en el cluster 2. Por otra parte, una de las cazuelas loners estaría en el cluster 2, la otra en el cluster 1 y una última pieza metamórfica estaría en el cluster 3. Macroscópicamente son todo piezas grisáceas con cocción y post-cocción reductora, con solamente uno de los individuos graníticos con cocción y post-cocción irregular.

También el barreño, de cocción y post-cocción reductora, coincide con el grupo metamórfico y el cluster 2.

Las ollas son las formas mayoritarias y, por tanto, no sorprende la heterogeneidad de sus pastas. Contamos con 14 ollas de pasta granítica y otras 14 de pasta metamórfica, con un total de 27 piezas realizadas en cocción y post-cocción reductora y solamente una con post-cocción oxidante. De los 14 individuos graníticos, solamente seis se encuentran en el cluster 3, mientras que otros 6 corresponden al cluster 2, que como se ha descrito, es mayoritariamente metamórfico. Por su parte, siete de las ollas metamórficas se encuentran en el cluster 2. El resto de ollas, es decir, dos graníticas y siete metamórficas se encuentran fuera de los clusters establecidos, así como el *dolium*, de pasta granítica y post-cocción oxidante.

Finalmente, los pucheros se comportan de forma similar a las ollas, con un individuo granítico del cluster 3 y dos metamórficos, uno del cluster 2 y otro del cluster 3, siendo el metamórfico del cluster 2 el que tiene la coloración anaranjada por la post-cocción oxidante, mientras que los otros dos pucheros son grises reductores.

A pesar de que macroscópicamente predomina la coloración gris de las pastas, la observación petrográfica indica muchas tonalidades marrones y anaranjadas y sobre todo, policromas, por lo que se podría suponer una cocción irregular, no solo de las

ollas sino de todas las piezas para ir al fuego de este yacimiento, por lo que se habría creado un cromatismo heterogéneo en la misma pieza.

6.1.4. Ca L'Estrada

En este yacimiento se han seleccionado y estudiado 30 individuos de cerámica de cocina. Todas las muestras se han analizado químicamente por fluorescencia de rayos X, tanto para su composición de mayores como de trazas, mineralógicamente con difracción de rayos X y láminas delgadas para su observación petrográfica en el microscopio óptico. En la Tabla 76 se puede ver la síntesis de las fábricas.

6.1.4.1. Petrografía y mineralogía

A diferencia de los conjuntos anteriormente analizados, estos individuos parecen ser mucho más homogéneos en su composición y textura. Se puede observar un grupo granítico con ligeras diferencias en los minerales accesorios y en la textura, pero cuyas similitudes indican que se trataría de un único grupo con sub-fábricas.

Así mismo, se han podido identificar únicamente tres individuos que no encajarían dentro de este grupo y que hemos considerado como loners o fábricas con poca representación en el conjunto.

- *Fábricas graníticas*

La fábrica granítica está formada por 27 individuos, englobando, por tanto, todo el conjunto a excepción de tres muestras, EST13, EST18 y EST30.

Este grupo se caracteriza por su composición granítica con abundantes inclusiones de cuarzo, feldespato potásico, biotita, fragmentos de roca granítica y fragmentos de roca sedimentaria, elementos que se encuentran en todas las muestras (Lám. 35). Con menos frecuencia se observa plagioclasa, generalmente alterada a sericita. Como minerales accesorios se encuentran pequeños fragmentos de clinopiroxeno (EST02, EST05, EST06, EST08, EST11, EST12, EST15, EST16, EST17), clorita (EST05, EST06, EST07, EST11, EST12, EST15, EST16) epidota (EST05, EST06, EST10, EST11, EST12, EST14, EST15, EST17), hornblenda (EST02, EST06, EST14, EST15) y circón (EST10, EST11, EST12), que aparece junto con las

inclusiones graníticas. Solo en muy raras ocasiones aparecen inclusiones de moscovita, como en EST17.

La composición granítica forma la fracción gruesa y predominante del conjunto, alcanzando tamaños hasta 1 mm en cuarzos y feldespatos potásicos y de >1.4 mm en los fragmentos de roca granítica, mientras que solo en pocos individuos estas medidas se encuentran en la biotita (EST01, EST06). Se detectan también particularidades texturales, como estructuras micropertítitcas en EST01, EST08, EST10, EST15, EST16 o micrográficas en EST14, EST16 y gráfica en EST02.

Las rocas sedimentarias tienen también presencia en la mayor parte de las muestras, presentándose sobre todo en forma de *mudstone* y de *sandstone*. En ambos casos, las inclusiones pueden alcanzar tamaños considerables alcanzando >1 mm. Las inclusiones de *sandstone* están compuestas principalmente por cuarzo o bien por feldespato potásico. Con frecuencia, el cuarzo que forma estas inclusiones se encuentra completamente recristalizado en forma de cuarzo policristalino y, en ocasiones, el cemento sufre la disolución por presión provocando un contacto saturado de los granos. El *mudstone* puede aparecer de distintas formas, con matriz carbonatada y, por tanto, en forma de micrita, con matriz rojiza a causa de la oxidación ferruginosa o bien en coloraciones verde amarillentas por la presencia de illita-moscovita.

Así mismo, algunas muestras presentan grauvacas de forma accesoria, formadas por granos de cuarzo y feldespato, como EST05, EST08, EST15.

Finalmente, cabe mencionar que las muestras presentas de forma accesoria inclusiones ferruginosas.

La fracción fina es relativamente abundante y está formada por inclusiones de hasta 1 mm de cuarzo, epidota y clinopiroxeno y más raramente biotita, que puede presentarse únicamente como parte de la fracción fina (EST11).

Estos individuos presentan matrices no calcáreas de color marrón oscuro, con algunos individuos degradados entre marrón claro a muy oscuro (EST14, EST15, EST16) a causa de un ambiente de cocción mixto. Solamente EST02 presenta una matriz monocroma en tonalidades grises.

Son pastas bimodales donde predomina la fracción gruesa heterométrica entre 0.2 y 1.5 mm, con inclusiones ecuantes entre subangulares y subredondeadas y fragmentos de cuarzo, feldespato y biotita elongados subangulares. La fracción fina es siempre de medidas no superiores al 0.2 mm, formada por inclusiones ecuantes subangulares y subredondeadas y solamente en biotita y epidota se identifican

elongadas subangulares. La moda es muy similar en todos los individuos y se podría situar en 0.25-0.35 mm.

La textura indica una frecuencia entre el 40-50%, donde el 20% corresponde a la fracción gruesa y el 20% (EST01, EST02, EST05, EST10, EST12, EST15, EST17) y el 30% (EST07, EST08, EST11, EST14, EST16) a la fracción fina, con un *sorting* entre moderado y bueno. Respecto a la porosidad, este conjunto lo forman individuos con pastas de tendencia compacta, con una frecuencia de poros <5%. Se identifican *mesovough* y *mesovesicles* heterométricos entre 0.2 y 0.6 mm y más raramente algunos *macrovough* superiores a 1 mm (EST01, EST07, EST08), así como algunos canales (EST02, EST06, EST10, EST14).

Estos individuos presentan matrices ópticamente heterogéneas, identificándose en un mismo individuo zonas activas de tonalidades más claras y partes de coloración más oscura con una actividad óptica menos intensa e incluso inactiva.

Los resultados del análisis mineralógico por DRX (Tabla 77) confirmaría TCE altas. Todas las muestras graníticas presentan picos muy poco intensos de filosilicatos la distancia 2θ=10, como consecuencia de haberse iniciado ya el proceso de descomposición e incluso algunas muestras aparecen sin presencia de la illita-moscovita en esta frecuencia (EST02, EST09, EST15, EST16). Así mismo, se observa espinela del tipo hercinita en todos estos individuos, e incluso con algunos ejemplares con leves picos en 2θ= 30-32, como EST06, EST09, EST10, EST12, ETS16, EST21, EST22, EST26, EST27 y EST30. Por estos factores la TCE de este conjunto se situaría entre 950-1000º. Solamente en EST04 se observan los picos de filofilicatos más intensos,lo que, ligado con la ausencia de espinela, sitúan su TCE en un rango inferior.Cabe mencionar la presencia de piroxenos en EST04, EST06, EST08 y EST29, picos de calcita en EST25 y presencia de chabalcita en EST07, en la distancia 2θ=10.

Dentro de este grupo granítico, se pueden identificar algunos individuos con ciertas peculiaridades. A pesar de que las diferencias no son suficientemente significativas como para considerarlos grupos distintos o independientes del granítico, resulta interesante mencionarlos como muestra de las escasas particularidades[46] que se pueden encontrar dentro del conjunto granítico de Ca l'Estrada.

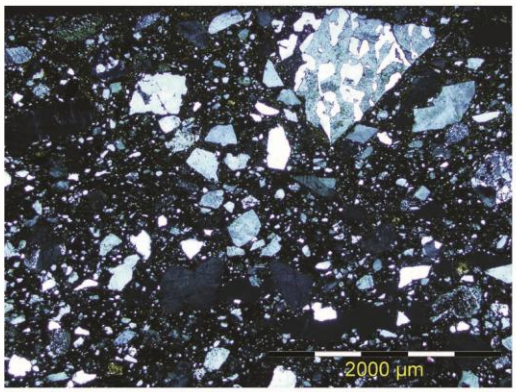
[46] Debido a que estos individuos no forman sub-grupos, se detallaran los rasgos principales y las particularidades de forma que las características comunes con la fábrica granítica previamente descrita se remiten a la descripción previa para evitar aliteraciones.

- Individuos con abundancia de microgranitos (EST03, EST09, EST21, EST23, EST24): La composición principal de estos cinco individuos es granítica, con inclusiones de cuarzo, feldespato potásico, biotita plagioclasa, que puede aparecer alterada a sericita y fragmentos de roca granítica, así como algunos *sandstone*s del tipo arenita cuarzosa. Como accesorios, se identifican algunas cloritas (EST03, EST23, EST24), hornblenda (EST03), clinopiroxeno (EST03, EST09, EST21, EST24), epidota (EST24) y *mudstone* (EST09). Las inclusiones de la fracción gruesa son heterométricas alcanzando 1.8 mm, ecuantes entre subredondeadas y subangulares, con algunos cuarzos y feldespatos elongados angulares (Lám. 36, 1A-1D).

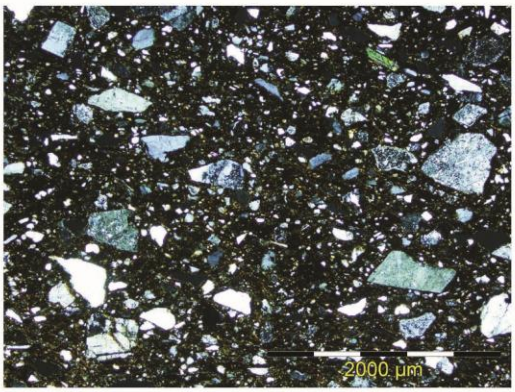
Estas muestras tienen la particularidad de presentar abundancia de fragmentos de roca granítica con variedad textural. Así, se identifican esferulitas (EST03, EST21, EST23), texturas micrográficas (EST03), texturas granofíricas (EST09, EST21, EST24), simplectíticas (EST21), micropertititcas (EST23, EST24), pertitas e intercrecimientos de los componentes de rocas graníticas (EST09). Además, se detectan cuarzos policristalinos que forman parte de las rocas graníticas.

Estos individuos presentan matriz no calcárea, marrón, con degradado a negro en TLL21 y ópticamente activas, a excepción de EST23 que es ópticamente inactiva y monocroma negra. Su porosidad relativa es inferior al 5% formada por *microvesicles*, *mesovoids* y canales (EST03).

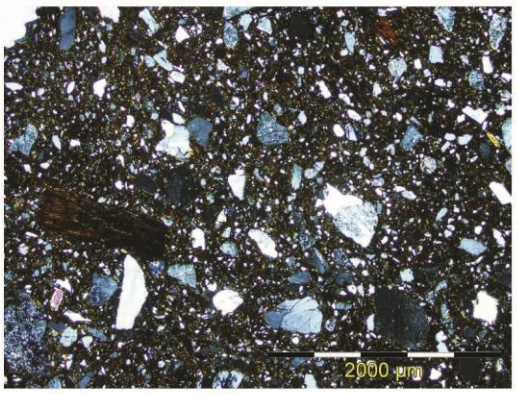
- Individuos con abundancia de biotita (EST04, EST22): Estos dos individuos tiene una composición granítica similar al grupo anteriormente descrito. Se compone principalmente de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, que puede aparecer alterada a sericita, fragmentos de roca granítica y fragmentos de roca sedimentaria, sobre todo *sandstone* de cuarzo recristalizado saturado y *sandstone* de matriz ferruginosa. Se identifican también algunas pertitas e inclusiones ferruginosas y como mineral accesorio hay algunos fragmentos de clorita (EST04), de hornblenda (EST04) y clinopiroxeno (EST22) y algunas texturas micropertititcas en los fragmentos de granito. La fracción gruesa está formada por fragmentos heterométricos que pueden superar los 2 mm en el caso de los fragmentos de roca granítica. Son inclusiones elongadas entre angulares y subredondeadas y algunos cuarzos y rocas sedimentarias con ecuantes y subredondeados (Lám. 36, 1E-1F).



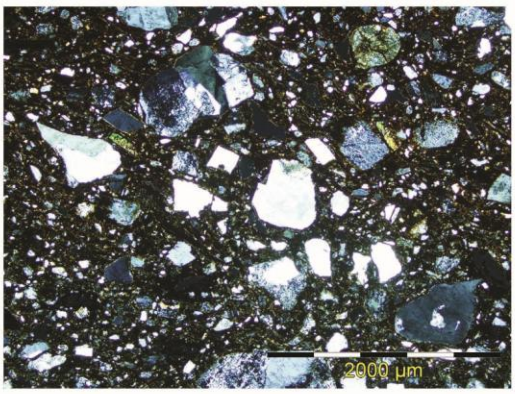
1A- EST01 (40x, XPL)



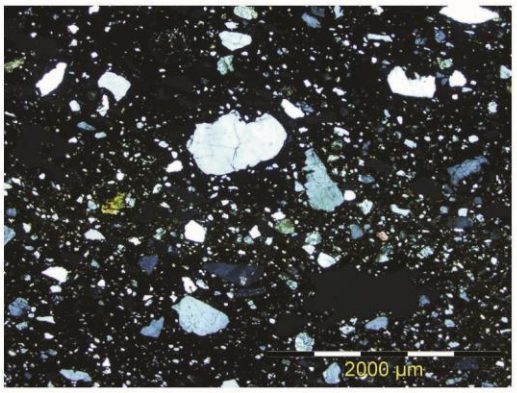
1B- EST06 (40x, XPL)



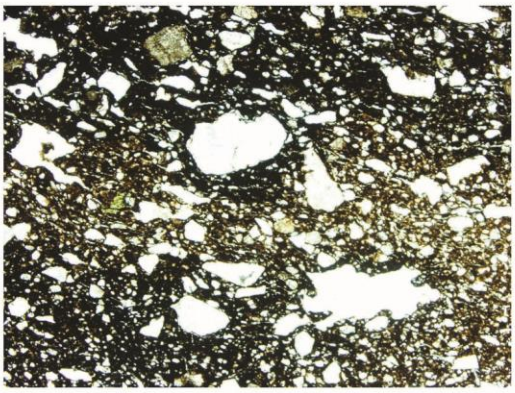
1C- EST06 (40x, XPL)



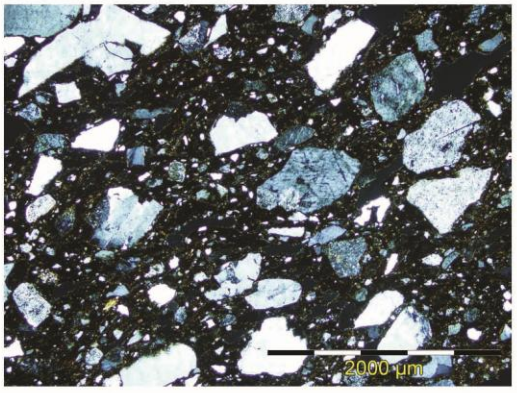
1D- EST07 (40x, XPL)



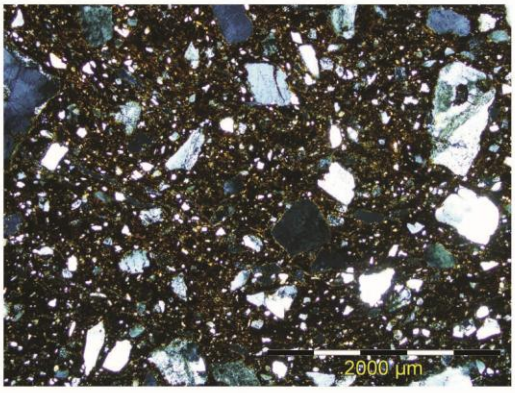
1E- EST14 (40x, XPL)



1F- EST14 (40x, PPL)

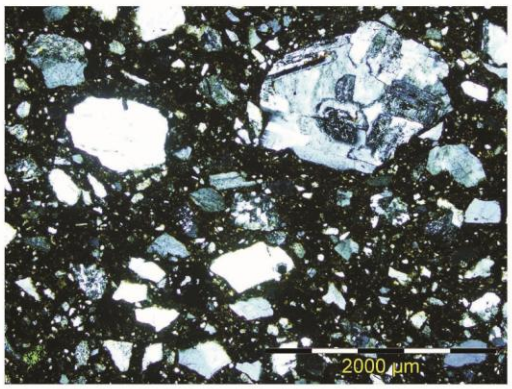


1G- EST15 (40x, XPL)

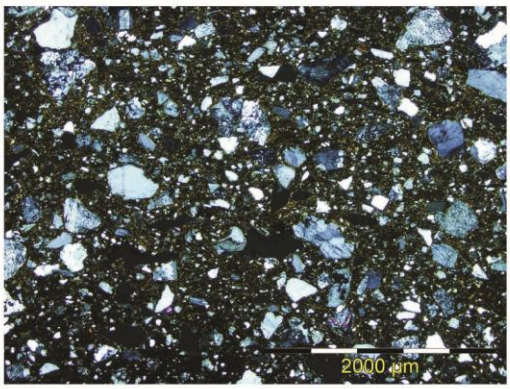


1H- EST30 (40x, XPL)

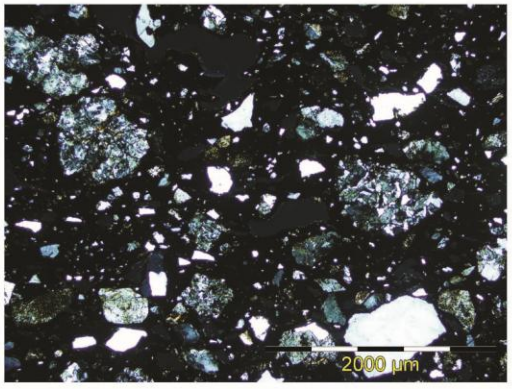
Lám. 35. Micro fotografías de Ca l'Estrada: Grupo Granítico



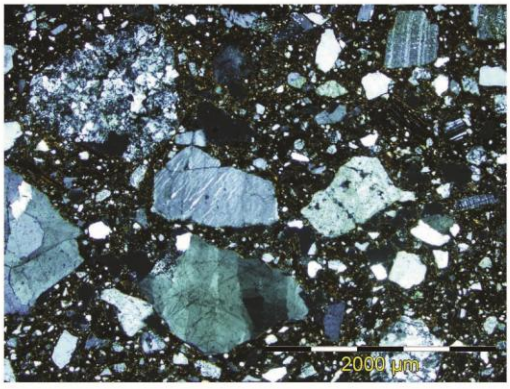
1A- EST09 (40x, XPL)



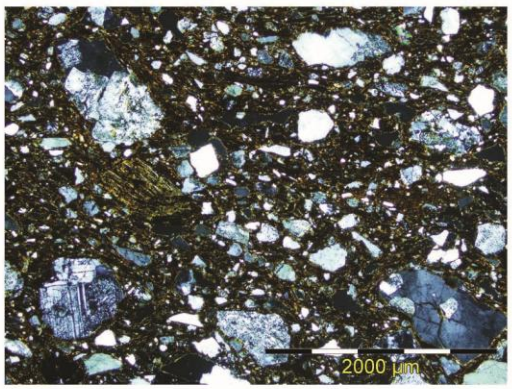
1B- EST21 (40x, XPL)



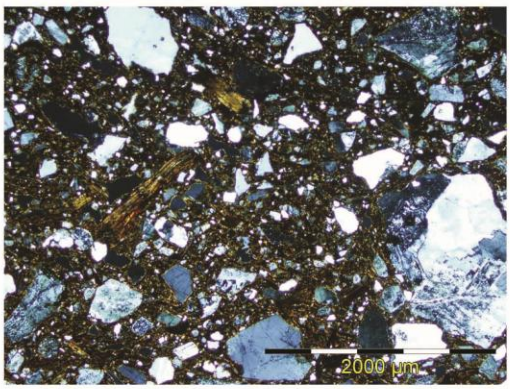
1C- EST23 (40x, XPL)



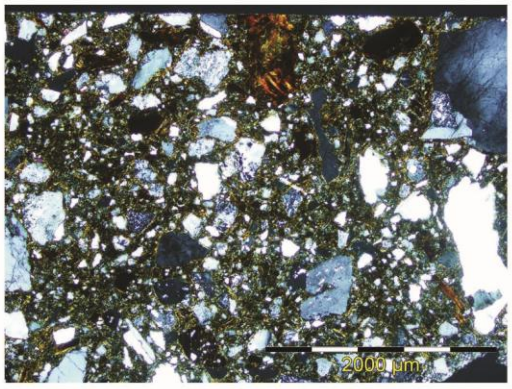
1D- EST24 (40x, XPL)



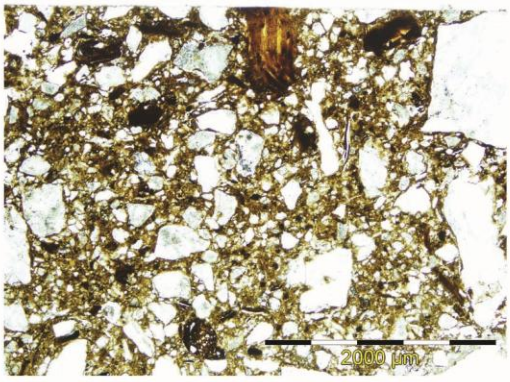
1E- EST04 (40x, XPL)



1F- EST22 (40x, PPL)

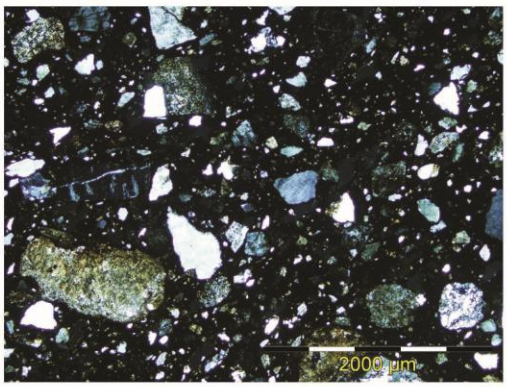


1G- EST19 (40x, XPL)

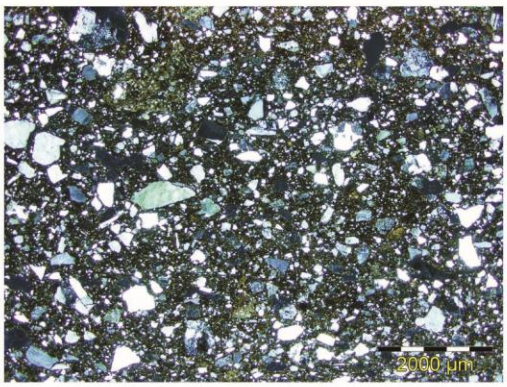


1H- EST19 (40x, PPL)

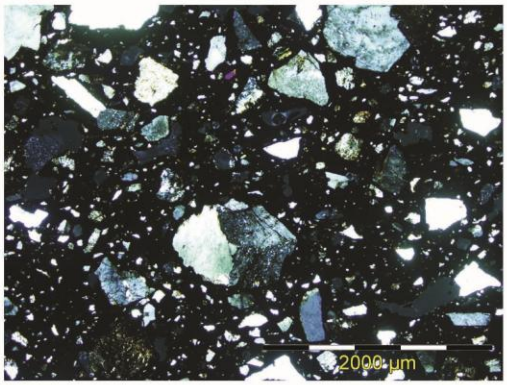
Lám. 36. Micro fotografías de Ca l'Estrada: Grupo Granítico



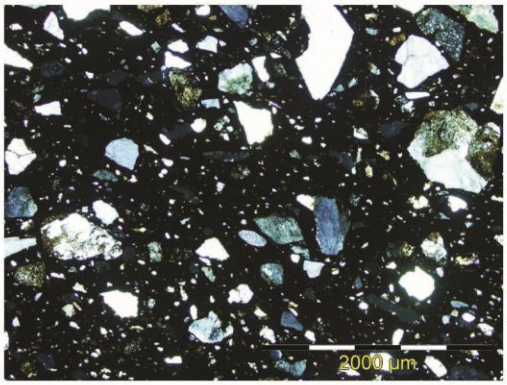
1A- EST20 (40x, XPL)



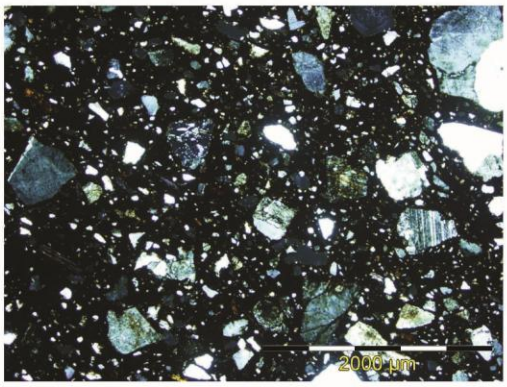
1B- EST25 (20x, XPL)



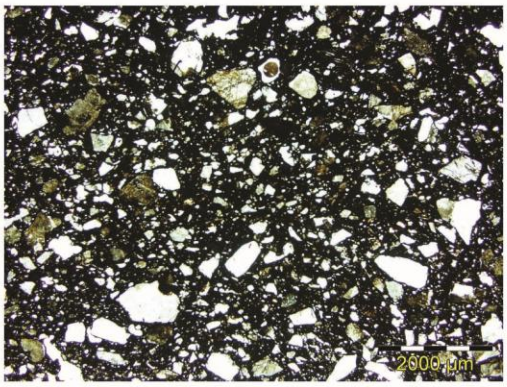
1C- EST26 (40x, XPL)



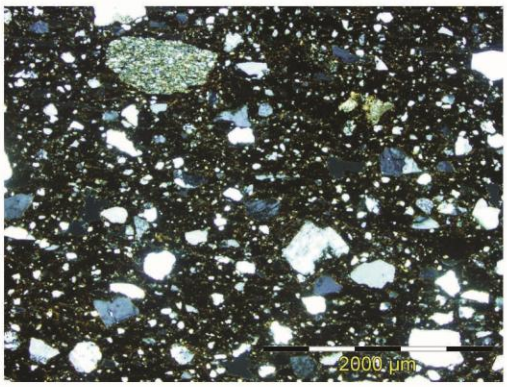
1D- EST27 (40x, XPL)



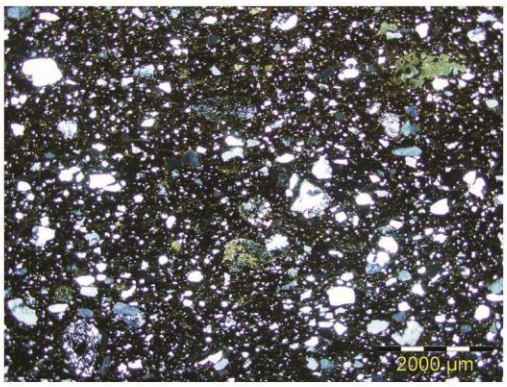
1E- EST29 (40x, XPL)



1F- EST29 (20x, PPL)



1G- EST13 (40x, XPL)



1H- EST13 (20x, PPL)

Lám. 37. Micro fotografías de Ca l'Estrada: Grupo Granítico; 1G-1H, metamórfico

Estos individuos se caracterizan por la presencia de biotita de forma muy abundante. Esta inclusión forma parte tanto de la fracción fina como de la fracción gruesa, alcanzando el tamaño de 1.5 mm.

La matriz es no calcárea, de color marrón y ópticamente activa, con una porosidad relativa inferior al 5% formada por *mesovesicles* y algún macro *vough* en EST22, superior a los 1.5 mm.

- Individuo con abundancia de inclusiones ferruginosas (EST19): Está compuesto por inclusiones graníticas de cuarzo, feldespato potásico, biotita, fragmentos de roca granítica y algunos *sandstone*s de cuarzo. Son inclusiones ecuantes entre redondeadas y subangulares <0.6 mm. Como mineral accesorio y parte de la fracción fina, se observan algunos clinopiroxenos y epidota. Su principal característica es la presencia de inclusiones ferruginosas que se presentan de forma abundante, con medidas entre 0.2 y 0.8 mm y heteromorfas, tanto ecuantes como elongadas, subredondeadas (Lám. 36, 1G-1H).

Tiene la matriz no calcárea, de color marrón y ópticamente activa, con una porosidad relativa inferior al 5%formada por *mesovesicles* y *mesovoids*.

- Individuos con abundancia de *mudstone* calcáreo (EST20, EST25): La principal composición de estos individuos son las inclusiones graníticas de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, que puede aparecer alterada a sericita, biotita y fragmentos de roca granítica que pueden alcanzar hasta 1 mm de tamaño. Son inclusiones ecuantes entre angulares y subredondeadas, con algunos cuarzos redondeados (Lám. 37, 1A-1B). Como mineral accesorio de fracción fina <0.2 mm se encuentran algunas cloritas y circón (EST25). En EST20 se observan así mismo algunas pertitas.

La principal característica de estas muestras es la presencia de inclusiones sedimentarias, con algunos cherts redondeados ecuantes de 0.3 mm (EST25), *sandstone*s de cuarzo y feldespato, que en EST20 son abundantes, y un bioclasto marino (EST25). La presencia de rocas sedimentarias carbonatadas aparecen de forma muy abundante, formando parte de la fracción fina, con inclusiones <0.2 ecuantes redondeadas y de la fracción gruesa, de forma heteromorfa, alcanzando 1.6 mm. Se trata de inclusiones de micrita, a base de cemento calcáreo y en ocasiones con inclusiones de cuarzo y feldespato potásico.

Tienen matriz no calcárea, con gradación cromática de marrón y ópticamente activa. La fracción gruesa es ligeramente más pequeña, con una moda de 0.2 mm. Su porosidad relativa es inferior al 5% formada por *mesovoids* y algún macrovoid <1 mm.

- Individuos con matrices negras inactivas (EST26, EST27, EST28, EST29) (Lám. 37, 1C-1F): Nuevamente estos cuatro individuos se caracterizan por su composición granítica a base de cuarzo, feldespato potásico, biotita, plagioclasa y su alteración a sericita y fragmentos de roca granítica. Se identifican también algunos *mudstone*s (EST26, EST27, EST28), *sandstone*s (EST27) y algunas texturas micropertítitcas (EST26, EST27, EST28) y pertitas (EST26). Como minerales accesorios se observan cloritas (EST26, EST28, EST29), clinopiroxeno (EST26, EST27, EST29), anfíboles (EST28), circón (EST28, EST29) e inclusiones ferruginosas (EST29).

La fracción gruesa es abundante y está formada por inclusiones ecuantes entre subangulares y subredondeadas y algunos cuarzos y fragmentos de roca granítica angulares, heterométricos pudiendo alcanzar 1.8 mm pero con moda de 0.25 mm.

La particularidad de estas muestras reside en su matriz, no calcárea, pero a diferencia de las anteriores descripciones, en esta ocasión tienen una coloración negra monocroma, como consecuencia de la cocción y post-cocción reductora y la matriz es ópticamente inactiva. También es remarcable su porosidad, más compacta en relación al conjunto granítico, con una frecuencia <2% con *mesovoughs* y *microvesicles*.

- *Outliers:*

Dentro del grupo granítico hay dos muestras, EST18 y EST30 que pueden considerarse outliers. Su composición es similar a la del grupo, con una base granítica de cuarzo, feldespato potásico, biotita, plagioclasa que puede presentarse alterada a sericita, fragmentos de roca granítica y de roca sedimentaria, *mudstone*s y *sandstone*. La composición es más variada, con presencia relativamente abundante de circón en los fragmentos de rocas graníticas o bien como inclusión accesoria. También se identifican inclusiones accesorias de clorita, clinopiroxeno, texturas micropertítitcas (EST30), partita (EST18), chert (EST18), *sandstone* de cemento ferruginoso (EST30) y moscovita (EST18).

La matriz es no calcárea, de tonalidades marrones degradadas y ópticamente inactiva. El *sorting* es pobre, con una frecuencia menos abundante que en el resto del conjunto con un 15% de fracción gruesa y mayor presencia de fracción fina, que puede alcanzar el 25%. La fracción gruesa está formada por inclusiones heterométricas de hasta 1 mm en fragmentos de roca granítica, cuarzos, feldespatos y *mudstone*s, con moda de 0.25 mm. Tienen tendencia ecuante entre redondeada y subangular y menos frecuente elongada subredondeada. La fracción fina es abundante, con inclusiones <0.2 mm, ecuantes subangulares y elongadas subredondeadas, predominando el cuarzo, feldespato, biotita, clinopiroxeno y circón.

La porosidad es relativa, con pocos canales que alcanzan 1 mm de longitud y algunos *mesovoughs*.

Al igual que el grupo granítico, estos dos individuos presentan en la DRX cuarxo, plagioclasa, feldespato potásico, hercinita y la descomposición de la illita-moscovita (EST18) o picos muy bajos (EST30), situando su TCE alta en >950º.

- *Fábrica metamórfica:*

Únicamente un individuo, EST13, forma parte de la fábrica metamórfica (Lám. 37, 1G-1H).

Su composición principal es granítica con inclusiones de cuarzo, feldespato potásico, fragmentos de roca granítica, biotita y plagioclasa, con frecuencia alterada a sericita. Junto con esta composición se encuentran inclusiones sedimentarias de micrita, que en algunas ocasiones se presenta granos más gruesos formando calcita esparítica, *sandstone* de cuarzo recristalizado y saturado, chert y algunas grauvacas con cemento micáceo e inclusiones de cuarzo y cuarzo policristalino. El rasgo distintivo y diferencial de esta fábrica es la presencia relativamente abundante de fragmentos de roca de metamorfismo bajo o fillitas, inclusiones granoblásticas de cuarzo y moscovita, esquisto milonítico o porfiroblástico, micáceo con nódulos de moscovita y cuarzo.

La matriz es no calcárea, bimodal, de color marrón oscuro y ópticamente activa e inactiva en distintas zonas del mismo individuo. Predomina la fracción gruesa con fragmentos ecuantes semiredondeados y subangulares y en el caso de las fillitas, elongados redondeados. Estas inclusiones son heterométricas <1 mm y solamente en algunos cuarzos y fragmentos de roca granítica superan esta medida alcanzando 1.5 mm y una de las fillitas que supera los 2 m y *sorting* moderado. La fracción fina,

inferior a 0.2 mm con una frecuencia del 20% está formada por fragmentos de cuarzo y feldespato ecuantes angulares, biotita elongada y micrita ecuante redondeada.

La porosidad está formada por micro *vesicles* de hasta 0.2 mm y macro canales que alcanzan una longitud de 3.5 mm.

El difractograma de este individuo presenta además de cuarzo, filosilicatos en proceso de descomposición con picos muy bajos, aunque sin llegar a percibirse espinelas. Así mismo, la plagioclasa y el feldespato potásico aparecen como trazas con picos muy poco intensos. También destaca la presencia de calcita, al contrario que ocurre con la mayor parte de los individuos de este yacimiento. Por tanto, se podría estimar su TCE entre 900-950º.

6.1.4.2. Análisis químicos

La primera exploración de los análisis químicos se ha llevado a cabo con los 25 elementos resultantes de la Fluorescencia de Rayos X, tanto mayores como trazas: Fe_2O_3, MnO, TiO_2, CaO, K_2O, P_2O_5, SiO_2, Al_2O_3, MgO, Na_2O y 15 trazas Ba, Ce, Cr, Cu, Ga, Nb, Ni, Pb, Rb, Sr, Th, V, Y, Zn, Zr. Estos datos con la LOI pueden verse en la Tabla 28 del anexo, así como un resumen estadístico en la Tabla 29 con la media, mediana, desviación estándar, cuantiles, máximos y mínimos de cada elemento.

En primer lugar, se ha realizado una matriz de variación composicional cuyo resultado es vt=0.88 (Tabla 31), lo que a pesar de ser un conjunto poligénico, el bajo valor apunta a una cierta homogeneidad dentro del conjunto. Los elementos con mayor aporte a la variación son, P_2O_5 ($\tau_{.P2O5}$=5.18), Pb ($\tau_{.Pb}$=4.17), Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=3.50), Cu ($\tau_{.Cu}$=3.17), y MnO ($\tau_{.MnO}$=2.29), mientras que los elementos más estables son TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=0.97) y Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=1.00).

Debido a las posible contaminaciones de P_2O_5 y Pb, en un segundo paso se han eliminado de los elementos considerados, utilizándose por tanto unos resultados de 23 elementos entre mayores y trazas (Tabla 32). Con esta subcomposición se ha llevado a cabo la matriz de variación composicional con una vt=0.56, valor muy próximo a la monogenia de un conjunto de individuos. En esta ocasión, los elementos con variación son, Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=2.80), Cu ($\tau_{.Cu}$=2.72), MnO ($\tau_{.MnO}$=1.88) y CaO=1.80 y los elementos más estables son nuevamente el TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=0.64) y Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=0.67).

Así mismo, se ha hecho otra exploración eliminando CaO de los componentes, al tratarse íntegramente de un conjunto no calcáreo (Tabla 33). Como resultado, se

obtiene una vt=0.50, con las mayores aportaciones de Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=2.69), Cu ($\tau_{.Cu}$=2.49) y MnO ($\tau_{.MnO}$=1.72) y como elemento más estable el TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=0.58).

Como se observa, en todos los casos TiO_2 resulta el elemento más estable, por lo que se ha utilizado como divisor en la transformación de los datos en logaritmos de razón. A partir de éstos se ha obtenido el dendrograma (Fig. 66), siguiendo el método del centroide y la distancia euclídea al cuadrado, con la subcomposición de 23 elementos, incluyendo CaO y excluyendo P_2O_5 y Pb. Se observa un gran cluster que incluye 26 individuos, de EST12 a EST19. Este cluster, a su vez, incluye dos outliers EST12 y EST25, situados al inicio del cluster y dos ramas, una gran rama de 19 individuos, de EST26 a EST16 y una segunda rama de cinco individuos, de EST23 a EST19.

Los datos crudos indican que se trata de un único cluster homogéneo, con escasas diferencias entre sus individuos. Las medias y desviaciones estándar pueden verse en la Tabla 30. Únicamente el outlier EST12 presenta porcentajes ligeramente discordantes y bajos en Fe_2O_3 (=3.794%), Al_2O_3 (=15.265%) y Na_2O (=1.458%) y elevados en SiO_2 (=68.921%). Por otra parte, el resto de individuos del cluster no presentan ninguna diferencia relevante y así mismo, resulta imperceptible la distinción entre las dos ramas que componen dicho cluster. En relación a m del total, se caracteriza por contenidos levemente altos en K_2O (m=3.318%), SiO_2 (m=64.695%) y MgO

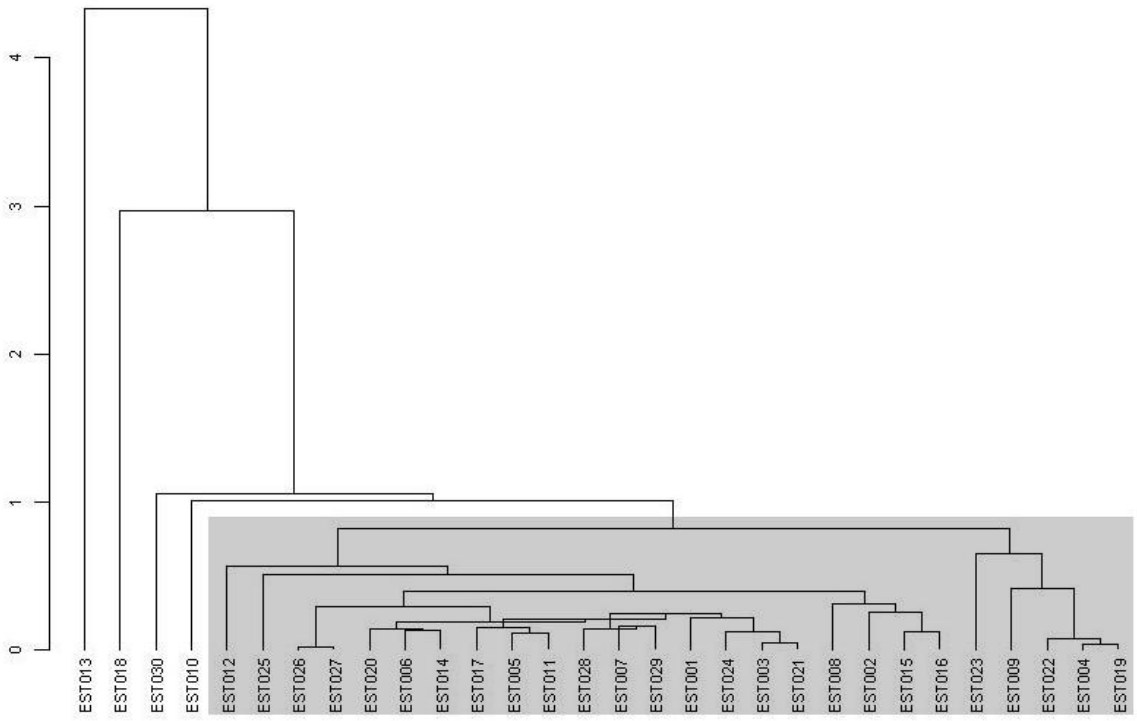


Fig. 67. Dendrograma de Cal l'Estrada con distancia euclídea cuadrada y método del centroide

(m=1.215%) y ligeramente bajos en Al_2O_3 (m=16.869%) y Zn (m=67.018 ppm).

Al principio del dendrograma se encuentran cuatro muestras individualizadas que no se agrupan entre sí ni con el cluster, EST13, EST18, EST30 y EST10. Estos cuatro individuos muestran la mayor variabilidad dentro del conjunto, con EST10 bajo en MgO (=0.757%) y EST30 alto en MnO (=0.122%). EST18 y EST13 son las dos muestras que presentan valores más extremos dentro del conjunto. EST18 contiene altos porcentajes de CaO (=3.019%), que a pesar de ser el individuo con mayor proporción de calcio, no puede considerarse más que *border calcareous*. También muestra elevados porcentajes de Na_2O (=2.629%) y valores muy bajos de MnO (=0.019%), SiO_2 (=61.924%), MgO (=0.582%), Cu (=4.658 ppm), Ni (=11.059 ppm), Rb (=82.061 ppm) y Zn (=37.118 ppm). Por su parte EST13 presenta un porcentaje bajo en Na_2O (=0.538%) y elevado en Fe_2O_3 (=6.402%), Cr (=78.137 ppm), Cu (=24.001 ppm), Ni (=31.893 ppm), V(=128.47 ppm) y Zn (=190.37 ppm).

Con esta misma subcomposición se ha llevado a cabo un PCA o análisis de componentes principales (Fig. 67). El componente 1 está formado principalmente por Cu, V, Zr, Ni y Zn y suponen el 47.44% de la variación, con una sd=0.5019. El componente 2 está formado esencialmente por Zn, V, Sr y Fe_2O_3 y resulta el 18.71% de la variación, con una sd=0.3403. Por tanto, estos dos elementos acumulan el 66.15% de la variación total del conjunto. En el diagrama resultante se ve cómo el conjunto tiende a la homogeneidad, con Na_2O como elemento con mayores diferencias, situado en Comp 1 -0.4 y Comp 2-0.2 y Cu, situado en Comp 1 0.4-0.6 y Comp 2 -0.2. Se distinguen también los individuos EST13, situado en Comp 1 0.6 y Comp 2 0.2-0.4, y EST18, en Comp 1 -0.4 y Comp 2 -0.2-0.0. Por otra parte, se desmarca también ligeramente EST12, en Comp 1 0.0-0.2 y Compo 2 -0.4 y un pequeño conjunto formado por EST04, EST22 y EST19 en Comp 1 0.2-0.0 y Comp 2 0.4, próximo a EST09 y

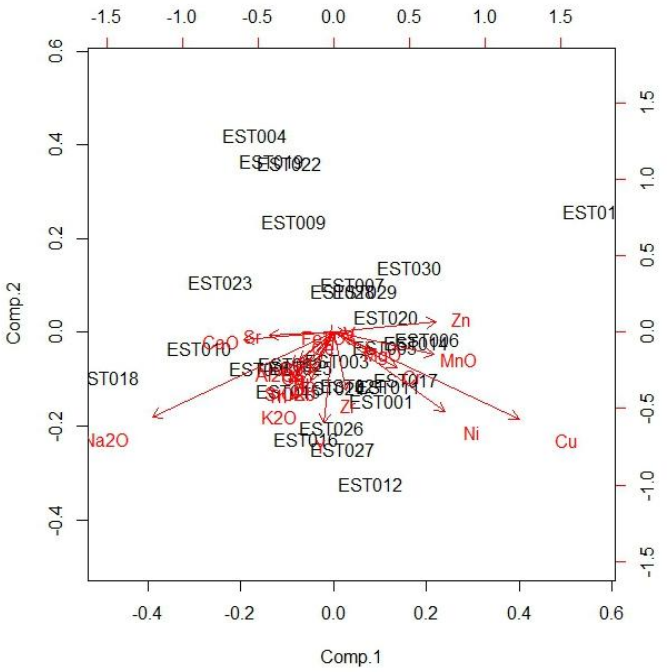


Fig. 68. PCA de Ca l'Estrada

EST23, que coincidirían con la rama 2 del cluster principal del dendrograma, anteriormente mencionado.

El diagrama de correspondencias (Fig. 68) se ha llevado a cabo con los *eigenvalues* 1 (=42.14%) y 2 (=27.3%), que en total acumulan el 69.44% de la variación. Se puede observar una tendencia de las muestras a agruparse entre -0.1 y 0.1 de la dimensión 1 y 0.05 y -0.05 en la dimensión 2. Fuera de estos parámetros estarían solamente los outliers individualizados, EST18, EST30 y EST13, los tres por debajo de -0.05 en la dimensión 2 y en la dimensión 1, EST18 entre -0.2 y -0.1 y EST30 y EST13 entre 0.0 y 0.1. Por otra parte, superior a 0.05 en dimensión 2 y rozando el 0.0 en dimensión 1 se encuentra EST12. Los componentes aparecen más dispersos, plasmando su variabilidad respecto de las muestras, con CaO y Na_2O por debajo de -0.1 en dimensión 1, el primero en -0.15 y el segundo entre 0.00 y 0.05 en dimensión 2. Por otra parte entre 0.1 y 0.3 en dimensión 1 y <0.0 en dimensión 2 se encuentran MgO, Cr, Ni, MnO, Cu y Zn, todos alejados de los individuos, y TiO_2, Fe_2O_3 y V, en las mismas coordenadas que el individuo EST13.

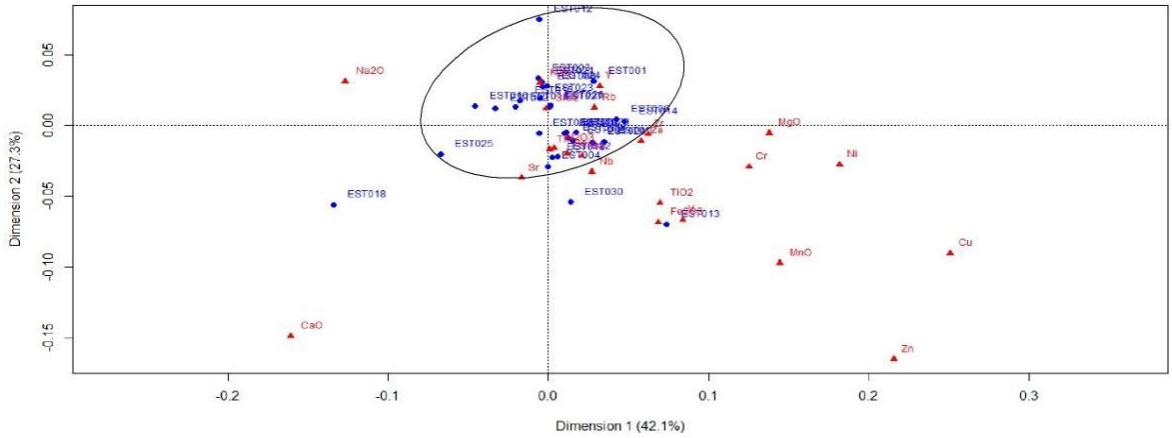


Fig. 69. Análisis de correspondencias de Ca l'Estrada

Finalmente, el remuestreo de *bootstrap* (Fig. 69) se ha explorado con la subcomposición de 23 elementos, método del centroide y la distancia euclídea. Siendo α=95 muestra la tendencia homogénea del conjunto, con solamente dos individuos, EST13 y EST18 fuera del conjunto, donde el p-valor au (aproximadamente insesgado) es de 99. Por otra parte, los individuos que integran el cluster principal, tienen un p-valor= 93, por lo que a pesar de estar por debajo de α, se aprecia esta tendencia a la monogenia.

Una nueva exploración se ha llevado a cabo con la misma subcomposición de 23 elementos pero excluyendo la muestra EST13, puesto que ya se ha mencionado que es el individuo que concentra mayor variación y valores más extremos dentro del conjunto. Como resultado de esta nueva matriz de variación, se obtiene una vt=0.43, con los elementos con mayor variación Cu ($\tau_{.Cu}$=2.29), MnO ($\tau_{.MnO}$=1.80) y CaO ($\tau_{.CaO}$=1.71).

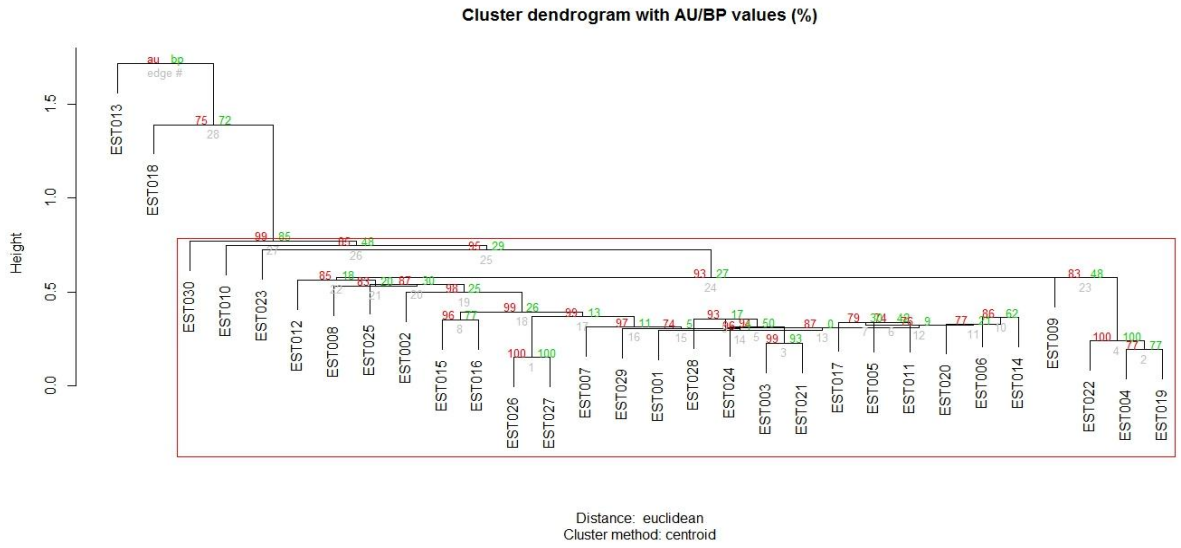


Fig. 70. Dendrograma de remuestreo de bootstrap de Ca l'Estrada con distancia euclídea, método del centroide y 0.95 de confianza con los pvalores

6.1.4.3. Integración de los resultados

Los individuos de este yacimiento están muy próximos a ser un grupo homogéneo. Petrográficamente se han observado solamente tres individuos fuera del conjunto granítico y químicamente cuatro individuos quedan fuera del cluster.

Se ha llevado a cabo una nueva exploración de los datos químicos para los individuos graníticos, excluyendo EST13, EST18 y EST03, con los 23 elementos listados en el apartado anterior. La matriz de variación composicional resulta una vt=0.34, donde los elementos con mayor variación son Cu ($\tau_{.Cu}$=1.96), MnO ($\tau_{.MnO}$=1.24) y Ni ($\tau_{.Ni}$=1.19) y el más estable Nb ($\tau_{.Nb}$=0.41). El resultado de esta vt indica que el grupo granítico sería un conjunto de tendencia homogénea.

Se aprecia además, una relación entre la observación petrográfica y los resultados químicos. El cluster principal, coincidente con el grupo granítico, presenta respecto al total de las muestras niveles ligeramente bajos de CaO (m_{cl}=1.56% respecto a m_t=1.64%), Al_2O_3 (m_{cl}=16.87% respecto a m_t=16.93%) y Zn (m_{cl}=67 ppm respecto a

m_t=70 ppm) y ligeramente altos de K_2O (m_{cl}=3.32% respecto a m_t=3.29%), SiO_2 (m_{cl}=64.69% respecto a m_t=64.54%) y MgO (m_{cl}=1.21% respecto a m_t=1.17%). De esta forma, queda asociada la presencia de pastas no calcáreas y la abundancia de inclusiones graníticas con alto contenido en cuarzo, feldespato potásico y biotita (Goldschmidt, 1958). Así mismo, EST10, a pesar de ser un individuo petrográficamente granítico, no aparece incluido en el dendrograma con los demás individuos de la misma naturaleza a causa de su bajo contenido en MgO (=0.75%), inferior a la m aportada.

A pesar de que químicamente se confirma esta tendencia monogénica, petrográficamente se identifican algunos sub-grupos dentro del conjunto granítico que responden generalmente al tipo o frecuencia de las inclusiones principales o a características texturales. Se puede ver cómo en algunos casos, estos sub-grupos coinciden con sub-clusters dentro del cluster principal granítico del dendrograma.

En primer lugar, EST26 y EST27 forman un sub-cluster que coincide con dos de las cuatro muestras de matriz negra. También forman un sub-cluster tres de los cinco individuos con abundancia de microgranitos (EST24, EST03 y EST21), mientras que EST23 y EST09, los otros dos individuos, se encuentran consecutivos en el dendrograma pero sin formar agrupación. Finalmente, los dos individuos con abundancia de biotita aparecen al final del dendrograma formando un sub-cluster entre sí e incluyendo a EST19, la muestra con inclusiones ferruginosas.

Al inicio del árbol y separado del cluster se encuentran cuatro individuos, uno granítico, los dos outliers del grupo granítico y el metamórfico. EST10, la muestra granítica se separa del cluster por el contenido mucho más bajo de MgO (=0.75% respecto a m_{cl}=1.21%). Los dos outliers, a pesar de que petrográficamente forman parte del grupo granítico con sus diferencias en abundancia de inclusiones y contenido diverso de inclusiones accesorias, químicamente se separan de dicho grupo. EST30 dista por su alto contenido en MnO (=0.12% respecto a m_{cl}=0.06%), mientras que EST18 contiene valores más dispares en la mayoría de sus componentes, con alto porcentaje de CaO (=3.02%) y, por tanto, única muestra *border calcareous,* y de Na_2O (=2.63%) mientras que el contenido de MnO, SiO_2, MgO, Cu, Ni, Rb y Zn está muy por debajo de la media.

Finalmente, EST13 encabeza el árbol, separándose notablemente del resto del conjunto. Las diferencias de este individuo respecto al conjunto son notables, en primer lugar por ser la única muestra con presencia de inclusiones metamórficas y químicamente por presentar los valores más altos de Fe_2O_3 (=6.40), Cr (=78.1 ppm), Cu

(=24 ppm), Ni (=31.8 ppm), V (=128.5 ppm) y Zn (=190.4 ppm) y muy bajos en Na_2O (=0.54%).

Los resultados descritos apuntan a una proveniencia local del conjunto muestreado. El yacimiento está situado en el límite de la zona cuaternaria con una zona de arcillas y materiales sedimentarios de tendencia arcósica, seguido de una zona granítica a partir de los c.7.5 Km en dirección norte y, por tanto, a una distancia suficientemente próxima como para considerarse la procedencia de la aportación granítica que define al conjunto de muestras. A c.9.5 Km en dirección norte, tras la región granodiorítica, se encuentran diversos depósitos metamórficos principalmente de pizarras arcillosas que podrían explicar la aportación metamórfica de EST13. Cabe destacar que todos estos niveles geológicos se encuentran surcados por el curso fluvial del Congost que cruza Canovelles, y que podría transportar estos materiales hasta las proximidades del yacimiento (Fig. 4,5).

Los materiales de este yacimiento se han encontrado en un alto grado de fragmentación, lo que dificulta el trabajo arqueológico y, por tanto, la relación entre la interpretación arqueológica con la arqueométrica. A pesar de ello, se pueden ver algunos aspectos interesantes. En primer lugar, no se aprecia una distinción clara entre la pieza con aportaciones metamórficas y el resto de materiales desde un punto de vista arqueológico. Por otra parte, se observa que los dos individuos graníticos biotíticos corresponden a dos jarras de post-cocción oxidante, de tonalidades beige y marrones con decoración a peine en el cuerpo. Debido a la falta de borde, podría tratarse de ollas o bien jarras, considerándolas en este caso jarras por la falta de trazas de su uso directo en el fuego. La misma tesitura se da en EST19, el individuo con aportaciones ferruginosas, de tonalidad marrón muy oscuro y, por tanto, con post-cocción reductora pero que en este caso se ha considerado que podría tratarse de una olla por ligeras marcas más oscuras en la base que podrían ser marcas de su uso al fuego.

Por otra parte, los cinco individuos graníticos con abundancia de microgranitos corresponden todos a ollas para preparación de alimentos directamente al fuego. Se aprecia en tres de ellos la cocción y post-cocción reductora, mientras que en EST03 y EST09 la coloración es diversa, por lo que parecen piezas con cocción irregular que ha aportado esta coloración mixta a las superficies. Finalmente, se observa que las piezas graníticas de matriz negra y los outliers corresponden arqueológicamente a ollas para ir al fuego, de cocción y post-cocción reductora y, por tanto, de color gris negro a ojo desnudo.

Los demás individuos del conjunto están formados por el grupo granítico, EST13 con aportaciones metamórficas y el conjunto granítico con aportación de *mudstone*. En estos grupos se encuentran tanto ollas para la cocción directa sobre el fuego como jarras u ollas de almacenaje. Respecto al ambiente de cocción, predomina el irregular, puesto que la mayor parte de estas piezas presentan zonas gris negruzcas y zonas marrones o beige en el mismo fragmento. Se identifican claramente como post-cocción oxidante cuatro individuos, EST06 y EST07, posibles jarras y EST16 y EST17, dos ollas. Como claramente cocción y post-cocción reductora se identifican las ollas EST12 y EST20, mientras que el resto de las piezas corresponderían a esa cocción irregular y mixta.

6.2. El Maresme

6.2.1. Torre Llauder

Para el estudio de Torre Llauder se han seleccionado 47 individuos cerámicos. Todas las muestras se han analizado químicamente por fluorescencia de rayos X, para su composición de mayores y de trazas, mineralógicamente con difracción de rayos X y láminas delgadas para su observación petrográfica en el microscopio óptico.

6.2.1.1. Petrografía y mineralogía

Las muestras de este yacimiento se caracterizan por su aportación granítica que se puede observar en todas las muestras (Tabla 76). El conjunto es bastante homogéneo, con un total de 40 muestras que forman parte del grupo granítico mayoritario. A pesar de tener composición similar, las diferencias texturales, en minerales accesorios y en algunos componentes principales, como las inclusiones sedimentarias, hacen que en este grupo granítico se puedan diferenciar numerosos sub-grupos.

A diferencia de los conjuntos del Vallès, en este yacimiento a penas se detecta presencia de metamorfismo. Por otra parte, las inclusiones calcáreas son más frecuentes, apareciendo en más muestras y en mayor abundancia.

Así mismo, debemos mencionar la presencia de calcita secundaria post-deposicional en 13 muestras (TLL05, TLL10, TLL11, TLL13, TLL14, TLL15, TLL22,

TLL25, TLL28, TLL31, TLL34, TLL37, TLL47), que rellena las cavidades y poros e incluso se extiende por la matriz de los individuos.

- *Fábricas graníticas*

El grupo granítico está compuesto por la mayor parte de los individuos muestreados, hasta un total de 40, con particularidades que se propician la clasificación de diversos sub-grupos.

Estas muestras se caracterizan por la alta aportación granítica o granodiorítica, con abundante presencia de cuarzo, feldespato potásico, biotita, plagioclasa, que en todas las muestras aparece alterada a sericita y fragmentos de roca granítica. Esta composición es la que predomina en las cerámicas, formando la parte más cuantiosa de la fracción gruesa, que puede llegar a medidas >1.5 mm, como de la fracción fina <0.2 mm (Lám. 38, Lám. 39, 1A-1D).

En algunos individuos se pueden detectar texturas micrográficas (TLL19), gráficas (TLL19), micropertititcas (TLL03, TLL04, TLL14, TLL17, TLL22, TLL27, TLL38, TLL39), microgranitos micrográficos (TLL04), esferulíticas (TLL04), mirmequítica (TLL06), simplectita (TLL13), partita (TLL03, TLL06, TLL10, TLL14, TLL17, TLL20, TLL23, TLL27, TLL38, TLL43). Así mismo, se pueden identificar diferentes fragmentos de roca sedimentaria, principalmente *mudstone* carbonatados o bien micáceos (TLL04, TLL06, TLL10, TLL13, TLL25, TLL27, TLL38) y *sandstone*s de cuarzo con granos saturados (TLL14, TLL19, TLL22, TLL27, TLL39), con granos heterométricos (TLL22, TLL24) o bien irregulares, como en TLL04 y TLL27, donde se aprecia un *sandstone* con cuarzo, feldespato y clinopiroxeno o en TLL17, con fragmentos de *mudstone* calcárea con inclusiones de clinopiroxeno y cuarzo. Más raramente aparecen inclusiones sedimentarias de matriz rojiza ferruginosa con inclusiones de cuarzo y feldespato <0.05 mm (TLL03, TLL19, TLL20, TLL25). Finalmente, las muestras TLL27 y TLL38 presentan cada una, un fragmento de chert e inclusiones ferruginosas opacas.

Además de estas inclusiones, se identifican hornblendas, con relativa frecuencia, que pueden formar parte de la composición principal de algunos individuos (TLL03, TLL14, TLL19, TLL22, TLL43) o bien aparecer de forma accesoria (TLL04, TLL06, TLL10, TLL13, TLL17, TLL23, TLL24, TLL25, TLL27, TLL38, TLL39). Se aprecian también anfíboles verdes o actinolitas en TLL03, TLL10, TLL13, TLL14,

TLL22, TLL39, TLL43. Los minerales accesorios identificados son clinopiroxeno (TLL03, TLL04, TLL06, TLL10, TLL13, TLL14, TLL19, TLL20, TLL22, TLL23, TLL24, TLL25, TLL38, TLL39, TLL43), circón (TLL04, TLL25, TLL43), epidota (TLL10, TLL13, TLL17, TLL20, TLL23, TLL27, TLL38), clorita (TLL23), moscovita (TLL06).

Estos individuos presentan matrices no calcáreas, de diferentes cromatismos, en marrón oscuro (TLL25, TLL38), grises negros (TLL03, TLL04, TLL17, TLL19, TLL20, TLL22, TLL23, TLL24, TLL43) o degradadas de negro en los bordes a marrón oscuro en el centro (TLL06, TLL10, TLL13, TLL14, TLL27, TLL39) y ópticamente activas, a excepción de TLL14, TLL23 que se presentan como inactivas. TLL04, TLL06, TLL22 y TLL24 muestran matrices con actividad óptica activa e inactiva en el mismo individuo, indicando una cocción irregular de la pieza.

Las matrices de este grupo son bimodales, predominando la fracción gruesa, que es heterométrica al igual que heteromorfa. Estas inclusiones superan el tamaño de 1 mm y están formadas principalmente por cuarzo, feldespato, plagioclasa y fragmentos de roca granítica, que alcanzan los mayores tamaños superiores a 2 mm, como TLL14, donde las inclusiones >1 mm son muy abundantes pudiendo alcanzar los 2.8 mm de tamaño (TLL10, TLL14, TLL38, TLL39, TLL43). Así mismo, la biotita puede formar parte de esta fracción gruesa, alcanzando medidas superiores a 1 mm de longitud (TLL04, TLL06, TLL10, TLL38, TLL39). Cabe destacar que los anfíboles, así como los clinopiroxenos, tanto si forman parte de los componentes principales como de los accesorios, no superan los 0.5 mm, situándose de media entre los 0.2 y 0.4 mm, e incluso formando parte de la fracción fina <0.2 mm. Se trata de inclusiones heteromorfas, apreciándose tanto fragmentos ecuantes como elongados, entre subangulares y subredondeados, aunque se puede apreciar que las formas elongadas corresponden a cuarzos, feldespatos, fragmentos de roca granítica y las inclusiones de foliación elongada como biotita, mientras que las inclusiones ecuantes las forman indistintamente todas las inclusiones, a excepción de las de foliación elongada naturalmente. Se distinguen formas ecuantes subredondeadas y redondeadas en las inclusiones sedimentarias, tanto *sandstone* como *mudstone*, que así mismo tienden a no superar los 0.5 mm, a excepción de TLL17, donde alcanzan 1.5 mm. Por otra parte, las inclusiones de *mudstone* carbonatadas o micáceas pueden también ser también amorfas heterométricas <1 mm.

La fracción fina es relativamente abundante, formada por cuarzo, feldespato, plagioclasa, anfíboles y los minerales accesorios, especialmente los clinopiroxenos, epidota y circón, que raramente superan los <0.1 mm. Varios individuos presentan abundancia de biotita como fracción fina (TLL03, TLL17, TLL20, TLL23, TLL43).

La distribución de las inclusiones ocupa gran parte de la matriz, ya que se trata de cerámicas toscas, con un empaquetamiento aproximado del 20% de fracción gruesa y 20% de fracción fina. Algunos individuos presentan mayor proporción de fracción gruesa, hasta el 25%, como TLL14. Por el contrario, otros individuos como TLL03, TLL10, TLL20 y TLL23, presentan fracción gruesa relativamente abundante y fracción fina muy abundante. El *sorting* es entre moderado (TLL04, TL13, TLL17, TLL19, TLL22, TLL24, TLL38, TLL43) y pobre (TLL03, TLL06, TLL10, TLL14, TLL20, TLL23, TLL39), con solo TLL25 y TLL27 aproximándose al bueno.

La porosidad es diversa, no llegando a alcanzar el 10%, excepto en TLL03. Predominan los *mesovoughs* y *mesovesicles*, con algunos *macrovoughs* <1.5 mm, solo predominantes en TLL03, donde alcanzan los 2 mm. Menos abundantes son los micro (TLL04, TLL19, TLL23), meso (TLL03, TLL14, TLL23) y macro canales (TLL03, TLL14, TLL19) y de forma esporádica se presentan *macrovesicles* >1 mm de diámetro (TLL19, TLL20, TLL38).

Los resultados mineralógicos (Tabla 77) revelan diversidad de cocciones para estos individuos. Todos los individuos contienen cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico, este último con picos poco intensos en TLL19 y TLL43. Nueve individuos (TLL10, TLL13, TLL16, TLL17, TLL7, TLL34, TLL38, TLL39 y TLL43) presentan picos altos de illita-moscovita en 10 de la distancia del ángulo 2θ, indicando una TCE baja, inferior a 900º. En los demás individuos del grupo se observa la descomposición total del pico 10 en distancia 2θ de los filosilicatos de forma total (TLL19, TLL22 y TLL23) o en proceso, con picos muy bajos de illita-moscovita (TLL03, TLL10, TLL20, TLL25). Los individuos con filoilicatos descompuestos o en proceso de descomposición contienen espinela del tipo hercinita, observable en diferentes picos, situados en la distancia 2θ de 30-32, 36-37 o bien en 42-43, indicando una TCE >950º y, por tanto, superior a los primeros individuos con illita-moscovita. Por ora parte, se observa piroxeno y clinoenstatita en gran parte de los individuos, a excepción de TLL03, TLL06, TLL10, TLL25, TLL27 y TLL34. Por último, cabe mencionar la presencia de calcita en TLL16, TLL27, TLL34 y TLL39.

Fábrica TLL-1.1: La primera de las sub-fábricas que podemos encontrar dentro del grupo granítico está formada por seis individuos, TLL02, TLL18, TLL32, TLL40, TLL41, TLL45 y se caracteriza por la alta concentración de *mudstone* y de biotita (Lám. 39, 1E-1H).

Al formar parte del grupo granítico, su composición principal coincide con las características del grupo, con abundantes inclusiones gruesas de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, alterada a sericita y fragmentos de roca granítica. Se aprecian texturas mirmequíticas en TLL45, partita en TLL32 y como minerales accesorios se observan hornblendas (TLL02, TLL18, TLL32, TLL40, TLL45), clinopiroxenos (TLL02, TLL18, TLL32, TLL40, TLL41, TLL45), actinolita (TLL32) y un fragmento de chamota en TLL40. Destaca también la abundancia de biotita, tanto en su fracción gruesa como fina e inclusiones redondeadas ferruginosas.

La diferencia de este sub-grupo es la abundancia de inclusiones sedimentarias finas o *mudstone*, de matriz entre ocre y marrón y, por tanto, carbonatadas o micáceas que a su vez pueden contener algún fragmento de cuarzo (TLL02, TLL32, TLL40, TLL41) o de biotita (TLL18, TLL32, TLL40). Se aprecian también algunas micritas (TLL18, TLL32, TLL40, TLL41,TLL45) y abundan los *mudstone* ecuantes redondeados de tamaño no superior a los 3 mm.

Las matrices son no calcáreas de coloración marrón y ópticamente activas. La fracción gruesa es abundante, formada por inclusiones elongadas y ecuantes entre subangulares y subredondeadas, mientras que los *mudstone*s pueden ser amorfos o bien de tendencia redondeada. Estos fragmentos abundan entre 0.5 -1.5 mm, pudiendo alcanzar los 2 mm en algunos cuarzos y fragmentos de roca granítica y llegando a los 4 mm en TLL32. La moda varía entre 0.15-0.20 mm (TLL32, TLL40, TLL41) 0.25-0.35 mm (TLL02, TLL18, TLL45). La fracción fina es relativamente abundante, formada por los minerales accesorios así como inclusiones graníticas de tendencia subangular. El *sorting* es moderado y bueno en TLL18 y TLL40.

La porosidad es <7%, formada por meso *voughs* y meso *vesicles*, algunos micro *vesicles* (TLL02), micro canales (TLL02, TLL18) y meso canales (TLL18, TLL32).

El análisis mineralógico revela presencia de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y filosilicatos en la distancia 2θ= 10 sin descomponer, por lo que se estima una TCE baja, >900º. Además, se distinguen picos de calcita en todos los individuos del grupo, exceptuando TLL02, e incluso gehlenita en TLL41 y chabalcita en 10 en la

distancia 2θ en TLL45, indicando presencia de fases secundarias en estos dos individuos.

Fábrica TLL-1.2: La sub-fábrica formada por los individuos TLL21, TLL26 y TLL33 se caracteriza por la abundante presencia de inclusiones sedimentarias, sobre todo de *sandstone*s de cuarzo (Lám 40, 1A-1C).

Las principales aportaciones son graníticas, de cuarzo, cuarzo policristalino, feldespato potásico, plagioclasa, que puede aparecer alterada a sericita, biotita y fragmentos de roca granítica. Se aprecian inclusiones accesorias de hornblenda (TLL21, TLL33), clinopiroxenos (TLL21, TLL33), circón (TLL33) y epidota (TLL21, TLL26).

Las aportaciones sedimentarias apreciables son algunos *mudstone*s de matriz rojiza ferruginosa (TLL21) y micácea (TLL26, TLL33), micrita (TLL26) y *sandstone*s formadas por inclusiones de cuarzo y feldespato heterométricos de empaquetamiento completo o saturado. Estas *sandstone*s pueden incluir fragmentos de biotita o de epidota. En ocasiones, algunos de los fragmentos de cuarzo y feldespato que forman la roca alcanzan tamaños >1 mm. En TLL26 se aprecia además un fragmento de chert accesorio.

La matriz de los individuos es no calcárea, de coloración degradada entre gris negro (TLL21, TLL33) y marrón oscuro (TLL26) y ópticamente activas, con *sorting* moderado. Predomina la fracción gruesa donde abundan las *sandstone*s ecuantes redondeadas o subredondeadas <0.4 mm y que pueden alcanzar los 1.5 mm. Junto a estas inclusiones, los fragmentos de roca granítica, cuarzos, feldespatos y plagioclasa alterada a sericita suponen los mayores tamaños y presencia en las muestras, con fragmentos elongados subangulares y ecuantes subredondeados de hasta 2.5 mm. La fracción fina es relativa, incluyendo los minerales accesorios, cuarzo, biotita, feldespato y plagioclasa <2 mm. La moda aproximada se sitúa en 0.20 mm.

Lla porosidad es abundante, con meso *voughs*, meso canales y algunos *macrovoughs* (TLL21).

En esta ocasión, los difractogramas revelan tres cocciones distintas. TLL21 aparece sin picos de illita-moscovita, que ya se ha descompuesto y con presencia de espinela, por lo que su TCE estaría en 950º o superior. Por el contrario TLL26, sí aparece con los picos de filosilicatos en distancia 2θ= 10 e incluso presencia de calcita, lo que revela una TCE inferior <900º. TLL33 se sitúa en un punto intermedio con picos de illita-moscovita bajos, por lo que su descomposición se ha iniciado sin llegar a

completarse. Así mismo, TLL33 no contiene espinela, por lo que su TCE estaría entre los 900-950º. Los picos de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa están presenten en los tres individuos.

Fábrica TLL-1.3: Esta sub-fábrica está integrada por cinco muestras TLL11, TLL15, TLL30, TLL44 y TLL46 (Lám. 40, 1D-1F). La principal característica que tienen en común es la matriz, que combina tres texturas diferentes, producto de una atmósfera de cocción que combina reducción y oxidación y a la vez, diferencias de TCE en la misma pieza.

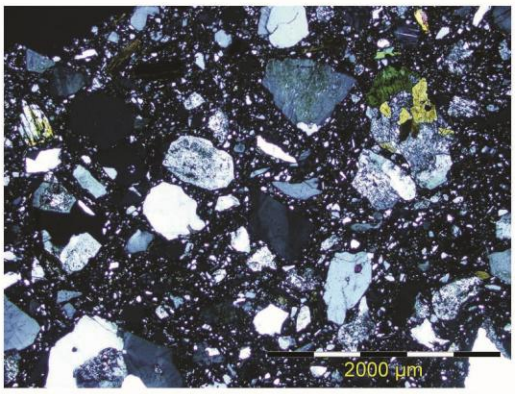
La composición de estos individuos es fundamentalmente granítica. Al igual que las muestras de este grupo granítico, predomina el cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y su alteración a sericita, biotita y fragmentos de roca granítica. Se detectan también algunas pertitas (TLL11, TLL30, TLL46), *mudstone* de matriz carbonatada o micácea (TLL11, TLL15, TLL30, TLL46), *sandstone*s de cuarzo (TLL44, TLL46) y como minerales accesorios se identifican clinopiroxenos, hornblenda, actinolita (TLL11) e inclusiones opacas (TLL15) y grauvacas (TLL46).

Esta sub-fábrica presenta matrices no calcáreas, con diversidad cromática, desde zonas negras a anaranjadas (TLL11, TLL15, TLL44, TLL46) o marrones (TLL30) y zonas ópticamente activas con inactivas dentro de un mismo individuo.

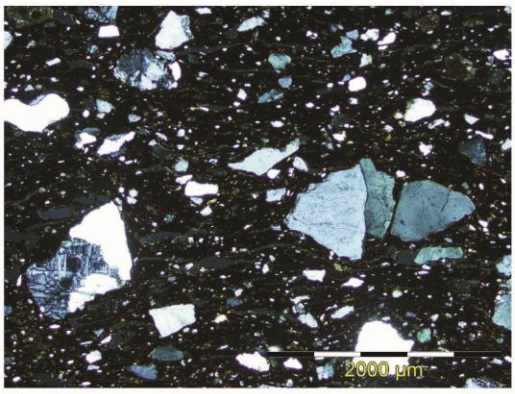
La fracción gruesa es abundante, entre 0.5 y 1.8 mm e incluso hasta 3 mm. Las inclusiones principales son ecuantes subredondeadas y, con menos frecuencia, se observan inclusiones elongadas subangulares de cuarzo, feldespato potásico y fragmentos de roca granítica. La fracción fina es relativa, con formas entre angulares y subredondeadas tanto ecuantes como elongadas de los minerales accesorios, cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa. El *sorting* es entre moderado y bueno y la moda aproximada está entre 0.25 mm (TLL11, TLL15, TLL46) y 0.35 mm (TLL30, TLL44).

Por otra parte, la porosidad es abundante, especialmente visible en meso *voughs*, meso *vesicles* y meso canales y raramente macro *voughs* (TLL44).

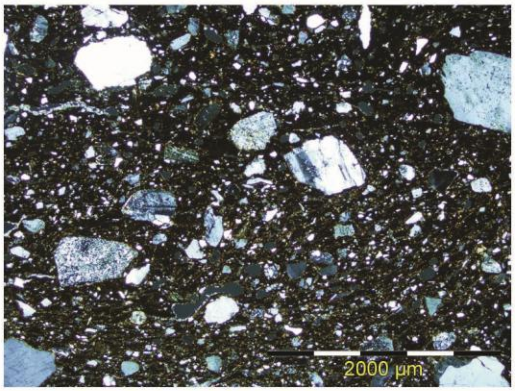
Mineralógicamente TLL11 y TLL15 presentan una TCE alta, >950º con la presencia de espinela en distintas distancias 2θ y con los filosilicatos descompuestos. Por otra parte, TLL130, TLL44 y TLL46 no presentan espinela y los picos de illita-moscovita son altos, lo que los sitúa en una TCE baja <900º.En todos los individuos se observa cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa, así como piroxenos (a excepción de TLL11) (Tabla 77).



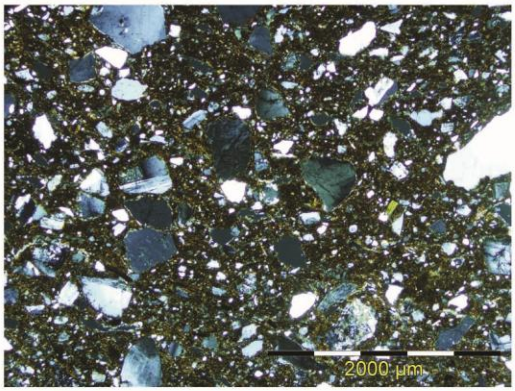
1A- TLL03 (40x, XPL)



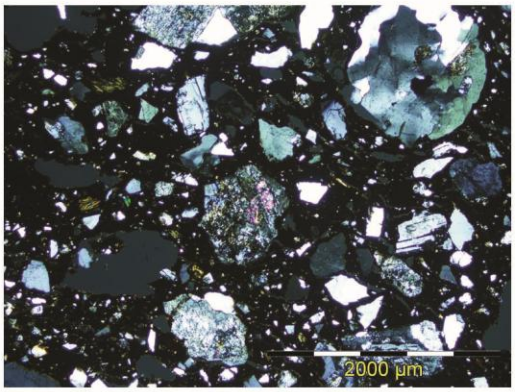
1B- TLL06 (40x, XPL)



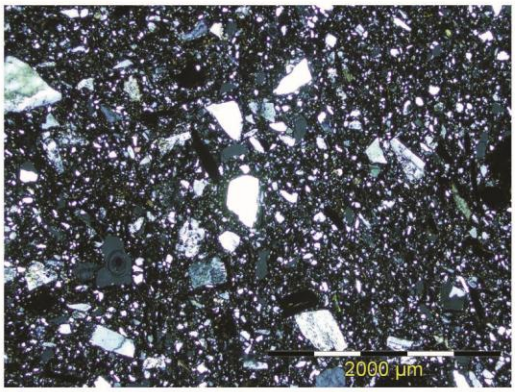
1C- TLL10 (40x, XPL)



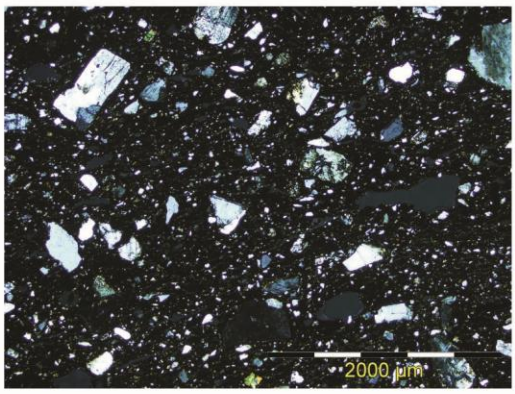
1D- TLL13 (40x, XPL)



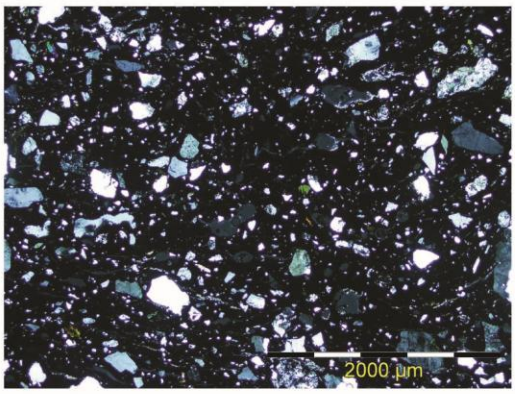
1E- TLL14 (40x, XPL)



1F- TLL16 (40x, XPL)

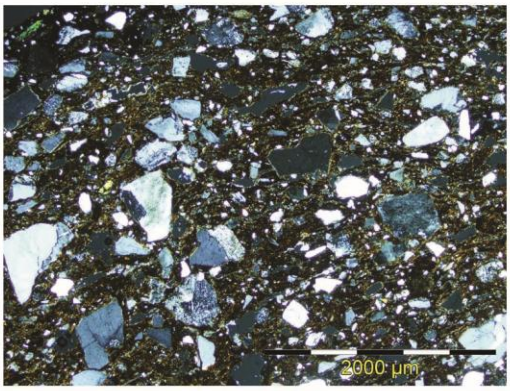


1G- TLL20 (40x, XPL)

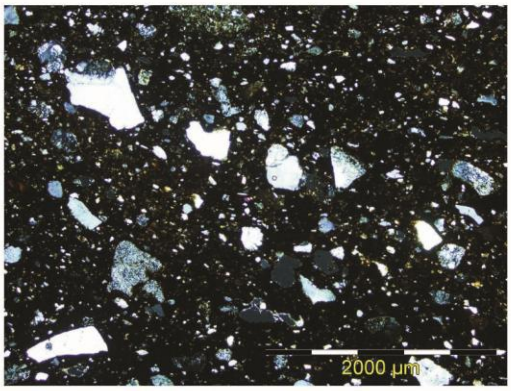


1H- TLL22 (40x, XPL)

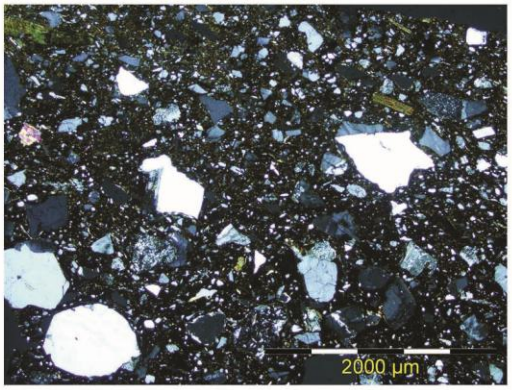
Lám. 38. Micro fotografías de Torre Llauder: Grupo Granítico



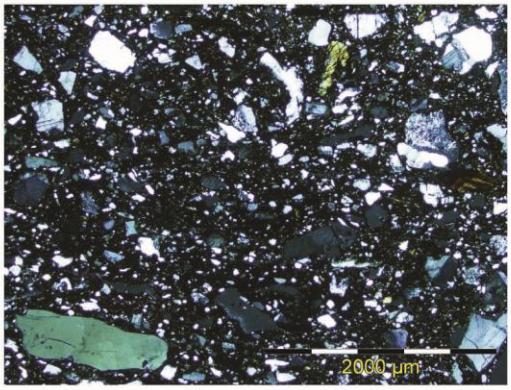
1A- TLL25 (40x, XPL)



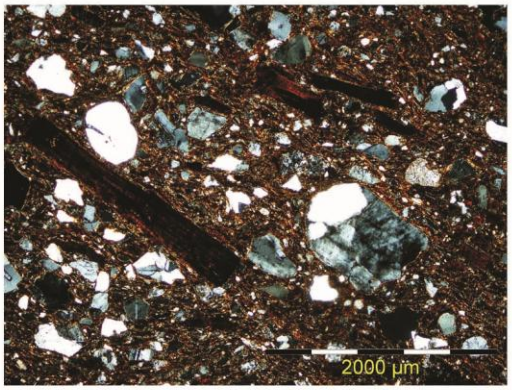
1B- TLL27 (40x, XPL)



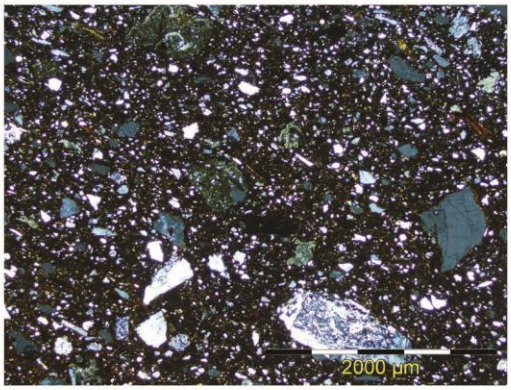
1C- TLL39 (40x, XPL)



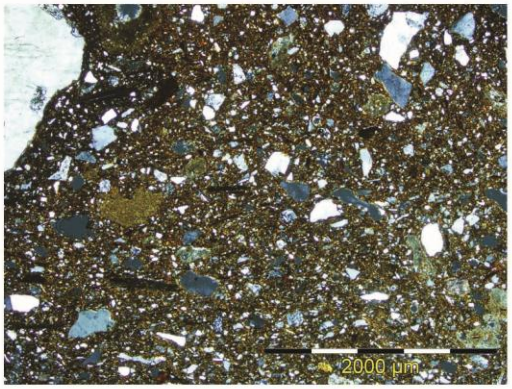
1D- TLL43 (40x, XPL)



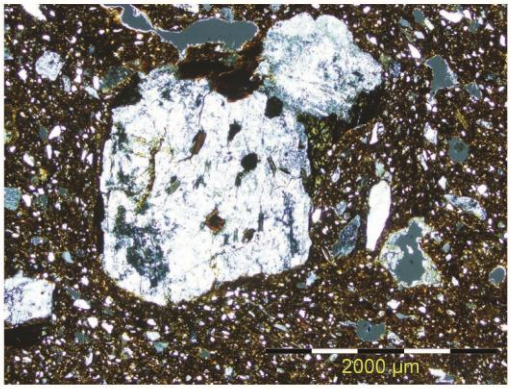
1E- TLL02 (40x, XPL)



1F- TLL40 (40x, XPL)

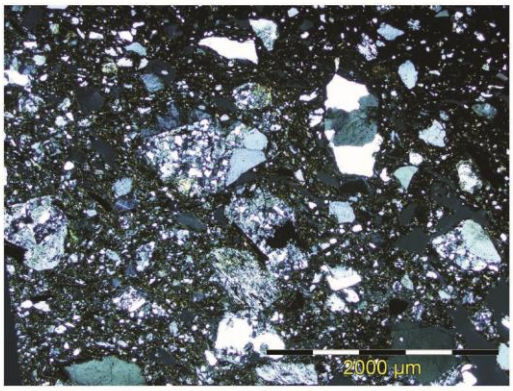


1G- TLL32 (40x, XPL)

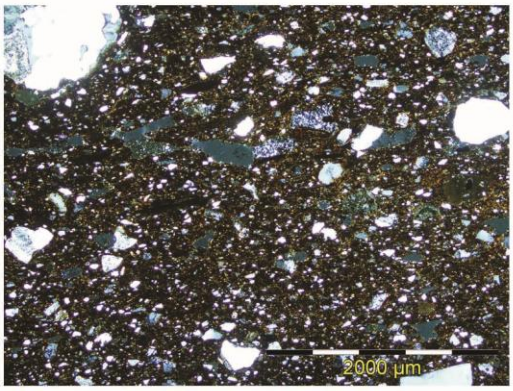


1H- TLL32 (40x, XPL)

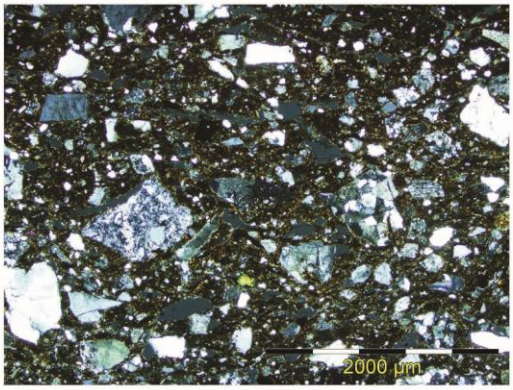
Lám. 39. Micro fotografías de Torre Llauder: 1A-1D, Grupo Granítico; 1E-1H, Grupo TLL-1.1



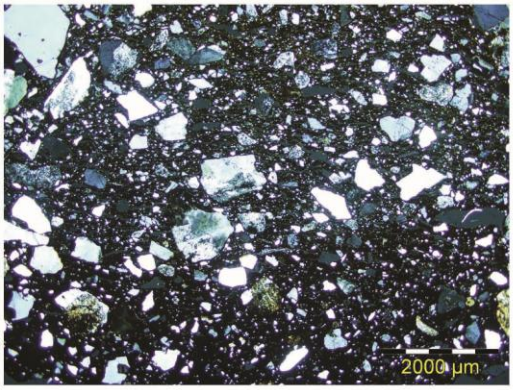
1A- TLL21 (40x, XPL)



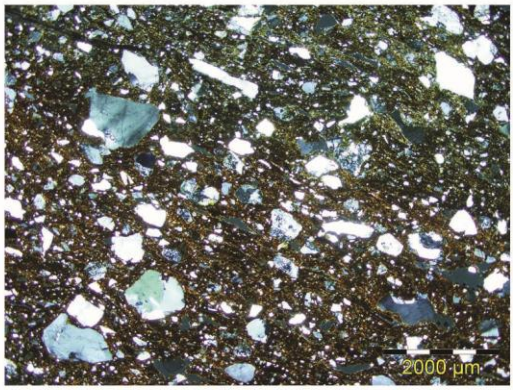
1B- TLL26 (40x, XPL)



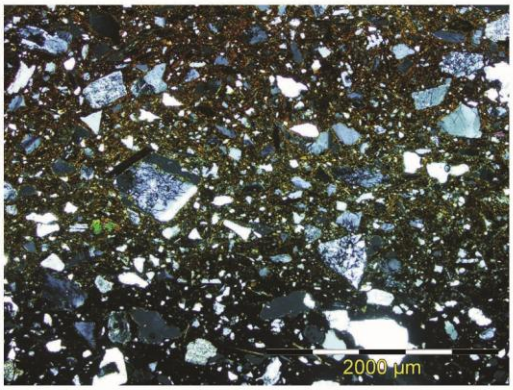
1C- TLL33 (40x, XPL)



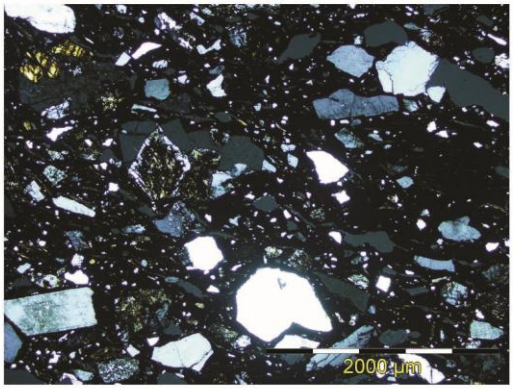
1D- TLL11 (20x, XPL)



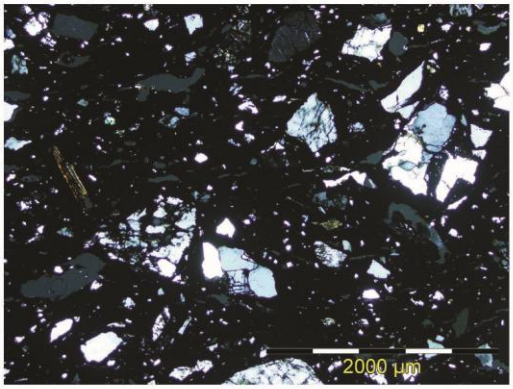
1E- TLL30 (20x, XPL)



1F- TLL44 (40x, XPL)

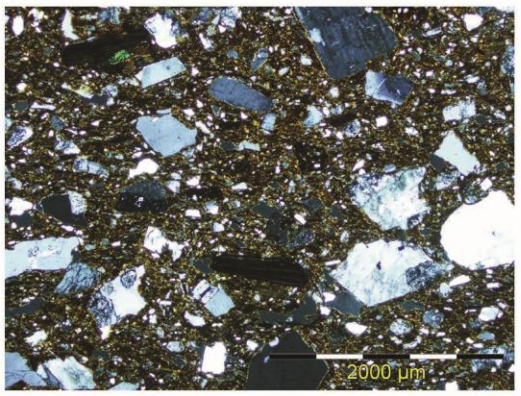


1G- TLL09 (40x, XPL)

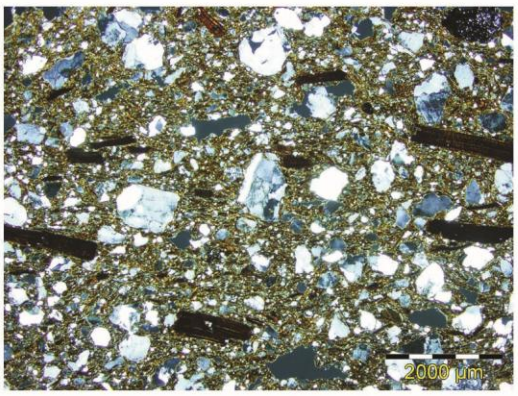


1H- TLL42 (40x, XPL)

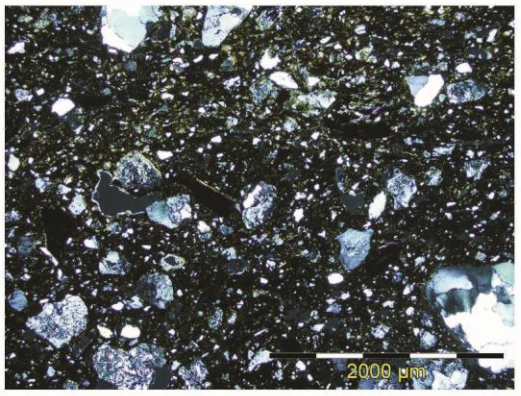
Lám. 40. Micro fotografías de Torre Llauder: 1A-1C, Grupo TLL-1.2; 1D-1F, Grupo TLL-1.3;1F-1H, Grupo TLL-1.4



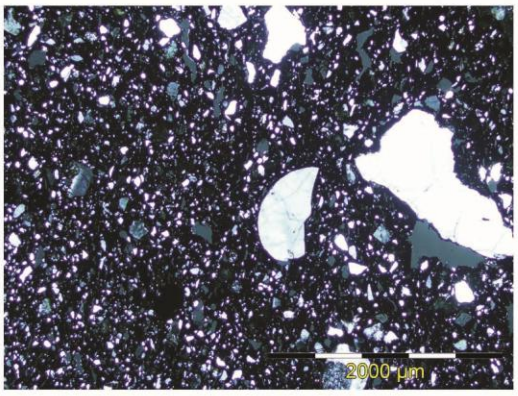
1A- TLL05 (40x, XPL)



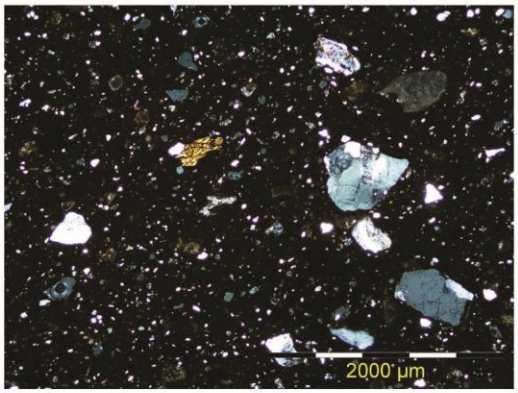
1B- TLL08 (20x, XPL)



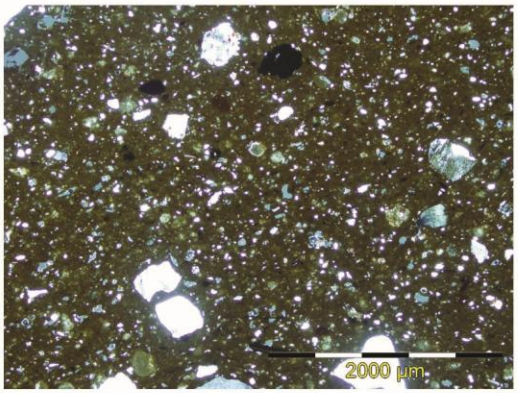
1C- TLL47 (40x, XPL)



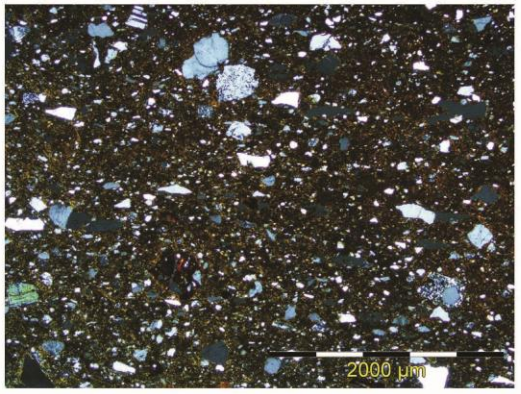
1D- TLL29 (40x, XPL)



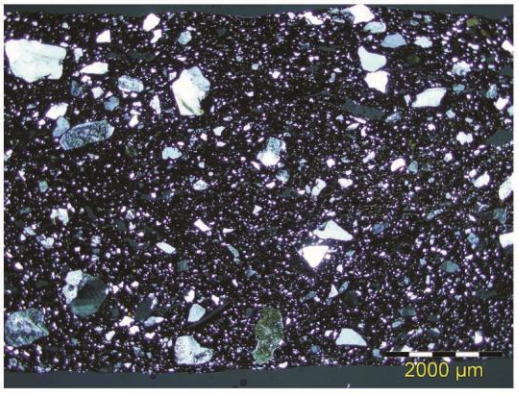
1E- TLL01 (40x, XPL)



1F- TLL01 (40x, XPL)



1G- TLL35 (40x, XPL)



1H- TLL31 (20x, XPL)

Lám. 41. Micro fotografías de Torre Llauder: 1A-1C, individios biotítios; 1D-1F, individuos calcáreos; 1F-1H, individuos finos

Fábrica TLL-1.4: Los individuos TLL09 y TLL42 forman otro sub-grupo, con peculiaridades en la matriz (Lám. 40, 1F-1H).

Están compuestos por inclusiones graníticas gruesas de cuarzo, cuarzo policristalino, feldespato potásico, plagioclasa y su alteración a sericita, biotita, fragmentos de roca granítica y anfíboles, hornblenda y actinolita, que en TLL09 forman parte de la composición principal mientras que en TLL42 aparecen solamente de forma accesoria. Como minerales accesorios se distingue epidota.

La principal particularidad de estas muestras es su matriz no calcárea, negra y ópticamente activa e inactiva a la vez, con una textura que podría relacionarse con el temperaturas de cocción altas. El análisis mineralógico muestra presencia de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y filosilicatos. Este hecho, junto con la actividad óptica señalan la cocción irregular de esta fábrica con zonas más cocidas que otras en el mismo individuo que se situaría en 900-950º.

La fracción gruesa es muy abundante, de forma que la fracción fina es escasa, con un *sorting* moderado. Las inclusiones son de tamaños considerables, con abundantes fragmentos entre 1-2 mm, con una moda de 0.30 mm. Las formas predominantes son elongadas entre subangulares y subredondeadas, con algunos cuarzos y fragmentos de roca granítica ecuantes subangulares.

La porosidad es relativa, destacando los meso canales y meso *voughs*.

- Individuos de granulometría fina: Los individuos TLL31 y TLL35 no configuran un sub-grupo homogéneo entre sí ya que solamente tienen en común una textura más fina que las demás muestras del grupo granítico. Por tanto, se han considerado por separado dentro de este grupo, pero sin llamarles sub-grupo debido a su heterogeneidad (Lám. 41, 1F-1H).

Ambas muestras presentan matrices anaranjadas por la post-cocción oxidante, no calcáreas, ópticamente inactiva en TLL35 e inactiva en TLL31 y de *sorting* pobre. Las inclusiones principales son graníticas, con cuarzo, feldespato potásico, fragmentos de roca granítica y plagioclasa ecuantes subangulares y elongados entre subredondeados y subangulares, que en su fracción gruesa alcanzan 1 mm. Se observan también, de forma accesoria, pertitas, biotita, hornblenda, *mudstone* de matriz ocre y ferruginosa (TLL35), así como algunos grumos de arcilla en TLL35.

La frecuencia de las inclusiones no supera el 30%, con mayor abundancia de la fracción fina respecto a la fracción gruesa. La porosidad es escasa, especialmente visible en meso canales y meso *voughs*.

Los difractogramas muestran una TCE alta >950º, con presencia de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, espinela y descomposición de la illita-moscovita, en proceso en TLL35 y total en TLL31, individuo que también contiene hematitas, que elevarían su TCE a 1000º.

- Individuos biotíticos: TLL05, TLL07, TLL08 y TLL47 tienen en común la elevada concentración de biotita, aunque texturalmente se pueden subdiferenciar en dos tendencias distintas (Lám. 41, 1A-1C).

Las principales inclusiones son graníticas con cuarzo, cuarzo policristalino, feldespato potásico, plagioclasa y su alteración a sericita y fragmentos de roca granítica, así como algunas pertitas en TLL05 y TLL07 y texturas micrográficas en TLL08. Como minerales accesorios se distingue epidota, hornblenda (TLL05, TLL07, TLL08), clinopiroxeno (TLL05, TLL07), chert (TLL05) *sandstone*s de cemento ferruginoso e inclusiones de cuarzo y biotita (TLL08) e inclusiones opacas en TLL47.

Las pastas son no calcáreas de color marrón y ópticamente activas (TLL05, TLL08) y grises e inactivas (TLL07, TLL47). Predomina la fracción gruesa (TLL07, TLL47) donde además de las inclusiones de cuarzo, feldespato, plagioclasa alterada a sericita y roca granítica, destacan las biotitas >1 mm de longitud y en TLL08 pueden superar los 2 mm, coincidiendo con la muestra que mayor aportación biotítica tiene. La moda es de 0.30 mm que se reduce a 0.20 mm en TLL07. Esta fracción gruesa tiene tendencia ecuante entre redondeada y subredondeada. La fracción fina es abundante en TLL05, donde tiene más presencia que la fracción gruesa y predominancia de los >2 mm, incluyendo la biotita, que forma parte de la fracción fina. El *sorting* es entre bueno (TLL08, TLL47) y moderado (TLL05, TLL07).

La porosidad es también relativa, con meso *voughs* y *mesovesicles*, algunos macro *voughs* (TLL07, TLL08) y microcanales (TLL07).

Coincidiendo con la actividad óptica de la matriz, TLL07 mineralógicamente presenta picos de cuarzo y plagiocala y muy leves de feldespato potásico (excepto TLL08). Se observa illita-moscovita, en la distancia 2θ de 10, limitando su TCE a temperaturas bajas inferiores a 900º. Solamente TLL07 presenta los filosilicatos en descomposición avanzada y presenta espinela, incrementando su TCE a 950º. Cabe

destacar la presencia de calcita en TLL47, que coincide con la calcita secundaria que contiene este individuo.

Outlier: Además, dos de las muestras de composición granítica, TLL16 y TLL34, presentan diferencias que no permiten encajarlas en ninguno de los sub-grupos descritos y que se han considerado como outliers.

TLL16 presenta una matriz más fina y biotítica, con abundancia de este mineral en fracción fina. Además, contiene micritas de gran tamaño, de hasta 1 mm. El cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y fragmentos de roca granítica son poco abundantes y a pesar de que forman la fracción gruesa, son de tamaños <0.8 mm y, por tanto, mucho más pequeños que en las demás muestras graníticas descritas para este yacimiento. Como materiales accesorios se observan plagioclasa alterada a sericita, inclusiones opacas, clinopiroxeno y hornblenda. La matriz es no calcárea de tonalidad gris marrón y ópticamente activa. Predomina la fracción fina sobre la fracción gruesa, con moda de 0.10 mm y *sorting* bueno. La porosidad es escasa con pocos meso y micro *voughs* y *vesicles*.

La DRX muestra en este individuo elevados picos de filosilicatos que indican una temperatura de cocción baja.

Por otra parte, TLL34 tiene inclusiones graníticas gruesas abundantes, así como sedimentarias, en especial *mudstone* de matriz ferruginosa y *sandstone* de cuarzo e inclusiones ferruginosas saturadas de >2.5 mm. Se observan también inclusiones de micrita, una calcita esparítica, inclusiones opacas y epidota accesoria.

Este individuo tiene la matriz no calcárea de color marrón oscuro y ópticamente activa. La fracción gruesa es escasa pero de gran tamaño y abunda la fracción fina, por lo que su *sorting* es pobre. Cabe destacar que es un individuo de porosidad elevada, con numerosos macro canales, meso *voughs* y meso canales.

El difractograma de este individuo muestra elevados picos de illita-moscovita, por lo que su TCE se situaría <900º. Destaca también la presencia de picos calcita en fase secundaria, lo que se podría relacionar con la presencia de la calcita secundari.

- *Calcáreas*

Los individuos TLL01 y TLL29 no forman parte del grupo granítico sino que se consideran muestras calcáreas debido a su alto contenido en este material. Las dos

muestras no forman un grupo homogéneo, ya que TLL01 es mucho más calcárea, además de presentar diferencias texturales y composicionales significativas (Lám. 41, 1D-1F).

La primera característica de TLL01 es que presenta matriz calcárea. Es de color marrón y ópticamente activa, repleta de inclusiones calcáreas ecuantes redondeadas y subredondeadas de <0.2 mm. La fracción gruesa es muy escasa, formada por fragmentos de roca granítica, cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa, incluyendo su alteración a sericita, ecuantes subredondeados o redondeados, no superiores a 1.5 mm y con *sorting* pobre. Se aprecia también pertita y como parte de la fracción fina y materiales accesorios de perciben biotitas, inclusiones ferruginosas, epidota y hornblenda accesoria de mayor tamaño, de 0.45 mm. Es un individuo poco poroso con micro y *mesovoughs*, de empaquetamiento <3%.

TLL29 tiene también pasta calcárea, de color gris oscuro, ópticamente inactiva y de *sorting* pobre. Se aprecian similares nódulos calcáreos ecuantes redondeados que forman la fracción fina e incluso se funden con la matriz. Las inclusiones gruesas son más abundantes que en TLL01, formadas por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y su alteración a sericita, fragmentos de roca granítica, *sandstone*s de cuarzo y feldespato y micrita con inclusiones de cuarzo. Como minerales accesorios estarían la biotita y algunas epidotas. Las inclusiones gruesas son heterométricas hasta 2.2 mm, ecuantes subredondeadas y redondeadas y elongadas subredondeadas. La porosidad es muy abundante, formada por meso vesículas redondeadas, meso canales y pocos macro *voughs*.

Los difractogramas de estos dos individuos revelan TCE altas por la descomposición total de los filosilicatos. Se observan cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa. TLL01 contiene altos picos de calcita y de gehlenita,. Por el contrario, TLL29 muestra picos de espinela y ausencia de calcita. Estas piezas se podrían haber cocido a temperaturas de 950º o superiores.

- *Metamórficas accesorio:*

A diferencia de las muestras analizadas anteriormente para la zona del Vallès, en Torre Llauder únicamente aparecen aportaciones metamórficas en tres individuos, TLL12, TLL28 y TLL37 (Lám. 42, 1A-1C).

La composición de estas muestras es principalmente granítica, con cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y su alteración a sericita, biotita y fragmentos de roca granítica. Se observan texturas micropertítitcas (TLL12), microlina (TLL28, TLL37), cuarzo policristalino (TLL37), *sandstone*s de matriz ferruginosa (TLL12, TLL28) y como minerales accesorios, epidota, clinopiroxeno, anfíboles (TLL12, TLL37), micritas (TLL12) e inclusiones ferruginosas.

Las aportaciones metamórficas son principalmente fillitas que se presentan en diversas proporciones, de forma accesoria en TLL12 y TLL28 y algo más abundantes en TLL37, muestra en la que también se observan cuarcitas granoblásticas y esquistos de cuarzo, mica y hierro.

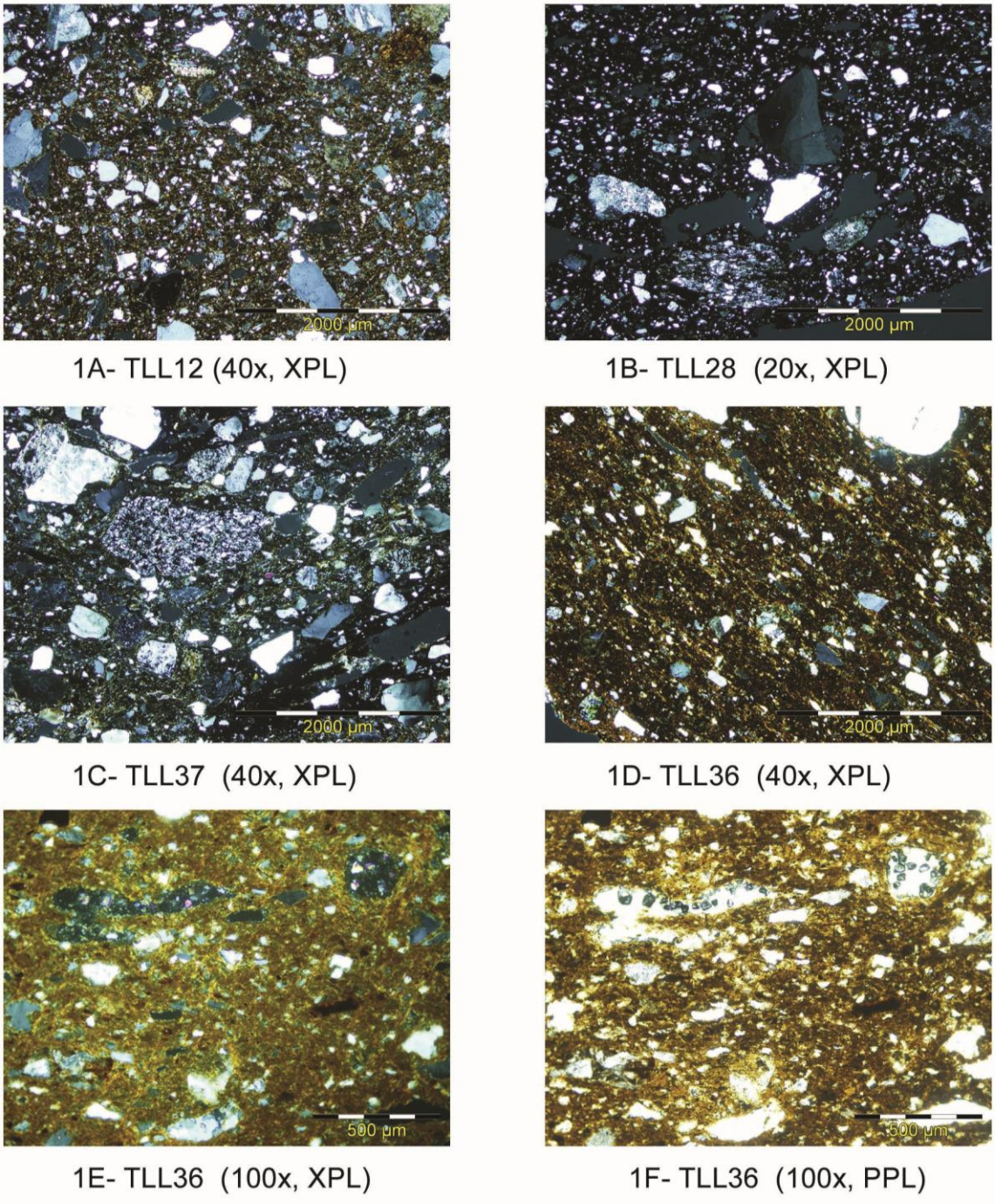
La matriz es no calcárea, de color marrón oscuro (TLL12, TLL28) o grisácea (TLL37), ópticamente activas y con *sorting* entre moderado y bueno. Abunda la fracción gruesa con inclusiones que pueden alcanzar los 2.8 mm (TLL12) y 3.1 mm (TLL37), elongadas entre subangulares y subredondeadas o ecuantes subredondeadas y en TLL37 también subangulares, con una moda de 0.25 mm. La fracción fina es abundante, especialmente en TLL28 donde es predominante. La porosidad es relativa, con macro y meso *voughs*. Entre la porosidad cabe destacar la presencia de orificios elongados con los bordes ennegrecidos que podrían ser a causa de la carbonización de alguna materia vegetal actualmente desaparecida en tal proceso.

Los resultados mineralógicos son heterogéneos en este conjunto. Todos los individuos contienen picos de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa. Por el contrario, TLL37 tiene elevados picos de illita-moscovita y calcita, situarían la cocción de la pieza a bajas temperaturas, hasta los 900º. Por otra parte, TLL12 presenta descomposición de la illita-moscovita con picos muy bajos, que unido a la presencia de espinela, indican una TCE más elevada. Finalmente, en TLL28 los filosilicatos se han transformado por completo y presenta espinela y hematitas, lo que sitúa su temperatura de cocción en los 1000º

Loner

El individuo TLL36 presenta unas características que hace que no puedan incluirse en ninguno de los grupos anteriores, por lo que lo hemos considerado loner o fábrica con escasa representación (Lám. 42, 1D-1F).

Es un individuo fino de matriz no calcárea anaranjada y ópticamente activa, lo que junto con el difractograma con altos picos de illita-moscovita, evidencia una temperatura de cocción baja de la pieza, <950º. Las inclusiones gruesas están formadas



Lám. 42. Micro fotografías de Torre Llauder: 1A-1C, Metamórficas; 1D-1F, Loner

por aportaciones graníticas de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y su alteración a sericita y biotita, de <1.5 mm, tanto ecuantes como elongadas entre subangulares y subredondeadas, con un *sorting* bueno.

Como minerales accesorios se encuentran hornblenda, clinopiroxeno, *mudstone* de matriz micácea e inclusiones ferruginosas. La principal característica que impide su adhesión al grupo granítico es la observación de materiales volcánicos, un olivino accesorio y dos basaltos.

La porosidad es escasa, con micro y meso canales y micro *vesicles*, a excepción de un macro canal que surca el lateral de la lámina.

6.2.1.2. Análisis químicos

La Fluorescencia de Rayos X ha proporcionado los resultados químicos de 25 elementos, 10 mayores: Fe_2O_3, MnO, TiO_2, CaO, K_2O, P_2O_5, SiO_2, Al_2O_3, MgO, Na_2O y 15 trazas Ba, Ce, Cr, Cu, Ga, Nb, Ni, Pb, Rb, Sr, Th, V, Y, Zn, Zr, cuyos datos pueden verse en la Tabla 34. Así mismo, en la Tabla 35 se proporciona un resumen estadístico de los mismos con media, mediana, máximo, mínimo y cuantiles de cada elemento.

Utilizando esta composición completa, se ha realizado una matriz de variación composicional con los datos transformados en logaritmos de razón, con Zn como divisor por ser el elemento más estable (Tabla 37). Como resultado, se obtiene una vt=1.13, indicativo de un conjunto poligénico. La mayor variabilidad viene dada por seis elementos, P_2O_5 ($\tau_{.P2O5}$=6.92), CaO ($\tau_{.CaO}$=4.54), Cu ($\tau_{.Cu}$=4.37), MnO ($\tau_{.MnO}$=3.53), Ni ($\tau_{.Ni}$=3.27) y Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=2.63) y como elementos más estables Zn ($\tau_{.Zn}$=1.26) y Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=1.32).

Los datos se han explorado excluyendo P_2O_5 y Pb a causa de sus posibles contaminaciones. De esta forma, y con una subcomposición total de 23 elementos (Tabla 38), siguiendo con Zn como divisor de la transformación logarítmica, se obtiene una vt=0.84, con las mayores aportaciones por parte de CaO ($\tau_{.CaO}$=3.99), Cu ($\tau_{.Cu}$=3.86), MnO ($\tau_{.MnO}$=3.06), Ni ($\tau_{.Ni}$=2.82) y Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=2.22) e igualmente, como elementos más estables Zn=0.97 y Fe_2O_3=0.99. Se observa así, que a pesar de continuar siendo un grupo polígénico >0.3, la variabilidad se ha reducido, situándose en valores totales <1. Así mismo, los elementos con mayor variabilidad también han visto reducidos sus valores considerablemente, situándose en todos los casos por debajo de 4,

lo que supone una diferencia considerable respecto a la primera exploración con los 25 elementos de la subcomposición.

La alta variabilidad del CaO, así como la predominancia de los individuos no calcáreos nos incita a una nueva exploración excluyendo este elemento y quedando por tanto una subcomposición de 22 elementos, también con Zn como divisor (Tabla 39). En esta nueva matriz de variación composicional se obtiene una vt=0.70, aproximándose los conjuntos monogénicos sin llegar a serlo. Los elementos con mayor variación continúan siendo Cu ($\tau_{.Cu}$=3.59), MnO ($\tau_{.MnO}$=2.86), Ni ($\tau_{.Ni}$=2.63) y Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=1.96) y como elementos más estables Zn y Fe_2O_3, ambos con valores de 0.82.

El dendrograma se ha realizado con una subcomposición de 23 elementos, siguiendo el método centroide con distancia euclídea al cuadrado (Fig. 70). Muestra una serie de muestras individualizadas al inicio, después el cluster 2 con cuatro muestras (TLL16, TLL41, TLL32 y TLL40), , seguido por el individuo TLL33, también individualizado y un gran cluster (cluster 1) que engloba 35 muestras, de TLL19 a TLL43. Este gran cluster 1 se separa en dos ramas, de forma que TLL19 quedaría como outlier, TLL35 y TLL36 se relacionan entre sí, seguidos de una rama de cuatro individuos (Rama 1), TLL26, TLL27, TLL28 y TLL29. Seguidamente, TLL13 quedaría

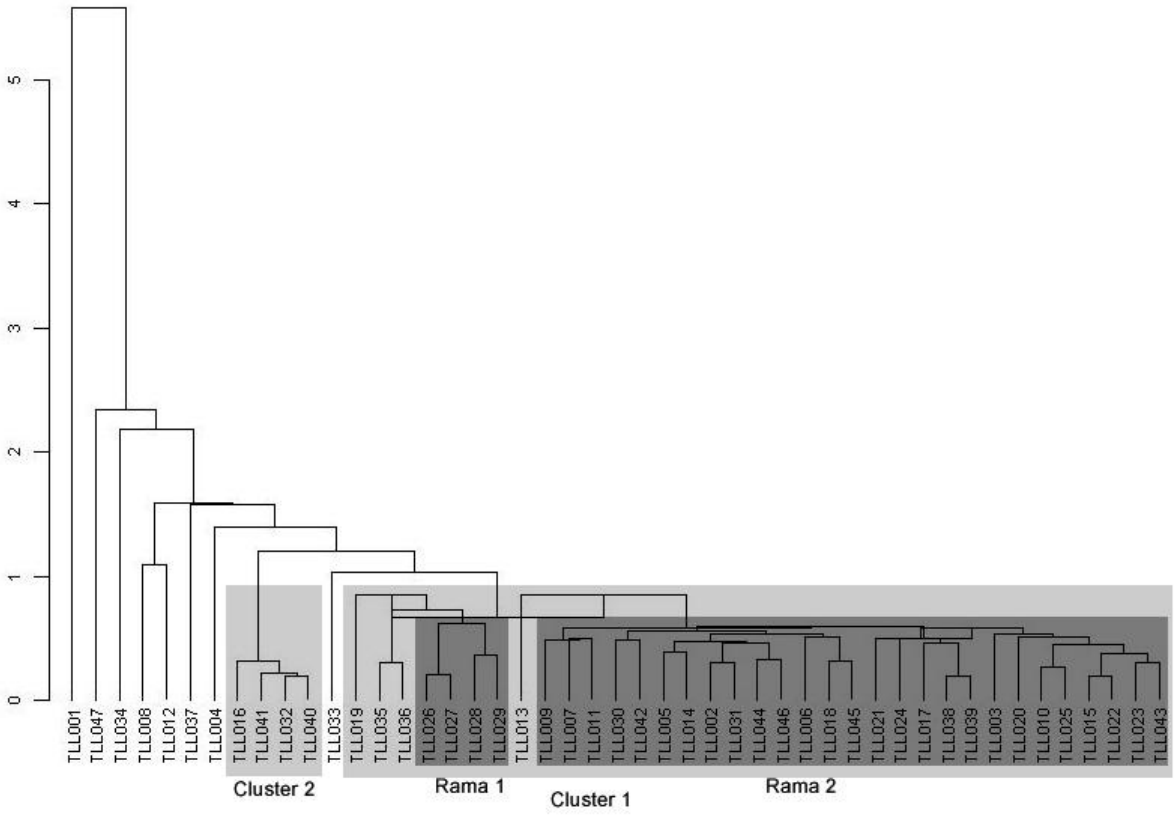


Fig. 71. Dendrograma de Torre Llauder con distancia euclídea cuadrada y método del centroide

también como outlier entre las dos ramas y a continuación se encuentra la rama principal (Rama 2) de este cluster, con 27 individuos de TLL09 a TLL43. En la Tabla 36 se proporcionan las medias y desviación estándar para cada cluster y rama.

A pesar de que este cluster 1 presenta valores similares en todos los elementos, en la tabla de elementos sin normalizar se pueden apreciar ciertas particularidades. La primera particularidad que se detecta es que la rama 1 presenta en todas las muestras valores de CaO relativamente altos, entre 3.643 y 4.485% (m=4.140%), por lo que se trataría de muestras *border calcareous*, con valores altos pero por debao del 5% que se establece para considerar un individuo como calcáreo. Por otra parte, cabe destacar que no son las únicas muestras *border calcareous* del conjunto. Por su parte, la rama 2 no presenta en su conjunto particularidades destacables sino que la composición de todos sus individuos es muy similar, con esporádicas diferencias, limitándose a un valor elevado en Fe_2O_3=7.15% en TLL20.

Por otra parte, los individuos situados previamente al cluster 1 concentran las mayores diferencias composicionales y variabilidad. En este conjunto, se encuentra el cluster 2, cuyos individuos se caracterizan por concentraciones elevadas de Fe_2O_3 (m=7.158%), MnO (m=0.122%), CaO (m=5.863%) e Y (m=42.49 ppm). Se aprecia así que se trata de individuos calcáreos con alto contenido en Fe_2O_3, concentrándose en este cluster 2 cuatro de los cinco individuos calcáreos del conjunto analizado.

Las siete muestras previas que se encuentran al principio del dendrograma presentan una gran variabilidad y diferencias en sus valores composicionales, tanto en los elementos mayores como en las trazas, que corroboran que se trata de loners.

Por una parte TLL37 y TLL04 presentan valores bajos en algunas trazas, TLL37 en Nb (=9.7 ppm) y TLL04 en Cu (=5.7%) y Ni (=7.7%). TLL08 y TLL12 tienen un contenido en Fe_2O_3 ligeramente inferior respecto al conjunto (4.65 y 4.035 respectivamente), además de contenido bajo en Al_2O_3 (=14.98 %) y Ce (=55.4 ppm) en TLL12 y en Cr (=33.8 ppm) y Ni (=7.2 ppm) en TLL08. TLL34 presenta un contenido alto en Ni=29.6 ppm, mientras que TLL47 contiene bajos valores de MnO (=0.025%) y elevados de Al_2O_3 (=21.465%), Ce (=132.6 ppm) y Th (=27.4 ppm).

El primer individuo del dendrograma, TLL01 concentra la mayor variabilidad del conjunto, con el valor más alto de CaO (=15.14%), MgO (=4.2) y Sr (23.11 ppm) y los valores más bajos de SiO_2 (=49.05%), Al_2O (=13.775%) y Na_2O (=0.76%). En todos los casos, se trata de valores muy diferentes respecto al resto del conjunto, lo que lleva a pensar que gran parte de la variabilidad se concentra en este individuo. Por este motivo,

se ha llevado a cabo una nueva exploración, excluyendo este individuo, que se desarrollará posteriormente.

Junto con el análisis jerárquico, se ha llevado a cabo un análisis de componentes principales (PCA) y el análisis de correspondencias a partir de éste (Fig. 71, 72). El PCA (Fig. 71) se ha realizado con el componente 1 y el componente 2. El componente 1 está principalmente integrado por Na_2O, Ba, SiO_2, Ga y Al_2O_3, con una proporción de la varianza del 24.58% y una sd=0.483 y el componente 2 por Cu, Cr, Ni, Ba y SiO_2, cuya proporción de la varianza es del 21.48% y sd=0.451. En el gráfico resultante se aprecia cómo TLL01 se aparta considerablemente del conjunto, mientras que el resto de individuos permanecen relativamente próximos. Entre estos individuos, se distinguen TLL47, TLL37 y TLLL12 ligeramente apartados en componente 1= 0 y componente 2= >0.2, que coinciden con las muestras individualizadas del principio del dendrograma. Así mismo, TLL08 y TLL04 se encuentran también apartados, en componente 1= 1 y componente 2 entre 0 y 0.2. Respecto a los componentes, CaO es el que presenta mayor distanciamiento del conjunto, situándose en componente 1= -0.4 y componente 2 entre -0.4 y -0.2, seguido por MnO, Ni y Cu. De esta forma, quedan representados en el PCA los elementos que aportan mayor variabilidad según la matriz de variación composicional.

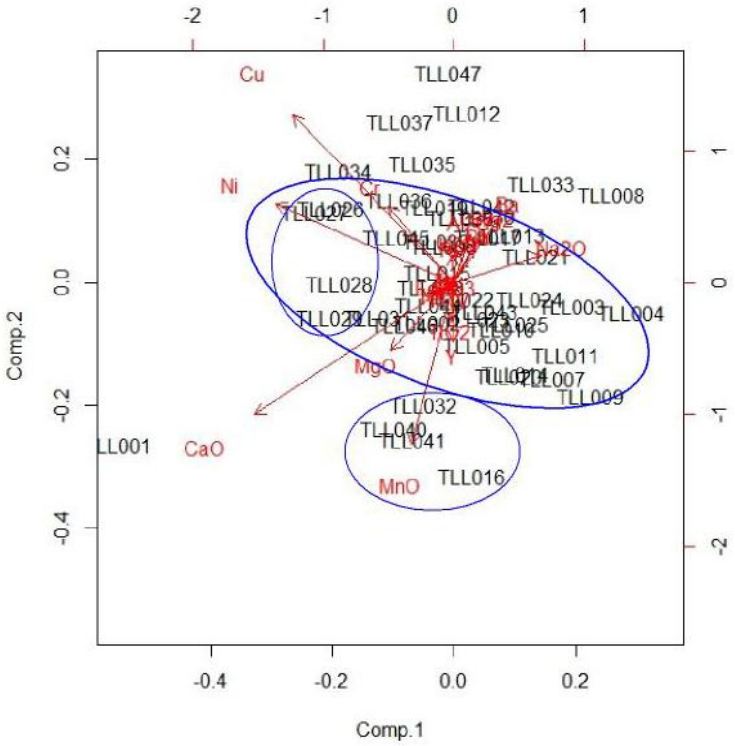


Fig. 72. PCA de Torre Llauder

De forma más gráfica y clara se desarrolla el análisis de correspondencias (Fig. 71), realizado con los *eigenvalues* 1 (=83.98%) y 2 (=7.59%), que en total acumulan el 91.57% de la variación. En el gráfico resultante se observa cómo CaO y TLL01 se apartan del conjunto global de individuos, situándose en >0.6 de la dimensión 1.

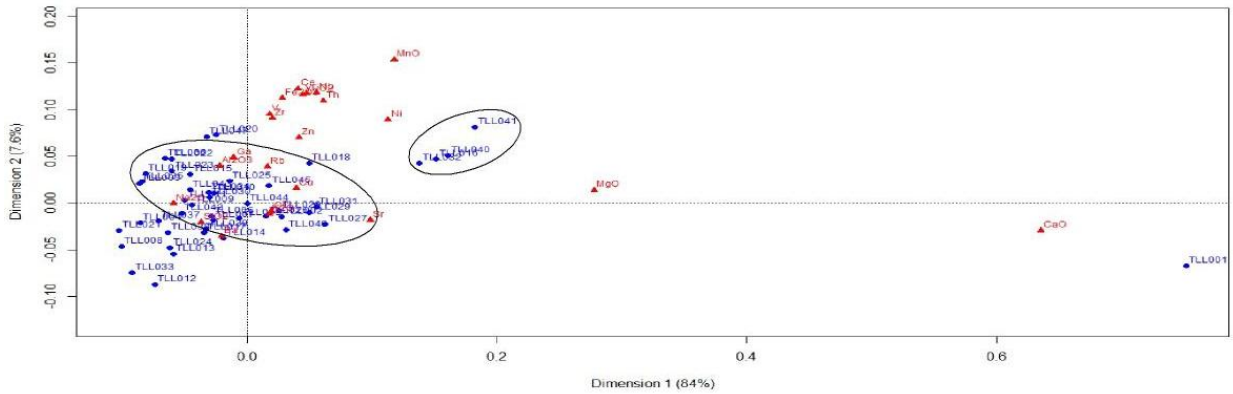


Fig. 73. Análisis de correspondencias de Torre Llauder

Finalmente, el remuestreo de *bootstrap* (Fig. 73), llevado a cabo con un nivel de confianza α=0.95 y con el método del centroide y distancia euclídea, evidencia un conjunto homogéneo con solamente tres muestras fuera de este parámetro, TLL01, TLL47 y TLL24, mientras que el resto del conjunto presenta un p-valor au=0.97 (aproximadamente insesgado) y, por tanto, >α.

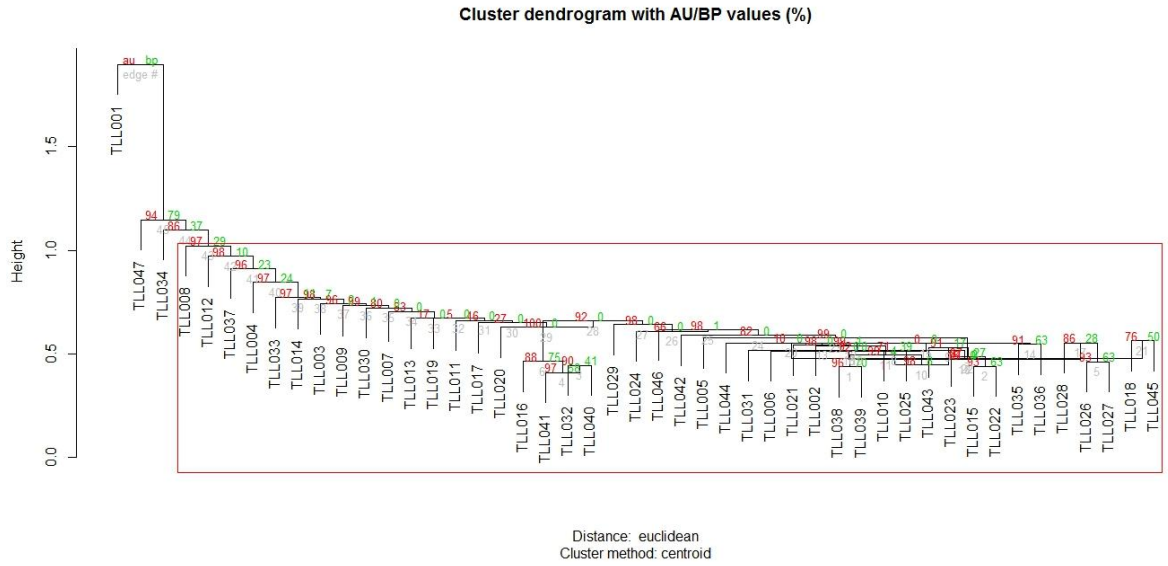


Fig. 74. Dendrograma remuestreo de bootstrap para Torre Llauder con método del centroide, distancia euclídea y confianza de 0.95

Tal y como se ha mencionado anteriormente, debido a la gran variabilidad de TLL01, se ha realizado una exploración estadística excluyendo este individuo del conjunto. Como resultado, la matriz de variación composicional con 23 elementos y Zn como divisor logarítmico, revela una vt=0.75, considerablemente inferior a la vt incluyendo este individuo con la misma subcomposición. Los elementos que aportan mayor variabilidad son los mismos, Cu ($\tau_{.Cu}$=3.83), MnO ($\tau_{.MnO}$=3.01), CaO

($\tau_{.CaO}$=2.71) y Ni ($\tau_{.Ni}$=2.70), mientras que los más estables son Zn y Fe_2O_3, ambos con valores del 0.87.

Si se excluye CaO de la subcomposición, quedando los 22 elementos citados al inicio del apartado, continuando con Zn como divisor logarítmico, se obtiene una vt=0.66, mucho más próxima a los parámetros monogénicos. En este caso, los elementos con mayor variación son los mismos pero con valores mucho más reducidos, MnO ($\tau_{.MnO}$=2.86), Cu ($\tau_{.Cu}$=3.60) y Ni($\tau_{.Ni}$=2.54), aunque siguen siendo muy superiores al siguiente valor, Ba=1.66. Por otra parte, los elementos más estables, Zn y Fe_2O_3, tienen ambos 0.78, a los que se podría añadir Ga ($\tau_{.Ga}$=0.79).

El dendrograma resultante de esta subcomposición, resulta idéntico al proporcionado para el conjunto de todas las muestras (Fig. 70), con la única diferencia de la ausencia del individuo excluido, que al hallarse al principio del dendograma de forma aislada, no supone ninguna modificación de los clusters 1 y 2 ni de las ramas 1 y 2 definidos previamente.

Por otra parte, el PCA muestra unos resultados más dispersos (Fig. 74). Esta exploración se ha llevado a cabo con el componente 1, que acumula el 25.36% de la variación, una sd=0.464 y está integrado mayoritariamente por MnO, Y, Na_2O, MgO y TiO_2 y componente 2, con el 21.18% de la variación, sd=0.424 y formado sobre todo por MnO, Ni, Y, CaO y Cu. Resulta complicada la identificación de los grupos en este gráfico debido a su distribución pero se aprecia cómo los individuos del cluster 2 tienden a agruparse en componente 1 entre 1 y 2 y componente 2 entre 0.2 y 0.3. Así mismo, los loners tienden a separarse ligeramente yéndose hacia los extremos del gráfico.

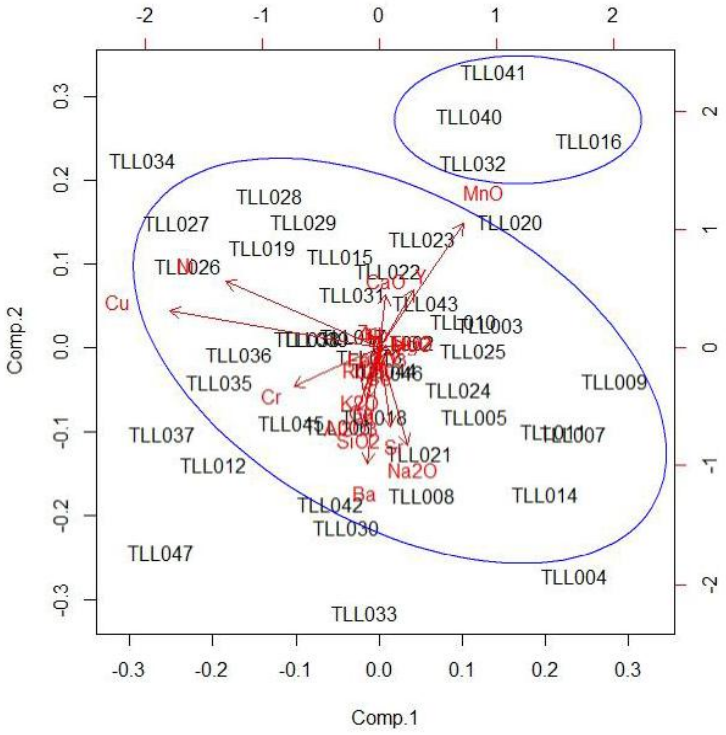


Fig. 75. PCA de Torre Llauder sin TLL01

Esta tendencia se aprecia más claramente en el análisis de correspondencias (Fig. 75) realizado con los *eigenvalues* 1 (=67.62%) y 2 (=14.74%), con un total del 82.36% de la variación. En el gráfico resultante se aprecia cómo los cuatro individuos del cluster 2 se agrupan y separan del conjunto total de muestras, situándose en dimensión 1= 0.2 y dimensión 2= 0.0. El resto de los individuos se agrupan en 0.0, con los loners identificados en los extremos del grupo pero sin que la distancia entre ellos sea notable. Respecto a los componentes, se aprecia el distanciamiento de CaO, que en dimensión 1 supera el parámetro de 0.3 y en dimensión 2 cae por debajo de 0.0. MnO es el siguiente componente en presentar mayor distancia y, por tanto, variabilidad dentro del gráfico, mientras que el resto de elementos tienden a agruparse próximos o en el mismo conjunto que los individuos.

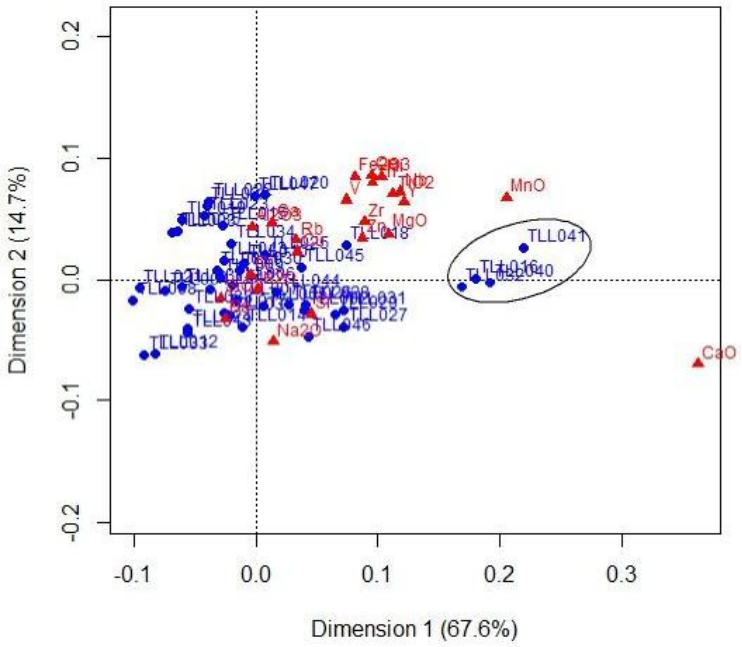


Fig. 77. Análisis de correspondencias de TLL sin TLL01

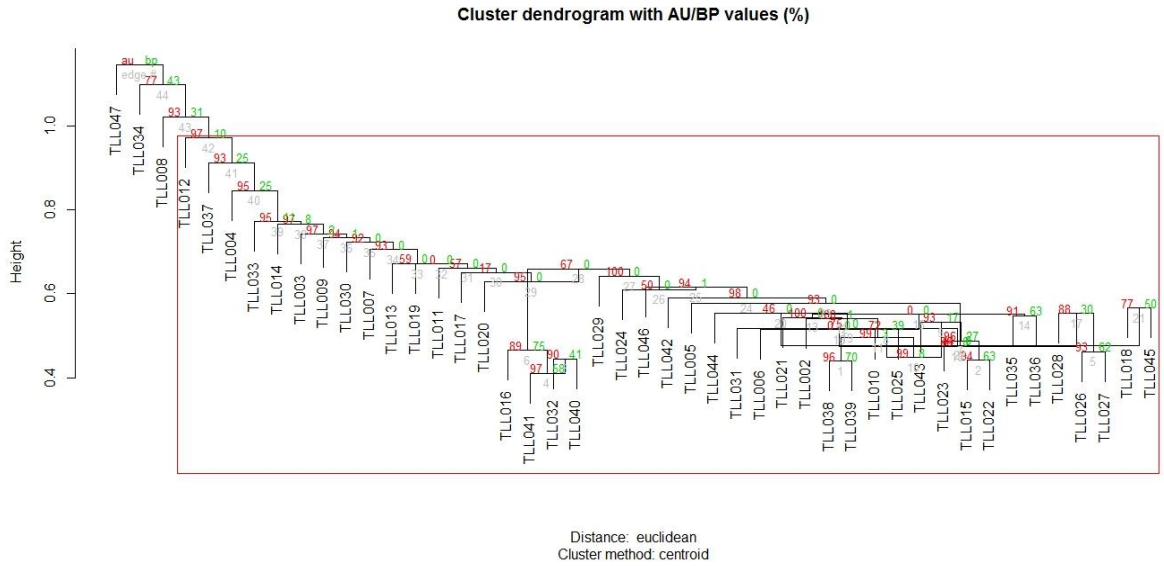


Fig. 76. Dendrograma remuestreo de bootstrap para Torre Llauder sin TLL01, con método del centroide, distancia euclídea y confianza de 0.95

Finalmente, en el remuestreo de *bootstrap* (Fig. 76), llevado a cabo con un nivel de confianza α=0.95 y con el método del centroide y distancia euclídea, se observan ligeras diferencias respecto al remuestreo *bootstrap* con todos los individuos. Se aprecia una tendencia homogénea con un p-valor au=0.97 (aproximadamente insesgado) y, por tanto, >α, mientras que tres individuos quedaría excluidos de este conjunto de tendencia homogénea, TLL47, TLL34 y TLL08.

6.2.1.3. Integración de los resultados

La integración de los resultados de la observación petrográfica y de los análisis químicos no suponen una correlación absoluta en la agrupación de los individuos, cosa que ya se intuía, por una parte por la gran complejidad de su descripción petrográfica basada en una composición granítica común y diversas particularidades que conllevan a numerosas sub-fábricas y, por otra parte, con los vt resultantes de varias exploraciones químicas que ya indican la poligenia del conjunto.

En primer lugar, se observa que el cluster 2 está integrado por individuos graníticos, mientras que el cluster 1 contiene variedad de fábricas petrográficas. En este cluster 1 de distingue la rama 2, formada únicamente por individuos graníticos de diversas sub-fábricas, mientras que la rama 1 es petrográficamente heterogénea.

La inicio del cluster 1 aparecen tres individuos fuera de las ramas que corresponden al grupo granítico (TLL19), al sub-grupo granítico finas (TLL35) y un loner. La principal diferencia con el conjunto del cluster son los valores ligeramente altos en Fe_2O_3 (>6.14% respecto a $m_{cluster1}$=5.56%) y en TiO_2 (>0.78% respecto a $m_{cluster1}$=0.71%). La rama 1 es un conjunto heterogéneo formado por dos sub-clusters, uno integrados por dos individuos graníticos, TLL27 y TLL26, este último perteneciente al sub-grupo TLL-1.2 y una segunda agrupación de TLL28, petrográficamente metamórfica y TLL29, individuo del grupo petrográfico calcáreo. Estos cuatro individuos de la rama 1 se diferencian de la rama 2 y del conjunto total del cluster 1 por presentar valores más altos en seis elementos mayores, Fe_2O_3 (m=5.72% respecto a m_{Clus1}=5.56%), MnO (m_{R1}=0.079% respecto a m_{Clus1}=0.073%), TiO_2 (m_{R1}=0.76% respecto a m_{Clus1}=0.71%), CaO (m_{R1}=4.14% respecto a m_{Clus1}=2.88%), K_2O(m_{R1}=3.13% respecto a m_{Clus1}=2.84%) y SiO_2 (m_{R1}=63.84% respecto a m_{Clus1}=61.70%) y seis trazas, Cr (m_{R1}=66 ppm respecto a m_{Clus1}=53 ppm), Cu (m_{R1}=23 ppm respecto a m_{Clus1}=16 ppm), Ni (m_{R1}=24 ppm respecto a m_{Clus1}=15 ppm), Rb

(m_{R1}=113 ppm respecto a m_{Clus1}=103 ppm), Y (m_{R1}=31 ppm respecto a m_{Clus1}=28 ppm), y Zr (m_{R1}=239 ppm respecto a m_{Clus1}=189 ppm).

La rama 2 junto con el individuo TLL13, del cluster 1, está íntegramente formada por individuos graníticos, de los que se puede destacar, respecto al conjunto del cluster, valores altos en SiO_2 (m_{R2}=63.07% respecto a m_{Clus1}=61.70%), Na_2O (m_{R2}=1.77% respecto a m_{Clus1}=1.68%), Ba(m_{R2}=714 ppm respecto a m_{Clus1}=688 ppm), y Ce (m_{R2}=82 ppm respecto a m_{Clus1}=79 ppm).

Al realizar de nuevo una matriz de variación composicional para el cluster 1, utilizando la misma subcomposición de 23 elementos usada en este yacimiento, se obtiene como resultado vt=0.57, mientras que el mismo proceso aplicado únicamente a la rama 2 resulta vt=0.50, por lo que se aproxima a una tendencia químicamente homogénea, a pesar de que petrográficamente se identifiquen numerosos sub-grupos. En este sentido, cabe tener en cuenta que tres agrupaciones del conjunto granítico se han establecido a partir de las similitudes, de forma que los individuos graníticos finos, biotíticos y outliers no forman un grupo homogéneo entre sí, por lo que no resulta extraño la no agrupación de los individuos de cada uno de estos tres apartados. Así, los individuos graníticos finos se incluyen en el cluster 1, pero distanciados entre sí, TLL35 fuera de las ramas y TLL31 en la rama 2. Por otra parte, los individuos biotíticos (TLL08 y TLL47), así como el outlier TLL34 se sitúan con las muestras individualizadas fuera de los clusters, mientras que el outlier TLL16 forma parte del cluster 2 y los otros dos individuos biotíticos, TLL05 y TLL07 se encuentran en la rama 2 de forma no consecutiva.

Por otra parte, las cuatro fábricas graníticas identificadas petrográficamente responden a parámetros que no necesariamente implican homogeneidad química. En primer lugar, las fábricas TLL-1.1 y TLL1.2 se han determinado por su abundante aportación sedimentaria, *mudstone* y biotita en TLL-1.1 y *sandstone* con cuarzo abundante en TLL1.2. Por otra parte, las fábricas petrográficas TLL-1.3 y TLL-1.4 han sido establecidas por criterios texturales, lo que se puede relacionar con su inclusión dentro del cluster principal.

Respecto a los individuos metamórficos, se localizan dos (TLL12 y TLL37) junto con las muestras aisladas del inicio del dendrograma, de forma correlativa aunque sin relación entre ellas. TLL28, por otra parte, se sitúa en la rama 1 del cluster 1 formando un sub-cluster con TLL29, uno de los dos individuos calcáreos. Finalmente, TLL01, el otro individuo calcáreo, se ubica en primer lugar del dendrograma, tal y

como se ha comentado en el apartado anterior, al suponer la mayor variación y diferencia con el resto del conjunto.

El yacimiento está situado sobre un batolito granodiorítico cruzado por un curso fluvial. De este modo, las fábricas graníticas y granodioríticas, coindicen con esta geología, pudiéndose atribuir un origen local o regional a todo el conjunto, cuya principal característica es la composición granítica y granodiorítica (Fig.4,5).

Tras este batolito en dirección noroeste se encuentra una zona de materiales sedimentarios principalmente compuesta por arcillas con alta aportación de feldespato, *sandstone*s y conglomerados. A pesar de su proximidad geográfica, la distancia entre el yacimiento y la región sedimentaria es en todos los casos superior a 18 km, por tanto, quedaría fuera del radio de recogida de materias primas que Arnold establece en c.9 km, aunque especificando diversas excepciones (Arnold, 1988). Por otra parte, los cursos fluviales fácilmente podrían haber transportado estos materiales sedimentarios desde su zona originaria hasta las proximidades del yacimiento, dándose así respuesta a la aportación sedimentaria de las cerámicas. Así mismo, no se puede descartar la provenincia alógena de estas cerámicas, producidas en regiones geológicamente graníticas y sedimentarias.

En la región estudiada también se encuentran zonas y depósitos metamórficos en diferentes puntos. Tras la anterior zona sedimentaria, en dirección noroeste se encuentra una zona metamórfica con pizarras, fillitas, metamorfismo de contacto y metamórficas calcáreas, no inferiores a 27 km de distancia. Estas mismas formaciones se encuentran en los extremos del batolito en su parte sudoeste, a distancias superiores a 12 km y noreste, con una distancia mínima de 22 km. Por otra parte, en la zona noreste, a una altura similar del primer afloramiento metamórfico, pero en dirección opuesta, se encuentra una zona de menor tamaño formada por esquisto y gneiss, situada a no menos de 28 km.

Por otra parte, se encuentra una brecha longitudinal de calcárea micrítica tras esta primera región metamórfica y otra junto al depósito de esquisto y gneiss. Todo ello conlleva a pensar que las aportaciones metamórficas y calcáreas habrían podido llegar al yacimiento a través de los cursos fluviales. Por otra parte, la ubicación del yacimiento, muy próximo a la ciudad de *Iluro* y por tanto con acceso más fácil a cerámicas importadas, hacen que se pueda considerar la proveniencia exógena de estos materiales no graníticos (ver Cap. 7).

Por otra parte, el individuo TLL01 presenta una composición química y petrográfica muy diferente del resto del conjunto, por lo que se le atribuye un origen exógeno al yacimiento que podría ser importación exterior o bien comercio regional con una zona más alejada que se relacionaría con zonas calcáreas.

Cabe destacar también la existencia de un pequeño depósito volcánico basáltico en el extremo noreste de la región estudiada que podría explicar la presencia de basaltos en el individuo TLL36.

Las tipologías cerámicas no guardan una relación aparente con las fábricas y grupos establecidos. El grupo granítico está integrado por cerámicas de cocina para ir al fuego, con un 11 ollas y cinco cazuelas, a las que se añade un mortero. Todas las piezas, excepto la olla TLL43, son de cocción y post-cocción reductora, apreciándose a ojo desnudo la coloración gris o negra de la superficie. De características similares es la fábrica TLL-1.2, con dos ollas y una cazuela reductoras. También el grupo granítico biotítico está formado únicamente por cuatro ollas, tres de las cuales son de post-cocción reductora y una oxidante, mientras que los dos outliers graníticos, TLL16 y TLL34, son también dos cazuelas de post-cocción reductora.

Por el contrario, TLL-1.1 presenta más variedad tipológica, con solo tres piezas para ir al fuego, dos de ellas ollas de post-cocción oxidante y una reductora, junto con una tapadera reductora y dos cerámicas accesorias en la cocina no destinada a la cocción, un contenedor y un mortero, en ambos casos de post-cocción oxidante. Por otra parte, TLL-1.3 está integrada por cerámicas para la cocción directa en el fuego, en particular tres ollas y dos cazuelas. Respecto al ambiente, se identifican dos ollas una cazuela reductoras y una olla y una cazuela con post-cocción oxidante. Finalmente, las dos ollas que integran el grupo granítico fino corresponden a diferentes ambientes de cocción, una de post-cocción oxidante y la otra reductora.

La fábrica metamórfica está íntegramente compuesta por cerámicas reductoras para ir al fuego, tres ollas y una cazuela. También de post-cocción reductora es el loner, aunque corresponde a un barreño y, por tanto, se descarta su función de cocción alimentaria. Finalmente, las piezas calcáreas son muy diferentes entre sí, con un barreño de post-cocción oxidante y una olla reductora.

6.2.2. Can Modolell

El yacimiento de Can Modolell se ha estudiado a través de un conjunto de 30 individuos de cerámica de cocina. Todas las muestras se han analizado químicamente por fluorescencia de rayos X, para su composición de mayores y de trazas, mineralógicamente con difracción de rayos X y láminas delgadas para su observación petrográfica en el microscopio óptico.

6.2.2.1. Petrografía y mineralogía

Al igual que en los anteriores conjuntos, los individuos de este yacimiento presentan en común una composición principal granítica que afecta a todas las muestras. Solamente cinco muestras presentan aportaciones metamórficas. Las principales diferencias del grupo granítico, mayoritario, vienen dadas por factores texturales y por el *sorting* en la proporción en que se hallan las inclusiones principales y accesorias más relevantes. La síntesis de las fábricas se puede ver en la Tabla 76.

Cabe destacar la abundante presencia de calcita secundaria post-deposicional en 13 muestras (MDL01, MDL07, MDL09, MDL10, MDL12, MDL15, MDL18, MDL20, MDL23, MDL26, MDL28, MDL29 y MDL34), que rellena las cavidades y poros, envuelve algunas inclusiones e incluso ocupa las fracturas que forman el relieve de los minerales de mayor tamaño.

- *Fábricas graníticas*

El grupo granítico es mayoritario y está integrado por 25 individuos. A pesar de que su composición y características texturales son similares, se aprecian algunas diferenciaciones entre ellos que podrían dar lugar a diferentes fábricas.

Como se ha mencionado, la principal característica de este conjunto es la aportación granítica en todas las muestras (Lám. 43). Predominan las inclusiones de cuarzo, feldespato potásico, biotita, plagioclasa, que con frecuencia aparece alterada a sericita, fragmentos de roca granítica y fragmentos de rocas sedimentarias. Estas inclusiones forman tanto la fracción gruesa, que puede ser >1 mm como la fracción fina,

inferior a 0.2 mm. Además, en MDL32 la presencia comúnde anfíbol formaría parte de su composición principal.

Se identifican intercrecimientos de cuarzo en las rocas graníticas y en los mismos cuarzos (MDL01, MDL32), así como pertitas (MDL01, MDL02, MDL07, MDL09, MDL28, MDL29) y algunas texturas micropertítitcas (MDL07, MDL13, MDL27, MDL35), microgranitos (MDL07, MDL26, MDL28, MDL31), textura gráfica (MDL32, MDL35). Respecto a los fragmentos de rocas sedimentarias, predominan *mudstone* y *sandstone* de cuarzo o arenita cuarzosa, que puede presentarse con recristalización saturada. En ocasiones se distinguen fragmentos sedimentarios de cemento fino entre amarillo y marrón con inclusiones de cuarzo y feldespato, así como algunas micritas (MDL07, MDL09, MDL29). En los individuos MDL18 y MDL31, la aportación sedimentaria es mayor, con numerosas inclusiones de *mudstone* y *sandstone* de cuarzo y feldespato con matriz micácea o bien con los granos completos o saturados. En raras ocasiones, estos granos adquieren tamaños mayores dentro del cemento, pudiéndose identificar como grauvacas; así mismo, en estas dos muestras se identifica chert de forma accesoria.

Los minerales accesorios más frecuentes son la hornblenda (MDL01, MDL02, MDL13, MDL26, MDL27, MDL29), la epidota (MDL01, MDL02, MDL09, MDL12, MDL13, MDL26, MDL28, MDL32), el clinopiroxeno (MDL07, MDL12, MDL13, MDL18, MDL26, MDL29, MDL32, MDL35), clorita (MDL12, MDL13, MDL27, MDL31, MDL35), anfíbol verde (MDL07, MDL29, MDL31, MDL35) y circón (MDL31).

Las pastas son de matrices no calcáreas, de color gris negro (MDL01, MDL02, MDL12, MDL28, MDL29, MDL32) que puede presentarse degradado con los bordes más oscuros que el centro (MDL09, MDL26, MDL35) o bien de color marrón(MDL13, MDL27) que también puede presentarse en color degradado de marrón claro a oscuro casi negro (MDL07, MDL18, MDL31).

Texturalmente, son individuos bimodales, donde predomina la fracción gruesa con inclusiones heterométricas. Se aprecian una serie de individuos, MDL01, MDL02, MDL13, MDL26, MDL27, MDL32 y MDL35 con una fracción gruesa inferior a 1.5 mm, superándola solo muy raramente en algunos cuarzos y fragmentos de roca granítica. Por otra parte, las muestras MDL07, MDL09, MDL12, MDL18, MDL28, MDL29 y MDL31 tienden a aumentar el tamaño de la fracción gruesa, predominando las inclusiones de cuarzo, fragmentos de roca granítica y *mudstone* superiores a 1.5 mm,

llegando hasta los 4 mm. Las inclusiones tienen tendencia elongada y ecuante entre subangular y subredondeada. Cabe destacar que las inclusiones accesorias de anfíboles, clinopiroxeno, epidota y clorita formarían parte de la fracción fina ya que no alcanzan tamaños superiores a los 0.2 mm. Junto con estos minerales, la fracción fina se completa con inclusiones de cuarzo, feldespato y plagioclasa ecuantes entre subangulares y subredondeados y biotita y cuarzo elongado.

La frecuencia predominante contiene entre el 15-20% de fracción gruesa y alrededor del 20% de fracción fina. En algunas muestras, como MDL07, MDL09, MDL12, MDL18, MDL28, MDL29 esta proporción varía, al reducirse la superficie de la matriz, con aproximadamente un 25% de fracción gruesa y un 20% de fracción fina. Por el contrario MDL02 presenta una mayor proporción de matriz, con un *sorting* del 10% en fracción gruesa y del 25% en fracción fina, compuesta mayormente por biotita y epidota. El *sorting* es preferentemente moderado, con algunos individuos pobres (MCL02, MDL12, MDL18, MDL28, MDL31) y solo MDL13 y MDL35 con *sorting* bueno. La porosidad es relativa, inferior al 7%, predominando las pastas compactas, con micro y meso *voughs* y *vesicles*, inferiores al 0.8 mm, algunos *macrovoids* >1 mm, alcanzando los 1.8 mm (MDL07, MDL28) y mesocanales en MDL29 y MDL32, este último individuo también con algunos escasos macrocanales.

Los análisis mineralógicos para estos individuos muestran una variedad de TCE. Todos los individuos presentan picos de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa. La tendencia principal son temperaturas de cocción altas >950º, observable en la desaparición de los filosilicatos, perceptibles en los difractogramas en la distancia 2θ= 10, o bien picos muy bajos que indican una aproximación a su desaparición y, por tanto, continuarían dentro de este rango de temperatura. Nueve de estos individuos, MDL01, MDL02, MDL09, MDL12, MDL13, MDL18, MDL26, MDL28 y MDL29 presentan además indicios de espinela del tipo hercinita en la distancia 2θ=36-37, e incluso MDL29 tienen evidencias en 2θ=30-32 indicando una TCE >950º. Únicamente en cuatro individuos, MDL07, MDL27, MDL31 y MDL35, se observan picos de illita-moscovita altos a la vez que ausencia de espinela, indicando una rango de temperatura inferior a 900º. Destaca también la presencia de piroxeno en nueve individuos (Tabla 77).

Las matrices son en un mismo individuo activas e inactivas, dependiendo de la zona que se observe, lo que podría ser indicio de cocciones irregulares, con zonas más

cocidas que otras y con diferentes TCE en distintas zonas de cada individuo, predominando, según la DRX, las TCE entre 900-950º.

Fábrica MDL-1.1: MDL14 y MDL16 (Lám. 44, 1A-1B), presentan la misma composición granítica a base de cuarzo, feldespato potásico, biotita, plagioclasa alterada a sericita, fragmentos de roca granítica, *sandstone*, *mudstone* y accesorios de clinopiroxeno y clorita. La característica principal de este sub-grupo es textural, con matriz no calcárea bimodal entre negra y marrón oscuro, ópticamente activa. La fracción gruesa es menos abundante <7%, con inclusiones que no superan 1 mm y se limita a cuarzo, *sandstone* y fragmentos de roca granítica. La fracción fina es mucho más abundante, pudiendo alcanzar el 30-40%. Son pastas porosas, con presencia relativamente abundante de micro y meso canales, vesículas y *voughs*. Esta distribución de la fracción se traduce en un *sorting* entre moderado y pobre.

Mineralógicamente presentan cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico e illita-moscovita, que en MDL16 aparece en proceso de descomposición a la vez que se inician los picos de espinela. Se aprecia así una TCE más baja en MDL14, de 900º que se incrementa en MDL16 a >950º (Tabla 77).

Fábrica MDL-1.2: Los individuos MDL04 y MDL22 (Lám. 44, 1C-1D), a pesar de que texturalmente no son idénticos, presentan una composición muy similar que nos lleva a considerarlos como un sub-grupo. Estas muestras tienen una composición granítica al igual que el grupo principal, con cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y su alteración a sericita y fragmentos de roca granítica, en ocasiones en con textura mirrmequítica, que pueden alcanzar los 2 mm. Junto con estas inclusiones aparecen algunos pequeños fragmentos de *mudstone* de <5 mm, *sandstone*, pertitas (MDL22), inclusiones ferruginosas y hornblenda.

La abundante presencia de biotita, tanto en la fracción fina como en la fracción gruesa constituye la principal característica de este sub-grupo.

Son pastas no calcáreas, bimodales y ópticamente activas color gris claro (MDL22) y oscuro (MDL04). La fracción gruesa es muy abundante, alcanzando tamaños >3 mm en los fragmentos de roca granítica y los 1.3 mm en las biotitas. Cabe destacar que la moda de esta fracción es distinta, mucho mayor en MDL22, con 0.6 mm y de 0.3 en MDL04. Se trata de inclusiones tanto elongadas como ecuantes, entre subangulares y subredondeadas. La fracción fina, por su parte, es escasa en MDL22,

con *sorting* bueno, y abundante en MDL04, de *sorting* moderado. La porosidad es relativamente abundante, con macro y meso canales, meso *vesicles* y meso *voughs*.

Los resultados mineralógicos son distintos para ambos individuos, coincidiendo en el contenido de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa. MDL04 es de cocción alta >950º por desaparición de los filosilicatos y presencia de espinela del tipo hercinita en la distancia 2θ=36-37 y MDL22 tiene altos picos de illita-moscovita y, por tanto, TCE <900º.

Fábrica MDL-1.3: Este sub-grupo está integrado por tres individuos MDL03, MDL05 y MDL06 (Lám. 44, 1E-1F). Se caracteriza por la misma composición granítica descrita en las generalidades de este grupo, con clinopiroxeno, clorita y anfíbol verde como minerales accesorios y circón en MDL06.

La principal características distintiva de estos individuos es la aportación muy abundante de inclusiones sedimentarias que a simple vista podrían igualar las aportaciones graníticas volumétricamente. Se trata principalmente de inclusiones de *mudstone* con cemento de precipitación carbonatada en tonalidades ocres con inclusiones de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita que pueden alcanzar los 0.25 mm en los *mudstone*s de mayor tamaño. Junto con estas inclusiones, se identifican micritas y un bioclasto marino en MDL03 y chert accesorio en MDL06. Por otra parte, el *sandstone* está también presente en forma menos abundante, compuesto sobre todo por cuarzo y feldespato tangente o completo en cemento silíceo.

Las matrices son nuevamente no calcáreas, bimodales y ópticamente inactivas, de coloración marrón oscuro. Predomina la fracción gruesa ecuante entre subangular y subredondeada, con inclusiones poco abundantes de gran tamaño de cuarzo, feldespato potásico, fragmentos de roca granítica y de *mudstone* que pueden alcanzar un tamaño máximo de 5 mm de formas amorfas subredondeadas o ecuantes redondeadas y con moda de 0.3 mm. Por otra parte, la fracción fina es abundante, alrededor del 25%, con *sorting* pobre. Respecto a la porosidad, es escasa, inferior al 5% formada por micro y meso *vesicles* y de forma esporádica macro *voughs* y meso canales.

La TCE es esta fábrica está en >950º, por la descomposición de la illita-moscovita y la presencia de hercinita en MDL05 y MDL06. Se observan también picos de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa en todos los individuos

Fábrica MDL-1.4: Los individuos MDL19, MDL23, MDL24 y MDL33 forman parte de este sub-grupo, caracterizado por la presencia muy abundante de biotita y de inclusiones de rocas sedimentarias (Lám. 44, 1G-1H).

Junto con las inclusiones graníticas de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y su alteración a sericita y fragmentos de roca granítica, con pertita (MDL33), textura gráfica y semiplectítica en MDL19, se identifican como accesorios epidota, clinopiroxeno, clorita y hornblenda.

Este sub-grupo se identifica por la presencia muy abundante de biotita que puede formar parte de la fracción fina <0.2 mm a la vez que de la fracción gruesa con fragmentos que superan los 2 mm de tamaño. Junto con esta abundancia de biotita, aparecen inclusiones sedimentarias de *mudstone* carbonatado y *sandstone* de cemento ocre micáceo con inclusiones de cuarzo, feldespato y plagioclasa que puede alcanzar los 2 mm en MDL24.

La pasta tiene matriz no calcárea, bimodal y es ópticamente activa, de tonalidades diversas con MDL19 en marrón oscuro, MDL23 gris y MDL24 y MDL33 con gradación de negro a marrón. Predomina la fracción gruesa, tanto ecuante como elongada, entre subangular y subredondeada que puede superar los 2 mm de tamaño en cuarzos y fragmentos de rocas graníticas e incluso los 4 mm en MDL33, con una moda de 0.8 mm mientras que las otras tres muestras presentan moda aproximada de 0.35 mm. La fracción fina es abundante, con inclusiones angulares y subangulares, ecuantes y elongadas, a excepción de MDL33 donde la fracción gruesa es muy abundante respecto a una fracción fina escasa. El *sorting* es entre moderado y pobre. La porosidad es relativamente abundante del 7%, con micro y meso *vesicles* y *voughs*, con mesocanales en MDL23 y MDL33 y macro *voughs* en MDL24.

Se observa en los difractogramas cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y picos bajos de illita-moscovita, ligeramente más altos en MDL19. Se estima, por tanto, TCE más baja del grupo, de 900º y sin alcanzar los 950º, mientras que el inicio de la descomposición en las demás muestras indican una temperatura más alta que llegaría a o superaría ese rango de los 950º. Así mismo, aparece un pico de calcita en MDL24.

- *Fábricas metamórficas*

Dentro de todo el conjunto de muestras se identifican cinco individuos con aportaciones metamórficas en su composición. Debido a las sustanciales diferencias

respecto al grupo granítico y a la presencia de grupos con características similares en yacimientos anteriormente descritos, se han considerado como fábricas con escasa representación. A su vez, estos tres individuos presentan algunas diferencias entre ellos que motivan la diferenciación de dos fábricas.

Fábrica MDL-2: El individuo MDL15 (Lám. 45, 1A-1B) contiene una composición granítica con abundante aportación metamórfica. Su composición principal es cuarzo, feldespato potásico, biotita y fragmentos de roca granítica, con intercrecimientos de cuarzo y algunas texturas micropertítitcas. Se identifican también inclusiones de *sandstone* de cemento micáceo con inclusiones de cuarzo y feldespatos y *sandstone* de cuarzo recristalizado saturado.

Como inclusiones metamórficas, se identifican fillitas; fragmentos con texturas granolepidoblásticas de foliación metamórfica con cuarzo, feldespato y biotita o bien epidota, esquisto granonematoblástico y cuarcitas.

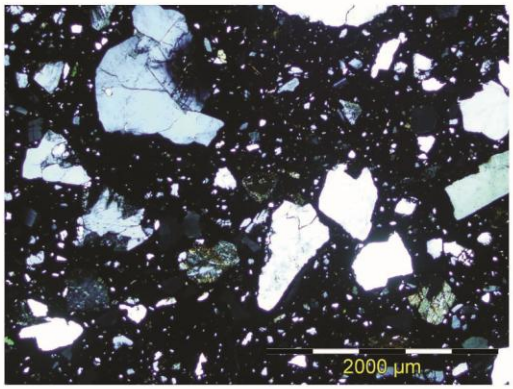
Los materiales accesorios están formados por chert, moscovita, epidota, algunas inclusiones ferruginosas y un bioclasto de alga marina (Adams et al., 1997; Blatt, 2006).

Se trata de una fábrica con pasta no calcárea, negra y ópticamente inactiva. La fracción gruesa es muy abundante en las aportaciones graníticas y metamórficas, donde se observan inclusiones >2 mm con formas tanto elongadas subredondeadas como ecuantes entre subangulares y subredondeadas, con moda de 0.4 mm. La fracción fina es relativa, formada sobre todo por cuarzo, biotita, feldespato y algunas *sandstone*s y fragmentos de fillita, inferiores a 0.2 mm y chert de hasta 0.3 mm.

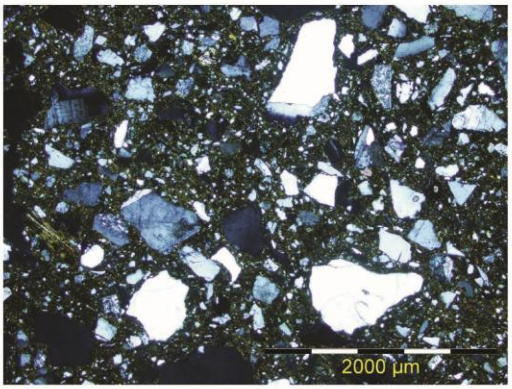
La porosidad relativamente abundante, del 7%, está formada por canales heterométricos, meso *voughs* <1 mm y algún macro *voughs*, que en algunas ocasiones aparecen con calcita secundaria.

El análisis de DRX muestra picos de cuarzo, feldespato potásico e illita-moscovita, así como trazas de plagioclasa, por lo que se podría estimar una TCE baja de >900º (Tabla 77).

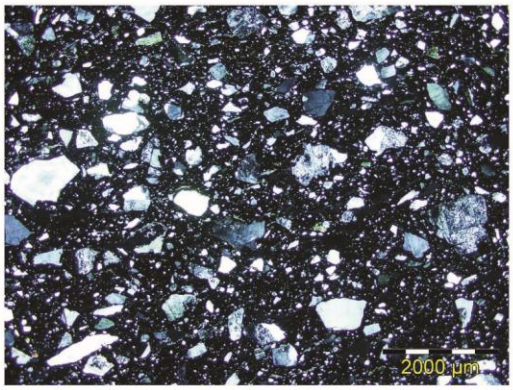
Fábrica MDL-3: Esta fábrica está formada por MDL20 y MDL34 (Lám. 45, 1C-1D). Comparten una composición granítica con abundantes aportaciones metamórficas y sedimentarias, en ambos casos como parte de la fracción gruesa y de gran tamaño.



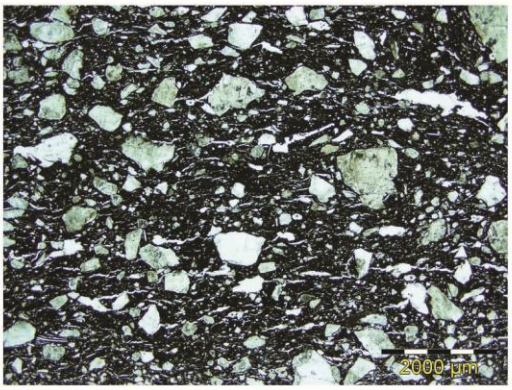
1A- MDL07 (40x, XPL)



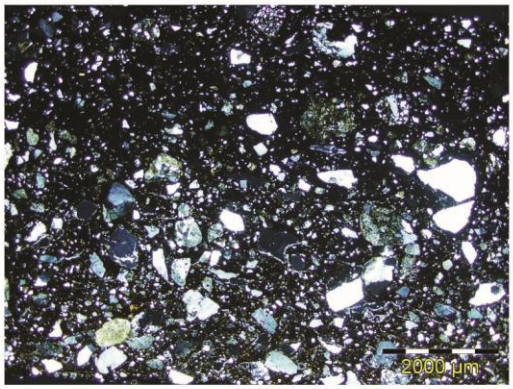
1B- MDL13 (40x, XPL)



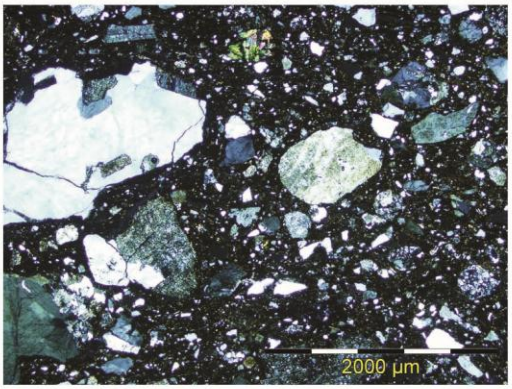
1C- MDL29 (20x, XPL)



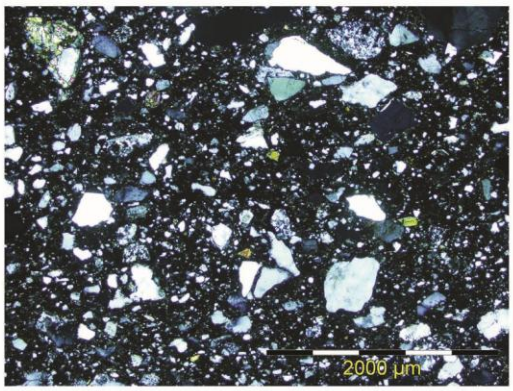
1D- MDL29 (20x, PPL)



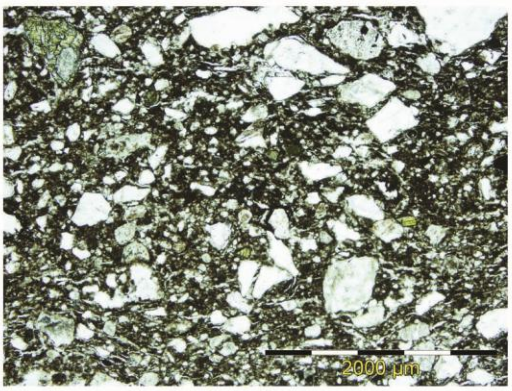
1E- MDL18 (20x, XPL)



1F- MDL31 (40x, XPL)

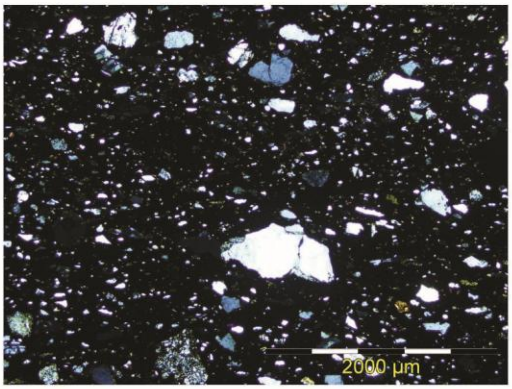


1G- MDL32 (40x, XPL)

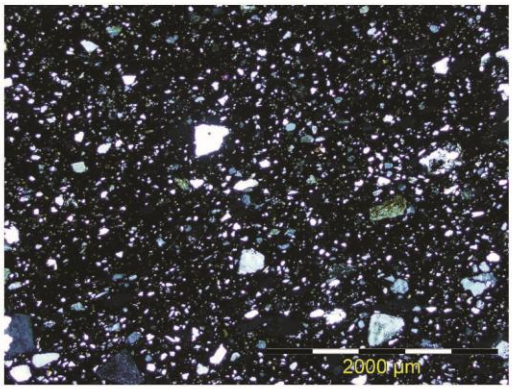


1H- MDL32 (40x, XPL)

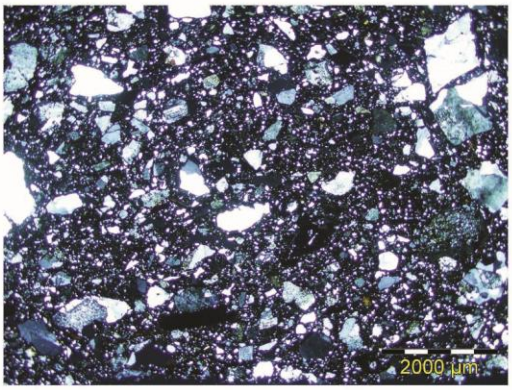
Lám. 43. Micro fotografías de Can Modolell: Grupo Granítico



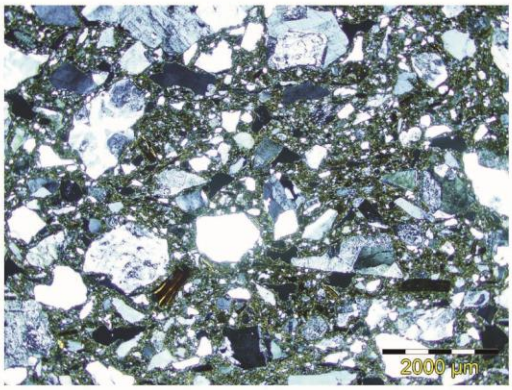
1A- MDL14 (40x, XPL)



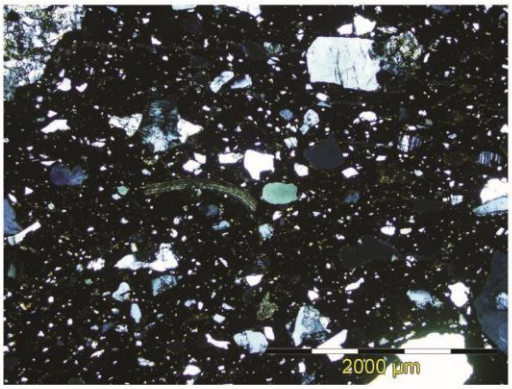
1B- MDL16 (40x, XPL)



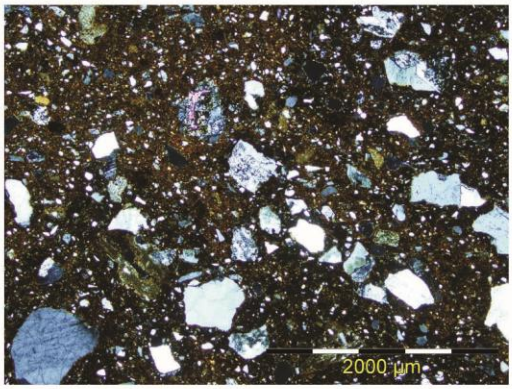
1C- MDL04 (20x, XPL)



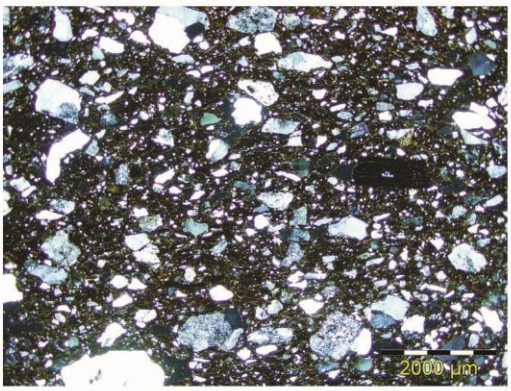
1D- MDL22 (20x, PPL)



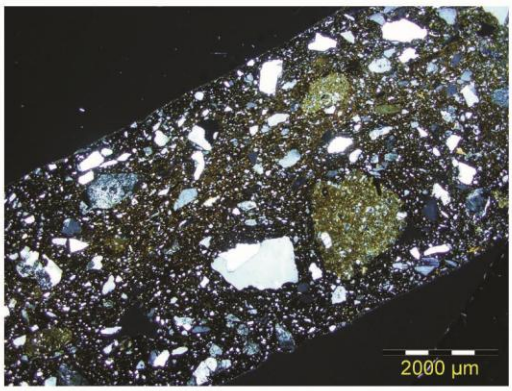
1E- MDL03 (40x, XPL)



1F- MDL05 (40x, XPL)

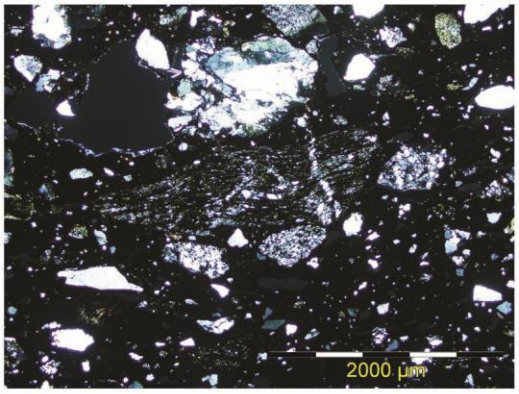


1G- MDL19 (20x, XPL)

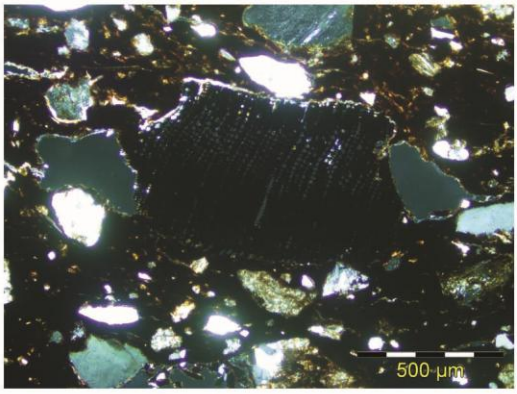


1H- MDL24 (20x, XPL)

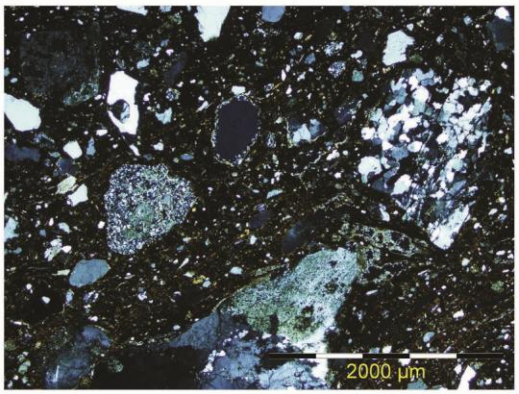
Lám. 44. Micro fotografías de Can Modolell: 1A-1B, MDL-1.1; 1C-1D, MDL-1.2;1E-1F, MDL-1.3; 1G-1H, MDL-1.4



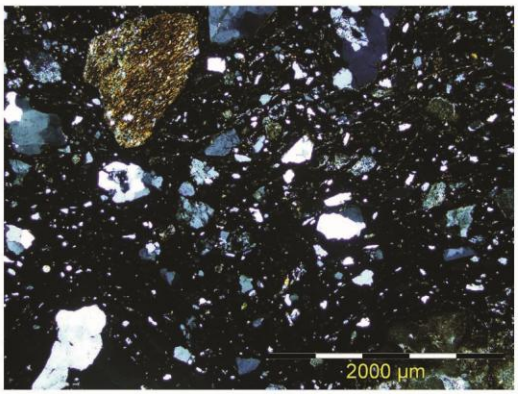
1A- MDL15 (40x, XPL)



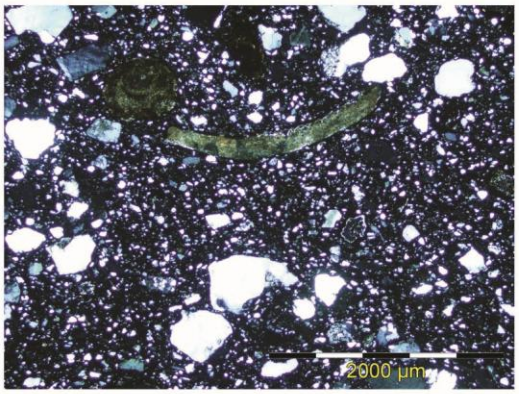
1B- MDL15 (100x, XPL)



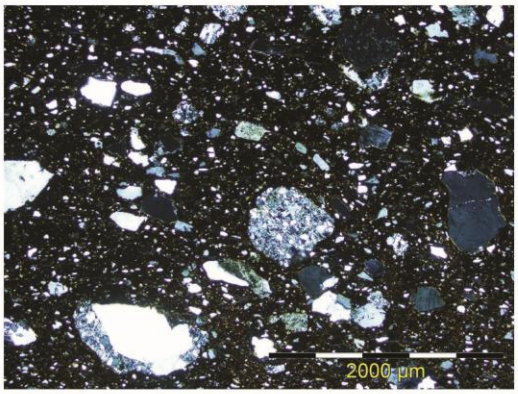
1C- MDL20 (40x, XPL)



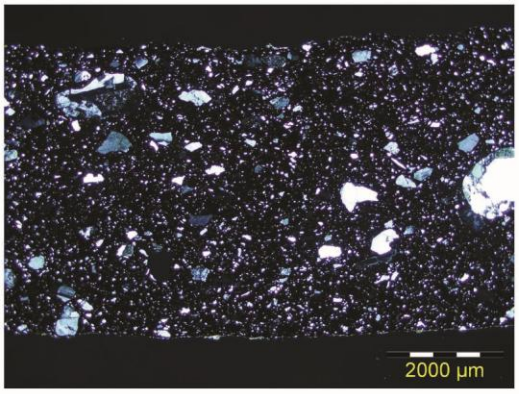
1D- MDL34 (40x, XPL)



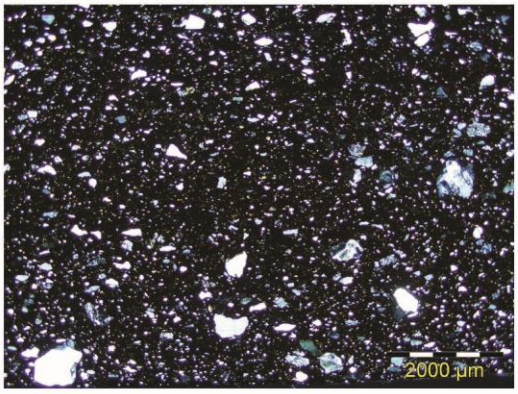
1E- MDL21 (40x, XPL)



1F- MDL30 (40x, XPL)



1G- MDL08 (20x, XPL)



1H- MDL17 (20x, XPL)

Lám. 45.Micro fotografías de Can Modolell: 1A-1B, MDL-2;1C-1D, MDL-3;1E-1F, MDL-4;1G-1H, finas

Estos individuos contienen cuarzo, feldespato potásico, biotita y fragmentos de roca granítica que pueden incluir microgranitos, así como moscovita como mineral accesorio y un fragmento de dolomía en MDL34.

La aportación metamórfica viene por inclusiones de fillita, fragmentos de roca metamórfica granoblástica de cuarzo y biotita, esquistos de moscovita y cuarcita. Respecto a la presencia sedimentaria, también abundante, se identifica con fragmentos de calcita esparítica, *mudstone* micácea y carbonatada y algunos cherts accesorios.

Las matrices son no calcáreas, de color marrón oscuro y ópticamente activas. La fracción gruesa es abundante y en cuarzos, rocas metamórficas y calcitas esparíticas pueden superar los 2 mm, con formas ecuantes redondeadas y subredondeadas y más escasas, elongadas subangulares. La fracción fina es relativa, incluyendo fragmentos de todos los componentes principales y accesorios. El *sorting* es pobre y la diversidad métrica de la fracción gruesa hace difícil establecer una moda para este grupo.

La porosidad está entre 5-7%, predominando los meso y macro canales, de hasta 1.8 mm de longitud y los meso *voughs* de hasta 1 mm. Algunas de las cavidades aparecen rellenas por calcita secundaria.

Los difractogramas muestran cuarzo, feldespato potásico, trazas de plagioclasa y picos de illita-moscovita, indicando una TCE baja de 900º o inferior. Se observan también picos de calcita, probablemente de fases secundarias debido a la abundante presencia de calcita secundaria mencionada al inicio del apartado.

Fábrica MDL-4: Con la misma composición encontramos los individuos MDL21 y MDL30, que tienen que ser considerados de forma separada a causa de su menor aportación metamórfica y por su textura mucho más fina (Lám. 45, 1E-1F).

La composición se basa en cuarzo y feldespato potásico, algunos con textura mirmequítica, con inclusiones de fillita y cuarcita granoblástica, así como *mudstone* carbonatado y calcáreo. De forma accesoria se detecta epidota y micro biotita. En MDL21 se identifica un bioclasto marino y en MDL30 chert y clinopiroxeno accesorios.

Son matrices no calcáreas, con coloración gris en MDL21 y marrón oscuro en MDL30, ópticamente inactivas. Texturalmente, la fracción gruesa es relativa, con pocos fragmentos entre 0.3-1 mm ecuantes y elongados subredondeados o redondeados de cuarzo, fillita y las inclusiones sedimentarias, solamente superados en dos inclusiones en MDL30 de cuarzo y micrita respectivamente. La fracción fina es muy abundante,

principalmente con inclusiones ecuantes entre subangulares y subredondeadas. La moda aproximada estaría en 0.15, evidenciando la escasez de fracción gruesa.

La porosidad es escasa con meso *vesicles* y mesocanales y pocos macro *voughs*.

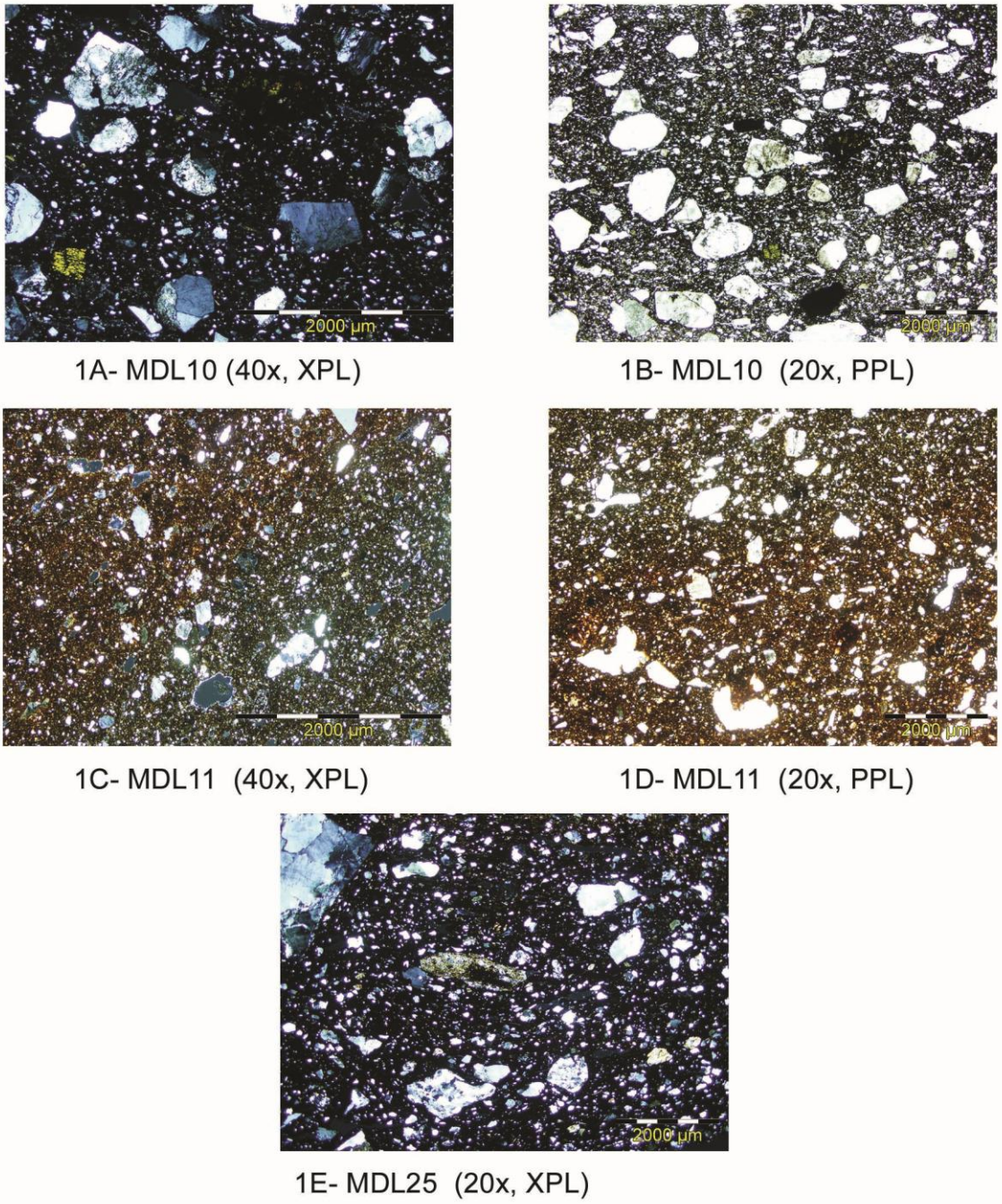
Los difractogramas de estos dos individuos muestran la desintegración de los filosilicatos y presencia de hercinita en la distancia 2θ=de 36-37 e incluso MDL21 tiene indicios en 30-32 de distancia 2θ, por lo que la TCE de esta fábrica es alta, superior a los 950º. Destaca también la ausencia de plagioclasa, mientras que el feldespato potásico se presenta como traza, en picos muy poco intensos.

- *Fábrica fina oxidante*

Dentro de todo el conjunto MDL08, MDL17 se diferencian por su textura fina oxidante de tonalidades rojizas (Lám. 45, 1G-1H). Su composición es granítica, de cuarzo, feldespato potásico, biotita, plagioclasa, que puede aparecer alterada a sericita, y algunos fragmentos de roca granítica que pueden tener textura micropertítitca e inclusiones ferruginosas. Se identifican fragmentos de *mudstone* y *sandstone* de cemento ferruginoso rojizo o micáceo ocre con inclusiones de cuarzo y biotita. En MDL17 como minerales accesorios hay partita, clinopiroxeno y epidota.

Las pastas son no calcáreas, ópticamente inactivas de coloración rojiza. La fracción gruesa es escasa <3%, con inclusiones ecuantes de redondeadas a subredondeadas de cuarzo, feldespato y fragmentos de roca granítica y elongadas subredondeadas de cuarzo, no superiores a 1.5 mm. Cabe mencionar la presencia de *mudstone* y *sandstone* de <0.5 mm con tendencia ecuante redondeada. La fracción fina es abundante <15% y en MDL17 aumenta al 25%, con inclusiones ecuantes y elongada entre subangulares y redondeadas. La porosidad es escasa <3%, con micro *vesicles* y meso *voughs*, inferiores a 0.5 mm.

A pesar de sus similitudes petrográficas, la mineralogía de estos dos individuos es muy distinta entre sí. Ambos contienen cuarzo,plagioclasa y feldespato potásico, pero MDL08 ha sido cocida a altas temperaturas de 1000º con la desaparición de los filosilicatos y con la presencia de espinela y hematitas. Por otra parte, MDL17 sí presenta illita-moscovita y, por tanto, su TCE es inferior a 900º.



Lám. 46. Micro fotografías de Can Modolell: Loners

- *Loners*

Tres de los individuos (MDL10, MDL11, MDL25) presentan diferencias considerables con los descritos hasta el momento, por lo que se han considerado loners.

MDL10 (Lám. 46, 1A-1B) es un individuo de composición granítica con cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y su alteración a sericita y fragmentos de roca granítica. Junto a ellos se encuentra *mudstone* y *sandstone* de cemento verdoso con inclusiones de cuarzo, lo que supone una particularidad única de este individuo. Así

mismo se identifica clorita, hornblenda y epidota. También como particularidad de este individuo se observan inclusiones opacas y un fragmento de olivino.

La matriz no calcárea es entre gris oscuro y negro, ópticamente inactiva, con una TCE >950º según se observa en el difractograma la descomposición de la illita-moscovita y la presencia de hercinita, así como cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa. La fracción gruesa es relativa con inclusiones no superiores a 1.5 mm, ecuantes y elongadas entre redondeadas y subredondeadas, con *sorting* pobre y moda de 0.4 mm. La fracción fina es muy abundante, y la porosidad es relativa, formada por meso *vesicles* y meso *voughs*.

La principal característica de MDL11 (Lám. 46, 1C-1D) es su matriz, con color gris anaranjado en el exterior y un núcleo interior marrón grisáceo. Se trata de pasta fina, con muy escasa fracción gruesa que solamente en una inclusión supera 1 mm de tamaño, mientras que predomina la fracción fina y su porosidad es escasa con micro *vesicles* y meso *voughs*.

Las composición principal la forman cuarzo, biotita, feldespato potásico, fragmentos de roca granítica, *sandstone* de cuarzo saturado, y de cemento ferruginoso con inclusiones de cuarzo, *mudstone* de cemento micáceo y carbonatado. Contiene también de forma accesoria epidota, clinopiroxeno, un chert y una calcita.

Los resultados mineralógicos muestran presencia altos picos de illita-moscovita, así como cuarzo, feldespato potásico, calcita y diópsido y trazas de plagioclasa. La presencia de diopsito y de filosilicatos sitúan la temperatura de cocción entre 850º-900º.

MDL25 (Lám. 46, 1E) se caracteriza por la abundancia de epidota en la matriz. La composición de este individuo se basa en cuarzo, feldespato potásico, biotita, moscovita, plagioclasa alterada a sericita, fragmentos de roca granítica, fragmentos de *sandstone* de matriz ferruginosa e inclusiones de cuarzo y biotita, arenitas saturadas y cuarcitas.

La matriz es no calcárea, de coloración degradada entre negro y marrón oscuro y ópticamente con zonas activas e inactivas en el mismo individuo. Predomina la fracción gruesa que en los fragmentos de roca granítica y cuarzo superan los 2 mm pudiendo alcanzar los 4 mm. La fracción fina es relativa. Las inclusiones tienden a ser

elongadas entre subangulares y subredondeadas. El individuo es poroso, con abundantes meso canales y meso *voughs*.

El difractograma muestra leves picos de illita-moscovita evidenciando el inicio de su descomposición, a la vez que aparecen picos de hercinita, indicando una TCE alta de 950º. Destaca la ausencia de plagioclasa y los bajos niveles de feldespato potásico.

6.2.2.2. Análisis químicos

Los resultados químicos se han explorado a partir de 25 elementos, 10 mayores: Fe_2O_3, MnO, TiO_2, CaO, K_2O, P_2O_5, SiO_2, Al_2O_3, MgO, Na_2O y 15 trazas Ba, Ce, Cr, Cu, Ga, Nb, Ni, Pb, Rb, Sr, Th, V, Y, Zn, Zr (Tabla 40). En la Tabla 41 se proporciona un resumen estadístico de cada elemento, con el máximo, mínimo, media, mediana y cuantiles.

Utilizando esta composición, se ha realizado una matriz de variación composicional donde vt= 1.46 (Tabla 43), con siete elementos con contribuciones >3.50, Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=6.00), CaO ($\tau_{.CaO}$=5.89), MnO ($\tau_{.MnO}$=5.48), Cu ($\tau_{.Cu}$=4.71), Ni ($\tau_{.Ni}$=4.65), Ba ($\tau_{.Ba}$=4.20) y P_2O_5 ($\tau_{.P2O5}$=4.08).

Debido a las posibles contaminaciones de P_2O_5 y Pb, los datos se han vuelto a explorar de nuevo sin estos dos componentes, obteniendo así una vt= 1.33 (Tabla 44), con seis elementos >3.50, CaO ($\tau_{.CaO}$=5.43), Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=5.42), MnO ($\tau_{.MnO}$=4.95), Cu ($\tau_{.Cu}$=4.36), Ni ($\tau_{.Ni}$=4.27), Ba ($\tau_{.Ba}$=3.97).

Se aprecia, por tanto, que se trata de un conjunto poligénico, al obtenerse en ambas exploraciones una variación total superior a 0.3. Por otra parte, la exclusión de los dos elementos, P_2O_5 y Pb, suponen una reducción de la variabilidad, tanto total como de los componentes aportaciones más altas.

Tal y como se aprecia en la previa descripción petrográfica, se trata de un conjunto no calcáreo y además, con presencia de calcita secundaria post-deposicional en 13 individuos, lo que supone el 37.1% de las muestras analizadas. Por estos dos motivos, se ha llevado a cabo una nueva exploración de los datos excluyendo el componente CaO, quedando así una subcomposición de 22 elementos: Fe_2O_3, MnO, TiO_2, K_2O, SiO_2, Al_2O_3, MgO, Na_2O, Ba, Ce, Cr, Cu, Ga, Nb, Ni, Rb, Sr, Th, V, Y, Zn, Zr. Utilizando esta subcomposición se obtiene una vt=1.14 (Tabla 45), con los mismos elementos que en las anteriores subcomposiciones como contribuciones más altas, Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=4.89), MnO ($\tau_{.MnO}$=4.67), Cu ($\tau_{.Cu}$=4.08), Ni ($\tau_{.Ni}$=4.02), Ba ($\tau_{.Ba}$=3.70). A pesar

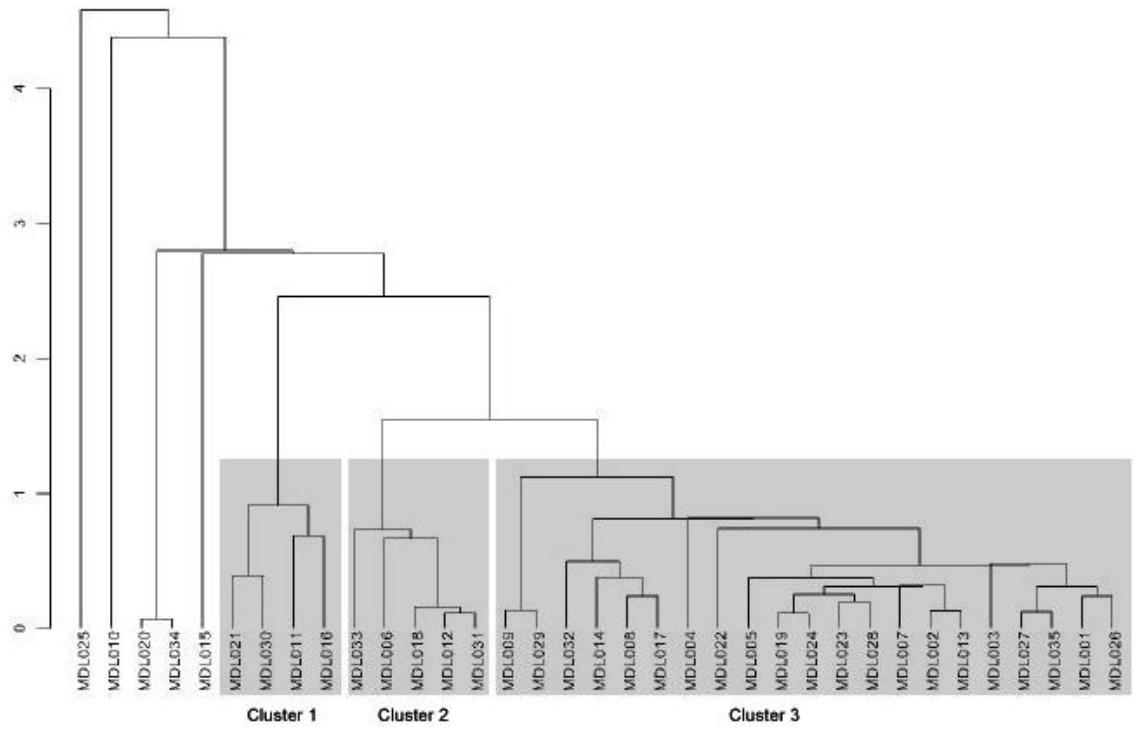


Fig. 78. Dendograma de Can Modolell con distancia euclídea cuadrada y método del centroide

de que sigue siendo un conjunto poligénico, la variabilidad se ha reducido considerablemente.

Esta última subcomposición de 22 elementos se han transformado en logaritmos de razón, utilizando Ga como divisor, al ser el elemento más estable en las tres sub-composiciones exploradas. Con estos datos se puede ver el dendograma jerárquico resultante (Fig.77), realizado con el método del centroide y distancia euclídea al cuadrado. Las medias y desviación estándar del conjunto y cluster se encuentran en la Tabla 42.

Se puede ver un cluster principal en la parte derecha del árbol, que abarca 21 muestras, entre MDL09 y MDL26. Está precedido por dos clusters, primero por uno de cinco individuos, de MDL33 a MDL31 y, previamente, por otro cluster de cuatro individuos, de MDL21 a MDL16. Al principio del gráfico se encuentran otras cinco muestras que no se integran en ningún cluster.

Tal y como se puede ver en los datos crudos (Tabla 40), las muestras que aparecen aisladas al principio del dendrograma son las que presentan las mayores diferencias composicionales, de forma que MDL25 contiene valores muy bajos de MnO (=0.015%) y MgO (=0.882%); MDL10 presenta altos los contenidos de CaO (=4.863%), Ce (=302.32 ppm) y Th (=69.91 ppm); MDL20 y MDL34 coinciden en valores altos de Ba (1426.72 y 1449.21 ppm) y de CaO, con 4.089% y 4.429%

respectivamente, lo que lo convierte en *border calcareous*, y valores bajos de Ce. MDL15 contiene bajos niveles de TiO_2 (=0.449%), Ba (=406.62 ppm), Sr (=68.75 ppm) y Zr (=106.54 ppm).

El primer cluster del diagrama (Cluster 1), que incluye de MDL21 a MDL16 (n=4) se caracteriza por valores ligeramente bajos de Al_2O_3 (m=14.746%) y de Na_2O (m=0.687%) y altos en Ni (m=30.33 ppm). Además, como particularidad dentro del grupo, se incluye MDL11, con un porcentaje de 6.37% en CaO, identificándola como muestra calcárea y dos *border calcareous*, MDL21 (=3.171%) y MDL16 (=3.046%).

El siguiente cluster (Cluster 2), de MDL33 a MDL31 (n=5) presenta valores más homogéneos con el total del conjunto, destacándose bajo contenido en Fe_2O_3 (m=4.639%), V (m=75.84 ppm) y Zr (m=139.76 ppm). Si bien la composición de MDL33 no destaca sobre el resto de individuos, las otras cuatro muestras se caracterizarían por niveles bajos de V (<79 ppm) y de Y (<20 ppm). MDL06 además tiene bajos contenidos de Cr (33.95 ppm), mientras que MDL12 muestra esta tendencia en Cr (36.78 ppm) y Cu (7.88 ppm).

Los demás individuos se integran en el cluster 3 que va de MDL009 a MDL26 (n=21), cuya composición se percibe como bastante homogénea, destacando contenidos altos en MnO (m=0.078%), Ti_2O (m=0.720%), MgO (m=1.439%), Ce (m=89.61 ppm) y bajo en Ba (m=688.90 ppm). A pesar de eso, se pueden apreciar algunas particularidades, como los individuos MDL08 y MDL17, con valores más altos en Fe_2O_3 (7.8621% y 8.0679%), MnO (0.1306% y 0.1275%), MgO (2.1989% y 2.0988%) y Ce (113.62 y 114.55 ppm). Además, algunos individuos presentan algunos valores ligeramente bajos, como MDL09 en Cr (36.78 ppm) y Ni (7.90 ppm), MDL29 en Ni (7.57 ppm), MDL14 en SiO_2 (60.913%). De esta forma, se percibe que la mayor homogeneidad del conjunto se comprende en este gran cluster entre MD22 y MDL26 (n=14), que a su vez formarían un sub-cluster.

Con la finalidad de apreciar el nivel de homogeneidad de los datos, con la sub-composición excluyendo CaO, P_2O_5 y Pb, se ha llevado a cabo remuestreo de *bootstrap* con un 95% de confianza (α=0.95), método del centroide y distancia euclídea. Los resultados obtenidos indican un gran cluster homogéneo marcado en rojo (Fig.78), los p-valores aproximadamente insesgados (au) y la probabilidad *bootstrap* (bp). Si observamos los p-valores au, con una precisión superior a bp, se percibe la exclusión de las cinco muestras cuya alta variabilidad se ha comentado previamente: MDL25, MDL10, MDL15, MDL20 y MDL34. El resto de las muestras (n=30) se considerarían

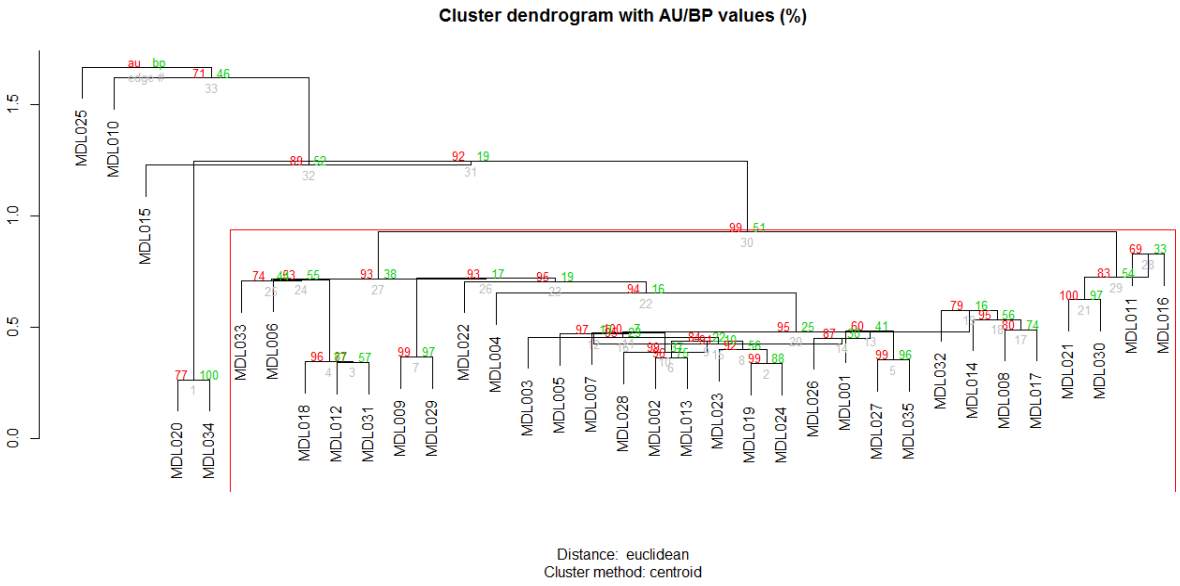


Fig. 79. Dendograma de Can Modolell con remuestreo de bootstrap, distancia euclídea, método del centroide y confianza de 0.95

homogéneas con un p-valor de 99 y, por tanto, superior a α (=0.95). El primer cluster del dendrograma coincide con el último del remuestreo (MDL21, MDL30, MDL11, MDL16), con un p-valor=83. Los individuos que forman el segundo cluster aparecen al inicio de cluster *bootstrap* (MDL33, MDL06, MDL18, MDL12, MDL31) con p-valor=53, por lo que se ve como MDL33 y MDL06 se separan ligeramente de las otras tres muestras que presentan p-valor=96. Los demás individuos, coincidentes en el dendrograma inicial y el remuestreo *bootstrap* constan de un p-valor= 93, por lo que se puede apreciar la homogeneidad del grupo.

Respecto a los outliers, destaca la relación entre MDL20 y MDL34, cuyo p-valor=77.

El PCA (análisis de componentes principales) se ha elaborado con el componente 1 y el componente 2 (Fig. 79). El componente 1 representa una proporción de la varianza del 0.3178 (31.78%), con una sd=0.6388 y cuya mayor aportación viene dada por Na_2O, Sr, Th, Ce, Al_2O_3 y K_2O. El componente 2 plasma una proporción de la varianza del 0.2644 (26.44%), con una sd=0.5827 y donde predominan Ba, Ni, Cr, SiO_2, K_2O y Cu.

En el gráfico resultante se observa la mayor variabilidad de los componentes MnO, que se encuentran en valores negativos, Na_2O, negativo respecto al Componente 2 y Ni, Cu y Ba, en valores positivos <0.2 del componente 2 y negativos del Componente 1. Los demás componentes resultan muy próximos entre sí. Respecto a los individuos, se observa una acumulación central de los mismos que coincidirían con el

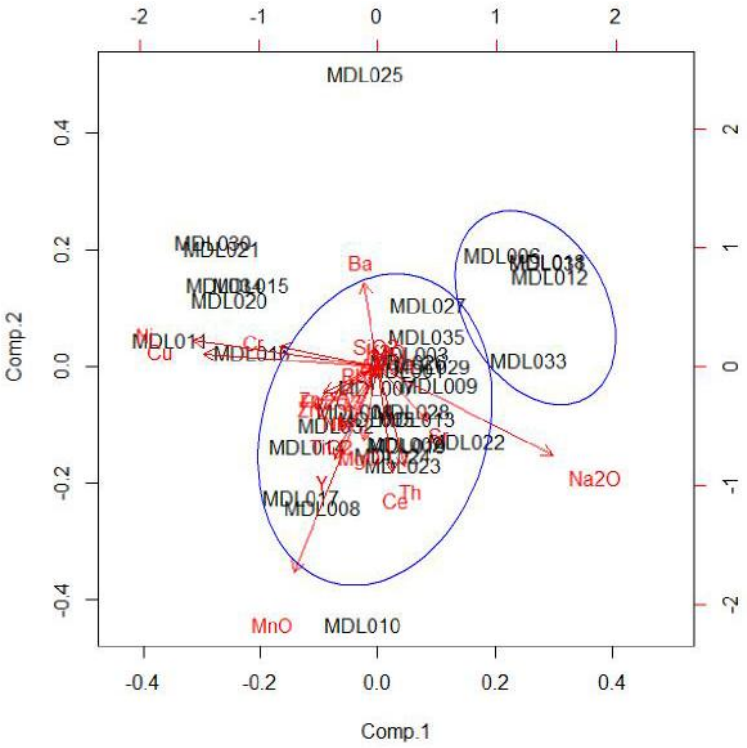


Fig. 80. PCA de Can Modolell

cluster principal. Las muestras más separadas del PCA coinciden con las más aisladas del dendrograma, MDL25, que se sitúa próximo al 0.0 del componente 1 y por encima del 0.4 en el componente 2 y MDL10, que se encuentra también próximo al 0.0 en el componente 1 y por debajo de -0.4 en el componente 2. MDL20, MDL34 y MDL15 aparecen juntos formando un grupo en Comp 1 -0.2 y Comp 2 <0.2. Muy próximo, se encuentra otro grupo integrado por MDL30 y MDL21, que también aparecen juntos en el dendrograma formando parte del primer cluster. En la parte opuesta, en Comp 1 0.2 y Comp 2. <0.2 MDL06, MDL31, MDL12 y MDL18, próximos a MDL33, en Comp 1 0.2 y Comp 2 0.0. Estas cinco muestras coinciden con el segundo cluster del dendrograma (Fig. 77).

La misma subcomposición se ha explorado, sin tener en cuenta las cinco muestras que aparecen como loners. Como resultado, se obtiene una MVC con un vt=0.85. Para esta exploración, de n=30, los componentes con mayor variabilidad son Na_2O=4.45, Ni=3.62 y MnO=3.31, mientras que Nb se presenta como el elemento más estable. Si continuamos la exploración eliminando el primer cluster definido (MDL21 a MDL16), resulta una vt=0.62, con Ga como el elemento más estable. Por otra parte, si excluimos el segundo cluster, dejando así únicamente el conglomerado principal de MDL09 a MDL26 (n=21) resulta una vt=0.50, con Ga como componente más estable y cuya mayor variabilidad la aportan Ni=1.97, Ba=1.62 y Cu=1.56. A pesar de que vt= >0.3, dada la naturaleza de las muestras, podría considerarse que este cluster es monogénico e incluso que el nivel de homogeneidad incluiría las muestras del previamente mencionado conjunto n=30 que implica la exclusión de los cinco loners.

6.2.2.3. Integración de los resultados

Los resultados químicos y la observación petrográfica de este yacimiento coinciden en su mayor parte.

Se observa la distinción química en el dendrograma de la fábrica granítica y la metamórfica, así como los loners.

En primer lugar, las fábricas graníticas corresponden a los clusters 2 y 3. Solamente un individuo, MDL16 se sitúa fuera de ellos, en el cluster 1, a causa de sus bajos valores en Al_2O_3 (=15.315%) y en Na_2O (=0.887%), mucho más próximos a los individuos del cluster 1 que a los de los clusters 2 y 3.

A pesar de que el grupo petrográfico coincide y engloba a todas las fábricas, no es posible en todos los casos, distinguirlas individualmente dentro del cluster. En primer lugar el grupo MDL-1.1 y MDL-1.3 se encuentran dispersos, en el caso de MDL-1.1 se identifica un individuo en el cluster 1, previamente mencionado, y el otro en el cluster 3, mientras que MDL-1.3 consta de un individuo en el cluster 2 y los demás de forma separada en el cluster 3. Por el contrario, los individuos de MDL-1.2 (MDL04 y MDL22) aparecen respectivamente de forma correlativa en el dendrograma, pero no formando cluster entre ellos sino que ambos se desmarcan de un sub-grupo dentro del cluster 3. MDL-1.4 está integrado por cuatro individuos, tres de ellos correlativos en el árbol y de los cuales dos se agrupan entre sí (MDL19 y MDL24), mientras que MDL23 forma un sub-grupo con MDL28 que a pesar de estar dentro del grupo granítico, no se integra en MDL-1.4. El cuarto individuo (MDL33) se desmarca en el dendrograma integrándose en el cluster 2, a causa de su contenido en Fe_2O_3 más bajo (=4.912%).

Así, las fábricas graníticas se caracterizan a grandes rasgos por pastas no calcáreas, relacionándose así con el bajo contenido en CaO de estos individuos, con únicamente tres individuos *border calcareous* (MDL16, MDL05 y MDL24), siempre con valores <4.00%. Las inclusiones que más abundan son el cuarzo, entre abundante y muy abundante, lo que se relaciona con los altos niveles de SiO_2, que suelen presentarse mucho más altos que los loners y fábricas metamórficas, exceptuando MDL-4. Así mismo, también se perciben valores ligeramente más altos de Na_2O y Al_2O_3 en estas fábricas graníticas, a causa de su abundante contenido de plagioclasa y en caso de Al_2O_3, también vinculado a la presencia de mica y anfíboles.

Dentro del cluster 3 se integran los individuos finos MDL08 y MDL17, que forman un sub-cluster entre sí. Por tanto, a pesar de que la observación petrográfica lleva a considerarlos como una fábrica separada, la composición química los incluye en el grupo granítico, pudiéndose observar ciertos rasgos característicos, como alto porcentaje de Fe_2O_3 (>7.862%), MnO (>0.127%), MgO (>2.098%) y Ce (>113.6 ppm). Esta composición química coincide con la descripción petrográfica de forma que el alto contenido en Fe_2O_3 se relaciona con la oxidación de la pasta cerámica y las inclusiones ferruginosas que se observan.

Al inicio del árbol nos encontramos con muestras individualizadas y con el cluster 1, que a grandes rasgos contienen los loners y las fábricas metamórficas. En primer lugar, se observa una pequeña agrupación que no se ha identificado como cluster entre MDL20 y MDL34 que coinciden con la fábrica metamórfica MDL-3, seguidos de MDL15 (fábrica MDL-2). MDL-3se caracteriza químicamente por alto contenido en CaO, correspondiendo a *border calcareous* (m=4.259%) y en Ba (m=1437.9 ppm) y bajo contenido en Ce (m=46.42 ppm). A pesar de que este grupo tiene pastas no calcáreas, el alto contenido en CaO se puede relacionar con las inclusiones de calcita esparítica.

Por su parte, el cluster 1 contiene dos ramas, la primera con MDL21 y MDL30 corresponde a la fábrica metamórfica MDL-4, mientras que la segunda rama carece de coherencia petrográfica, con un loner (MDL11) y MDL16, la muestra granítica mencionada previamente. El rasgo químico más relevante de MDL-4 es el alto contenido en Ni (m=33.20 ppm). Cabe destacar que a pesar de contener bioclastos y micrita, el contenido de CaO en este grupo MDL-4 no es demasiado alto, con MDL21 *border calcareous* (=3.171%) y MDL30 químicamente no calcárea (=2.535%). Además, se separa de los demás grupos metamórficos por contenidos más altos de SiO_2 (m=69.132%) y Fe_2O_3 (m=5.402%).

Los resultados de los análisis arqueométricos apuntan a que en todos los casos de trata de producciones locales o regionales. La geoquímica de los individuos y la geología de la zona, indican una proveniencia probable local de las fábricas graníticas, al estar situado el yacimiento sobre un batolito granodiorítico con aportaciones de anfíboles que coincide con la composición principal de estos grupos.

Por otra parte, a pesar de que en las proximidades de la zona se hallan depósitos metamórficos, su mayor distancia de núcleo poblacional así como la escasez de individuos metamórficos en relación a los graníticos, podrían indicar un origen

regional y no local de estas fábricas. Así mismo, al noroeste del batolito se encuentra una extensa zona sedimentaria arcillosa, seguida de depósitos metamórficos donde predominan las fillitas, pizarras arcillosas y rocas calcáreas. Toda esta zona está surcada por diversos cursos de agua que podrían transportan materiales de estas zonas metamórficas, calcáreas y sedimentarias hasta las proximidades de Can Modolell.

Cabe tener en cuenta la posibilidad de importaciones del Vallès de estas cerámicas, donde la presencia de fábrica metamórficas es mucho mayor y parece tratarse de una característica más propia de las piezas del Vallès que no del Maresme.

La tipología cerámica y los resultados arqueométricos no aportan ningún rasgo diferenciador relevante. Únicamente se puede percibir que los individuos finos oxidados corresponden a cerámicas de cocción reductora y post-cocción oxidante de los siglos V-VI, por su coloración rojiza anaranjada, identificable macroscópicamente. Dentro del grupo granítico, predominan las pastas de cocción y post-cocción reductora, aunque no de forma exclusiva, ya que MDL11, MDL13, MDL16 y MDL19 presentan tonalidades anaranjadas por la post-cocción oxidante. Así mismo, la horquilla cronológica de este grupo pasa por todos los siglos muestreados, incluyendo del V al VII. De igual manera, en este grupo también se incluyen todas las formas escogidas, con 17 ollas, cinco cazuelas, un jarro, una tapadera y un barreño.

A pesar de ello, se pueden mencionar ciertos rasgos interesantes dentro de este grupo granítico. De esta forma, la Fábrica 1.1 está formada por un jarro y una tapadera, ambos de los siglo V-VI y, por tanto, se trataría de una fábrica de utensilios de cocina que no van directamente al fuego. El caso contrario se observa en la Fábrica 1.3, con dos ollas y una cazuela, todas de post-cocción reductora y de los siglos V-VI y, por tanto, se trataría de una fábrica que dentro de la misma cronología usaría pastas para cerámicas para ir directamente al fuego y cocinar alimentos. La Fábrica 1.4 por su parte, está formada por tres ollas y una cazuela. Aunque se trata de cerámicas para ir directamente al fuego, se aprecia una ligera diferencia cronológica, con las ollas situadas en el siglo VI y la cazuela en el V-VI y también en la post-cocción, todas reductoras a excepción de la olla MDL19 de coloración rojiza.

Los demás individuos del grupo granítico que no se incluyen en ninguna de las cuatro fábricas diferenciadas y tienen en común que se trata en todos los casos de cerámicas de cocina para ir al fuego, con 12 ollas y dos cazuelas, aunque de cronologías diversas entre el siglo VI y el VII. Por otra parte, se trata en todos los casos de

cerámicas grises o negras por la post-cocción reductora, con la única excepción de la olla MDL13, cuya tonalidad la incluye entre las piezas oxidantes.

Así mismo, las fábricas metamórficas tienen en común que en todos los casos se trata de tipologías de cerámicas para ir directamente al fuego. Las fábricas MDL-2 y MDL-3 tienen en común que se trata de ollas gris o negras de post-cocción reductora de los siglos V-VI. Por el contrario, MDL-4 consta de una olla oxidante del siglo VI (MDL21) y una cazuela reductora de los siglos VI-VII (MDL30).

6.2.3. *Iluro*

6.2.3.1. Petrografía y mineralogía

Para completar la visión general del Maresme, se ha incluido el análisis de las cerámicas de cocina de Mataró. Se trata de contextos urbanos de la antigua ciudad de *Iluro*, ya publicados en 2004 por Buxeda y Cau (Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 2004), donde se incluyeron cerámicas de cocina, cerámica común y ánforas.

A pesar de que el muestreo para cerámicas de cocina incluye 42 individuos de los que se realizaron análisis químicos por fluorescencia de Rayos X (datos en la Tabla 45 del anexo), únicamente contamos con ocho láminas delgadas para la caracterización petrográfica, seleccionadas a partir de los resultados químicos para obtener una visión representativa de los resultados.

- *Fábrica ILU-1 volcánica*

Esta fábrica está formada únicamente por el individuo PAL18 (Lám. 47, 1C). La principal característica es composición volcánica, pudiéndose observar fragmentos de cristales y de rocas volcánicas con matriz vítrea e inclusiones de cuarzo, hornblenda y fenocristales de plagioclasa y biotita. Junto con estas inclusiones, se observan fragmentos de roca volcánica, cuarzo, biotita, plagioclasa y fragmentos de roca sedimentaria, especialmente de *mudstone* y *sandstone* con predominancia del cuarzo. Como minerales accesorios se observa de forma escasa circón, inclusiones opacas, calcita y algunas micritas que podrían ser secundarias post-deposicionales, así como calcita secundaria mayormente ocupando las cavidades.

Destaca la presencia de rocas y fragmentos de vidrio volcánico con texturas perlíticas y signos de vitrificación.

La matriz es no calcárea de coloración heterogénea en diferentes tonalidades de marrones y grises, más claros en los bordes, por lo que se deduce una cocción reductora con post cocción oxidante. Se percibe una actividad óptica muy ligera, con cambios leves de tonalidad en la matriz en XPL.

Las inclusiones son bimodales y están moderadamente distribuidas con la fracción gruesa predominante, hasta 1.9 mm en los fragmentos de roca de mayor tamaño, de forma tanto elongada como ecuante, subredondeada. La fracción fina es menos abundante, con inclusiones ecuantes redondeadas de <0.05 mm, mayormente cuarzo o inclusiones ferruginosas o elongadas >0.5 mm de biotita.

Consta de porosidad media, donde abundan los canales finos de <0.05 mm y alargados que pueden llegar a 1mm.

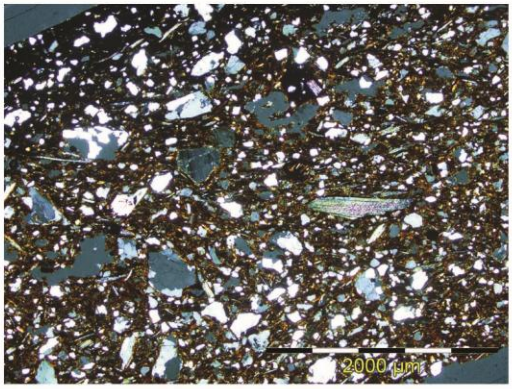
- *Fábrica ILU-2 moscovítica*

Esta fábrica está integrada por dos individuos, PAL16 y PAL17, cuya característica definitoria es la abundante presencia de moscovita (Lám. 47, 1A-1B).

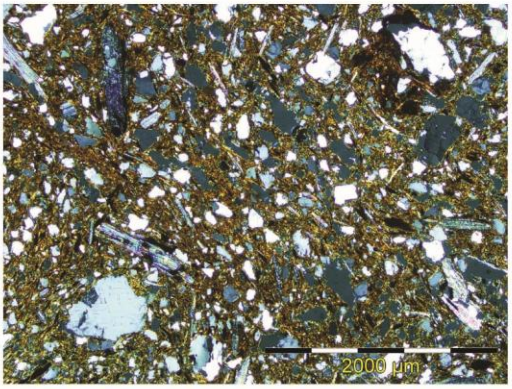
La moscovita se presenta de forma muy abundante en fracción gruesa hasta 1.2 mm. Junto con este mineral, se observa cuarzo, tanto monocristalino como policristalino y algunas plagioclasas, feldespato alcalino, biotita y anfíboles. De forma accesoria, se observan algunos pequeños fragmentos de turmalina, estaurolita y granate.

La matriz es no calcárea, bimodal, de coloración marronácea y ópticamente activa. Predomina la fracción gruesa, que puede alcanzar tamaños de 1.4 mm, con inclusiones elongadas subangulares y angulares y ecuantes entre subangulares y subredondeadas, pobremente distribuidas y con una moda de 0.15 mm. La fracción fina <0.05 mm es relativamente abundante, formada por inclusiones elongadas angulares de moscovita y biotita y cuarzos ecuantes subangulares.

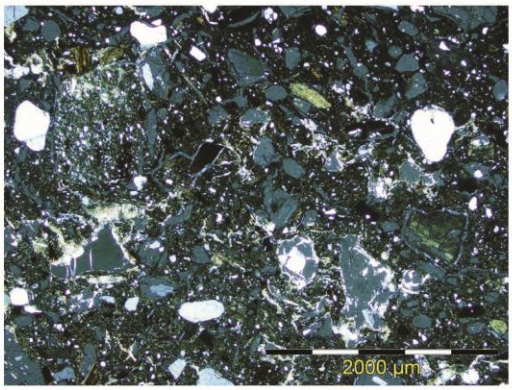
La porosidad es media, con pocos *voughs* de >0.5 mm. Solamente se percibe una macrocavidad elongada subangular en PAL17 que supera los 2 mm.



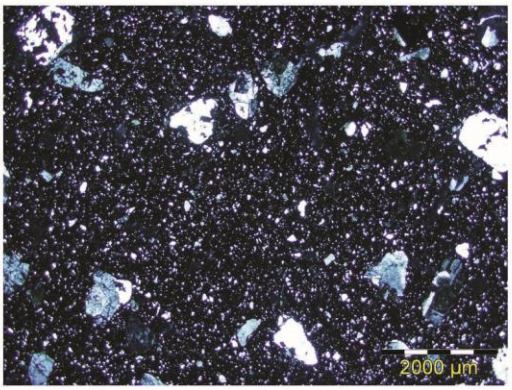
1A- PAL16 (40x, XPL)



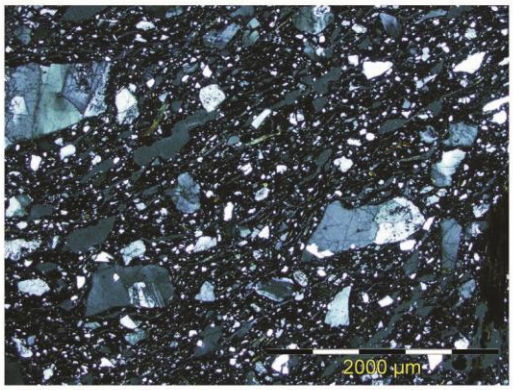
1B- PAL17 (40x, XPL)



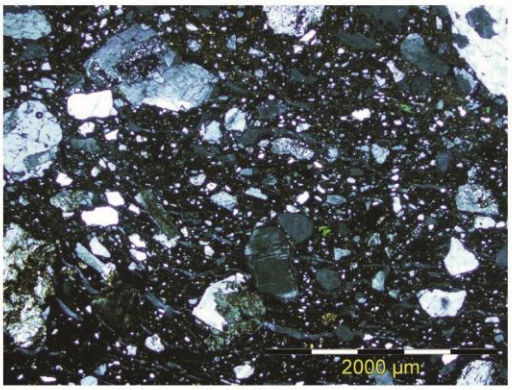
1C- PAL18 (40x, XPL)



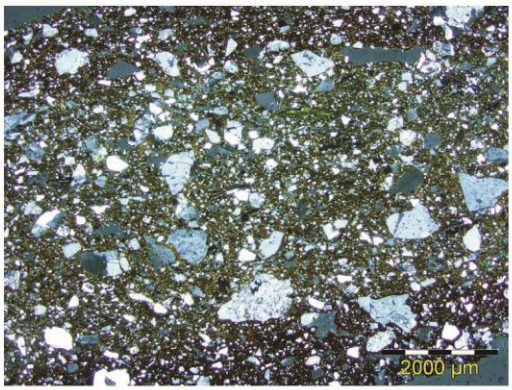
1D- PAL26 (20x, XPL)



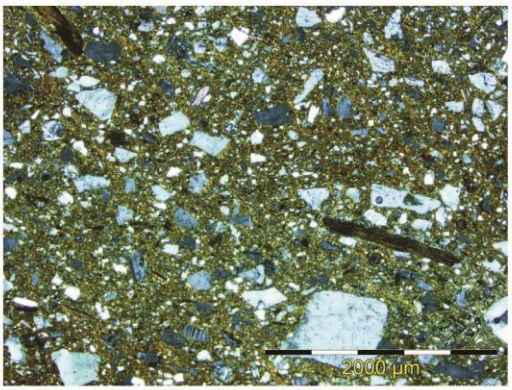
1E- PAL19 (40x, XPL)



1F- PAL49 (40x, XPL)



1G- PAL21 (20x, XPL)



1H- PAL50 (40x, XPL)

Lám. 47. Micro fotografías de Iluro: 1A-1B, ILU-2; 1C, ILU-1; 1D, ILU-3.3; 1E-1F, ILU-3.1; 1G-1H, ILU-3.2

- *Fábrica ILU-3 granodiorítica*

ILU-3 es un grupo heterogéneo que formado por diversos sub-grupos, todos ellos caracterizados por la composición granítica y granodiorítica, en la que se observan inclusiones abundantes de plagioclasa y biotita y anfíboles, como minerales accesorios.

Fábrica ILU-3.1: Este sub-grupo está formado por los individuos PAL19 y PAL49 (Lám. 47, 1E-1F). Se caracterizan por su composición granítica, por la que se observan cuarzo, plagioclasa maclada, que puede aparecer alterada a sericita, feldespato potásico, biotita y fragmentos de roca granítica, formados por cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa que en ocasiones pueden aparecer como intercrecimientos entre sí. Como minerales accesorios se observan circón, anfíboles y epidota.

Las matrices son no calcáreas, ópticamente ligeramente activas, bimodales y heterogéneas, con coloración entre gris y negra para PAL19 y negro en el centro y marrón en los laterales en PAL49. Predomina la fracción gruesa, pobremente distribuida, que puede alcanzar los 1.8 mm, en fragmentos de roca granítica. Son inclusiones principalmente ecuantes subangulares y subredondeadas, junto con la biotita elongada, que en PAL19 supera el 1.5 mm y moda de 0.3 mm. La fracción fina <0.05 mm es menos abundante, con inclusiones ecuantes y elongadas subredondeadas, principalmente formadas por cuarzo, biotita, plagioclasa y los minerales accesorios.

La porosidad de este sub-grupo es elevada, con abundancia de meso *voughs* y *vesicles* elongados y mesocanales con cierta orientación en PAL49.

Fábrica ILU-3.2: Esta fábrica está integrada por PAL21 y PAL50 (Lám. 47, 1G-1H), cuya composición se basa en cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, biotita, fragmentos de roca granítica y como accesorio se observan anfíboles, más numerosos en PAL21, circón y algunas inclusiones graníticas con texturas mirmequíticas y micropertítitcas.

La matriz es no calcárea, bimodal, ópticamente activa y de color marrón. Predomina la fracción gruesa moderadamente distribuida, con inclusiones ecuantes entre subredondeadas y subangulares y algunas elongadas angulares. Su tamaño es ligeramente más fino que el resto de sub-fábricas del grupo, no superiores a los 1.2 mm en los fragmentos de roca. La fracción fina <0.05 mm es abundante, con inclusiones

angulares tanto ecuantes como elongadas, de cuarzo, feldespatos, biotita y los minerales accesorios.

La porosidad es entre media y baja con meso *voughs* y meso *vesicles* de hasta 0.7 mm. Destaca un macro void en PAL21 elongado de 1.7 mm.

Fábrica ILU-3.3: Está formada únicamente por el individuo PAL26 (Lám. 47, 1D), que presenta importantes diferencias con el resto de individuos granodioríticos, caracterizada por la abundancia de fracción fina sobre la fracción gruesa.

Se observan inclusiones de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y fragmentos de roca granítica y de forma accesoria algunos *mudstone*. Estas inclusiones se encuentran en la fracción gruesa, alcanzando los 0.8 mm en fragmentos de roca granítica como en la fracción fina <0.1 mm.

La matriz es no calcárea, ópticamente inactiva, bimodal y gris negra por la cocción y post-cocción reductoras. La fracción gruesa es escasa, formado por inclusiones ecuantes redondeadas, con un *sorting* pobre. Por otra parte, la fracción fina es predominante, bien distribuida, con inclusiones ecuantes entre subangulares y subredondeadas.

La porosidad es elevada, con abundancia de *voughs* y *vesicles* de hasta 0.8 mm sin orientación y por canales que puede superar 1 mm de longitud.

6.2.3.2. Análisis químicos

A pesar de que solamente contamos con ocho muestras de lámina delgada para el análisis petrográfico, el conjunto completo integrado por 42 individuos se ha podido explorar químicamente por FRX, obteniendo los resultados para 25 elementos: Fe_2O_3, MnO, TiO_2, CaO, K_2O, P_2O_5, SiO_2, Al_2O_3, MgO, Na_2O, Ba, Ce, Cr, Cu, Ga, Nb, Ni, Pb, Rb, Sr, Th, V, Y, Zn, Zr. Los elementos susceptibles a contaminaciones e imprecisiones se han eliminado, P_2O_5 y Pb, obteniéndose un conjunto de 23 elementos con los que se ha realizado la exploración estadística (Tabla 45).

En primer lugar, se ha llevado a cabo la matriz de variación composicional, obteniendo como resultado una vt=0.92 (Tabla 47), señalando un grupo poligénico donde la mayor variabilidad la aportan Cu ($\tau_{.Cu}$=6.73), Ni ($\tau_{.Ni}$=4.26), MnO ($\tau_{.MnO}$=3.35), CaO ($\tau_{.CaO}$=2.90) y Cr ($\tau_{.Cr}$=2.33) y los elementos más estables son TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=0.98) y Ga, Fe_2O_3 y Al_2O_3, todos con un valor de 0.99.

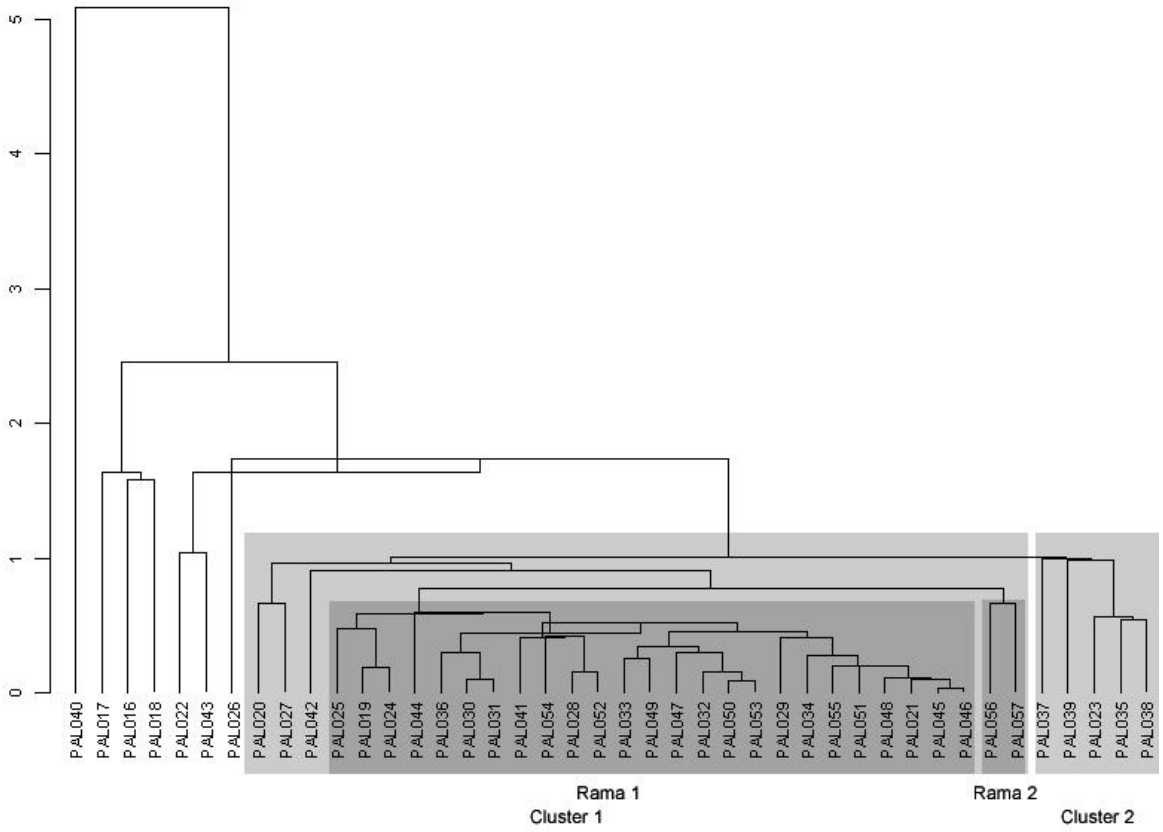


Fig. 81. Dendrograma de Iluro con distancia euclídea cuadrada y método del centroide

Al excluir CaO del conjunto, con la subcomposición de 22 elementos se obtiene una vt=0.83 (Tabla 48). Aunque la vt es menor que con la anterior exploración, aún se puede seguir considerando como un grupo poligénico. La mayor variación la proporciona Cu ($\tau_{.Cu}$=6.39), Ni ($\tau_{.Ni}$=3.93), MnO ($\tau_{.MnO}$=3.17) y Cr ($\tau_{.Cr}$=2.15) y los elementos más estables son TiO_2, Ga y Al_2O_3, todos con un valor de 0.89.

Utilizando la subcomposición de 23 elementos, se ha realizado un cluster jerárquico con los datos transformados en logaritmos de razón con TiO_2 como divisor, siguiendo el método del centroide y la distancia euclídea al cuadrado (Fig. 80). El gráfico resultante muestra un gran cluster central con siete individuos a su izquierda que serían loners o fábricas con escasa representación y un cluster más pequeño a la derecha del central, integrado por cinco muestras, de PAL37 a PAL38.

Siguiendo la lectura ordenada del dendrograma, las siete muestras iniciales contienen la mayor variación dentro del conjunto total. PAL40 presenta valores altos de Cu (=163 ppm); PAL17 contiene elevados valores de Rb (=145 ppm), (Ni=41 ppm) y (Cr=142 ppm) y bajo contenido de Na_2O (=0.85%) y (Zn=54 ppm); PAL16 presenta porcentajes bajos en MnO (=0.02%), MgO (=0.94%) y Na_2O (=0.87%); PAL18 tiene altos niveles de Rb (=157 ppm) y Nb (=21 ppm); PAL22 tiene un algo porcentaje en

SiO_2 (=67.09%) y bajos contenidos de Fe_2O_3 (=4.2%), Al_2O_3 (=14.93%), MgO (=0.98%), Zn (=61 ppm) y Cu (=7 ppm); PAL43 contiene altos porcentajes de Na_2O (=2.05%) y K_2O (=3.58%) y bajos niveles de Fe_2O_3 (=4.90%), V (=84 ppm) y Cu (=8 ppm); PAL26 tiene alto contenido en MgO (=1.71%), CaO (=3.43%), Rb (=127 ppm), Th (=41 ppm) y Ce (=181 ppm).

El cluster principal (Cluster 1) está integrado por 30 individuos, de los que tres, PAL20, PAL27 y PAL42 se separan ligeramente del grueso del cluster pudiéndose considerar como outliers, de los que PAL20 y PAL27 formarían un pequeño sub-grupo químico. Los 27 individuos restantes se agrupan en dos ramas dentro del cluster. La Rama 1, integrada por 25 individuos, de PAL25 a PAL46 se caracteriza por contenidos ligeramente altos en Fe_2O_3 (m=5.96%), SiO_2 (m=63.16%) y Ba (m=722.7 ppm) y levemente más bajos en CaO (m=2.25%), Na_2O (m=1.30%), Ce (m=71.6 ppm) y Cu (m=19.8 ppm).

Por otra parte, PAL56 y PAL57 forman la Rama 2, con contenido más alto en CaO, con ambas muestras *border calcareous* (m=4.52%), MgO (m=1.59%), Zr (m=26.4 ppm) y bajo en MnO (m=0.11%), SiO_2 (m=61.38%), Ba (m=631 ppm) y Cu (m=15 ppm).

Finalmente, en la parte derecha del dendrograma aparece un pequeño cluster (Cluster 2) integrado por dos outliers PAL37 y PAL39, ambos *border calcareous* y tres individuos, PAL23, PAL35 y PAL38, que destacan por el bajo contenido en Ni (m=5 ppm) y ligeramente alto en MgO (m=1.67%).

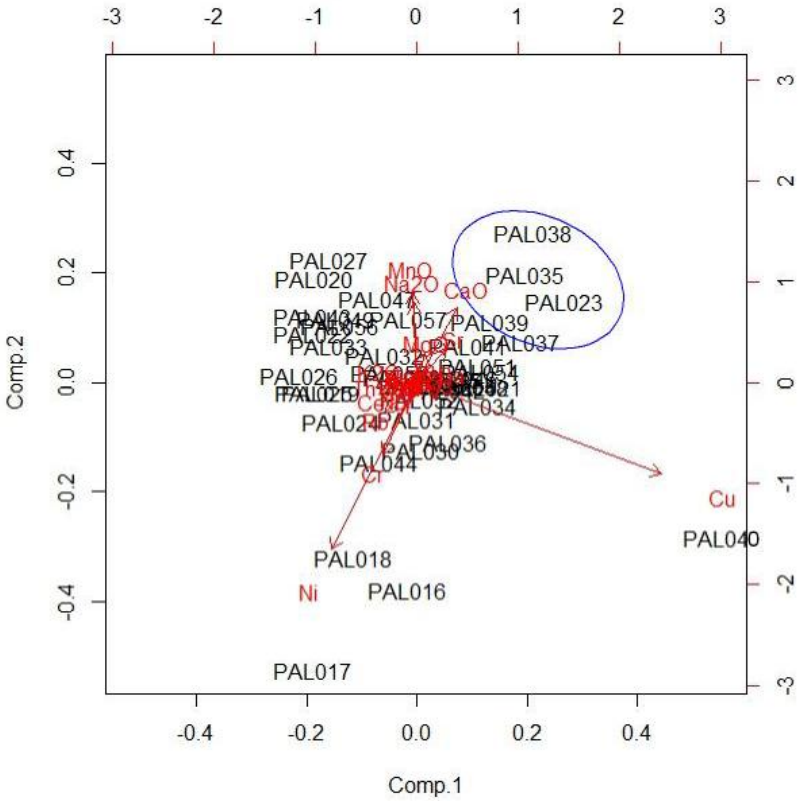


Fig. 82. PCA de Iluro

Con estos mismos datos logarítmicos se ha llevado a cabo un análisis de componentes principales (PCA) utilizando los componentes principales 1 y 2 que entre ambos acumulan el 54.89% de la variación. El componente 1 (Comp 1) supone el 29.54% y está principalmente formado por Cu, Sr, CaO, Ba y V, con una sd=0.531. El componente 2 (Com 2) implica el 25.35%, integrado sobre todo por MnO, Na_2O, MgO, CaO y Sr, con una sd=0.492 (Fig. 81).

El gráfico resultante muestra una tendencia a la concentración de los elementos y las muestras. En cuanto a los elementos, se aprecia el distanciamiento de Ni, que se sitúa en el eje en Com 1= -0.2 y Comp 2= -0.4, y de Cu, que se sitúa en Comp 1= >0.4 y Comp 2= -1. Por otra parte, se ven apartados de la concentración central cuatro las muestras que en el dendrograma aparecen individualizadas e identificadas como outliers. Por una parte, PAL40, en Com 2 entre -2 y -1 y Comp 1=>0.4 y las muestras PAL18, PAL16 y PAL17, que aparecen seguidas en el dendrograma aunque no configuren un grupo químico homogéneo. Estos tres individuos se localizan en el PCA en Comp 1 entre 0.0 y -0.2 y Comp 2 > ó =-0.4. Así mismo, el Cluster 2 se encuentra próximo entre sí, con un leve despunte de los tres individuos que configuran el cluster más próximo, PAL38, PAL35 y PAL23, situados en Comp 1=0.1 y Comp 2 alrededor de 0.2.

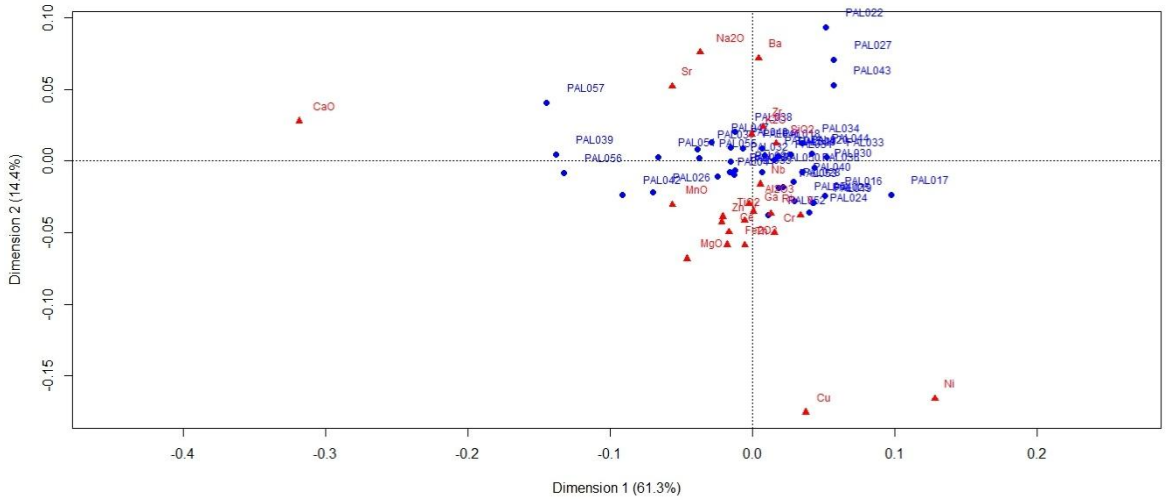


Fig. 83. Análisis de correspondencias de Iluro

Por otra parte, el análisis de correspondencias (Fig. 82) se ha realizado con los *eigenvalues* 1 (=61.36%) y 2 (=14.43%), que en total acumulan el 75.79% de la variación. En este caso se observa cómo Cu y Ni se separan del conjunto, situándose en dimensión 1 entre 0.0 y 0.2, pero también se desvincula CaO, en dimensión 1 >-0.3 y dimensión 2 entre 0.00 y 0.05. Respecto a las muestras, al igual que en el PCA se

observa una tendencia a la agrupación central con algunos individuos que se separan. Por una parte PAL22, PAL27 y PAL43 se encuentran en dimensión 2 entre 0.05 y 0.1 y dimensión 1 entre 0.0 y 0.1, coincidiendo con loners y outliers del Cluster 1. En el lado opuesto están PAL57 y PAL56, identificados con la Rama 2 y PAL39, individuo del Cluster 2, situados en dimensión 1=-0.1 y dimensión 2 entre 0.0 y 0.05.

Finalmente, el remuestreo de *bootstrap* (Fig. 83), realizado con el método del centroide, distancia euclídea y con un nivel de confianza de α=95, coincide con el dendrograma inicial estableciendo como outliers PAL40, PAL16 y PAL26 por la izquierda y PAL22, PAL43, PAL17 y PAL18 por la derecha. Por otra parte, el resto del conjunto n=35 presentan p-valor aproximadamente insesgado au=0.97, por tanto >α.

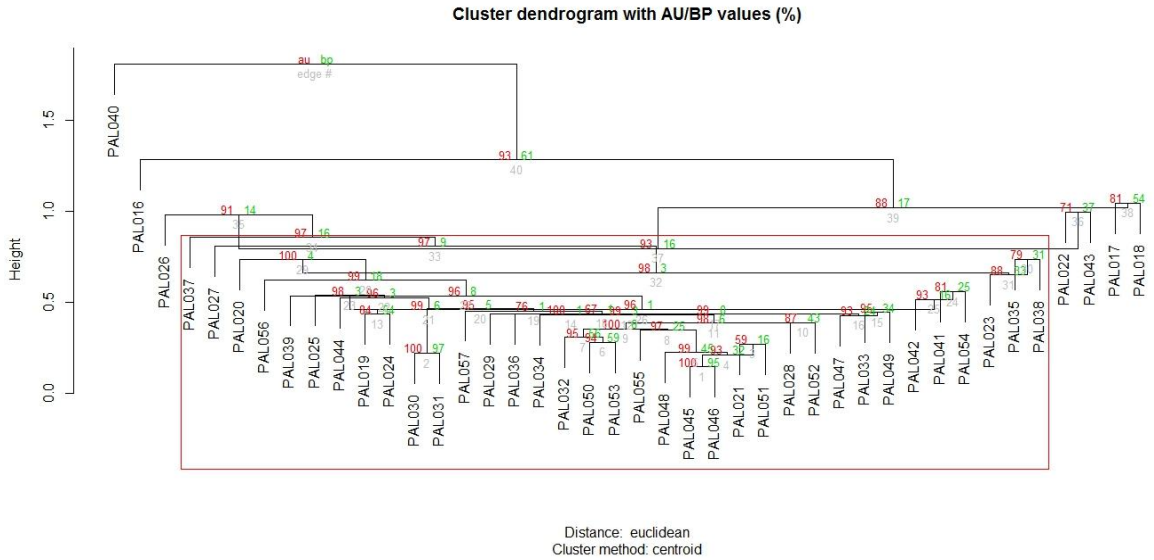


Fig. 84. Dendrograma de remuestreo de bootstrap para Iluro con distancia euclídea y método del centroide

Por otra parte, se ha llevado a cabo la exploración de los resultados químicos solamente con los individuos de los que contamos con lámina delgada petrográfica, un conjunto de n=8, lo que supone el 19% de los individuos que integran el conjunto muestreado para este yacimiento.

Utilizando los mismos 23 elementos, Fe_2O_3, MnO, TiO_2, CaO, K_2O, SiO_2, Al_2O_3, MgO, Na_2O, Ba, Ce, Cr, Cu, Ga, Nb, Ni, Rb, Sr, Th, V, Y, Zn, Zr, ha resultado una matriz de variación composicional con vt=1.23 donde la mayor variabilidad la aportan MnO ($\tau_{.MnO}$=7.70), Ni ($\tau_{.Ni}$=6.00), Cu ($\tau_{.Cu}$=3.90), Cr ($\tau_{.Cr}$=3.57) y CaO ($\tau_{.CaO}$=3.52), mientras que los elementos más estables son TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=1.26), Ga ($\tau_{.Ga}$=1.27) y Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=1.29). Por otra parte, si se excluye CaO de la subcomposición la vt se reduce ligeramente hasta 1.12, con los mismos elementos como

más variables, MnO ($\tau_{.MnO}$=7.41), Ni ($\tau_{.Ni}$=5.50), Cu ($\tau_{.Cu}$=3.63) y Cr ($\tau_{.Cr}$=3.26) y también los más estables, TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=1.15), Ga ($\tau_{.Ga}$=1.16) y Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=1.17).

Con estos resultados, se ve que la variación entre esta parte del muestreo es mucho mayor que la vt del conjunto completo, al tratarse de muestras que intentan representar la diversidad de posibles fábricas dentro del conjunto total y, por tanto, sus similitudes entre sí son menores y quedan más evidentes que dentro de un conjunto completo con n superior.

Debido al reducido volumen del muestreo, se ha llevado a cabo únicamente un dendrograma jerárquico con los datos transformados en logaritmos de razón con TiO_2 como divisor, siguiendo el método del centroide y la distancia euclídea al cuadrado (Fig. 84). En este dendrograma se pude ver un único cluster de cuatro individuos, divididos en dos ramas, una formada por PAL19 y PAL49 y otra integrada por PAL21 y PAL50, con PAL26 como outlier de este cluster. Las otras tres muestras, PAL17, PAL16 y PAL18 se comportan de forma individualizada y, por tanto, como loners químicos.

El conjunto PAL21 y PAL50 se caracteriza por valores altos de Ba (m=830 ppm) y Sr (m= 177 ppm). PAL19 y PAL49 tienen como rasgo principal elevados valores de K_2O (m=3.03%) y Na_2O (m=1.51%). PAL26 tiene valores ligeramente altos en todos los elementos mayores, exceptuando SiO_2, que es más bajo (=62.58%). Por otra parte las tres muestras restantes tienen bajo porcentaje de MnO (m=0.03%). PAL16 presenta además bajos niveles de Al_2O_3 (=16.83%) y MgO (=0.94%); PAL17 contiene altos niveles de SiO_2 (=64.76%) y Ni (=41 ppm) y PAL18 se caracteriza por alto contenido en Rb (=157 ppm) y bajo en Y (=26 ppm).

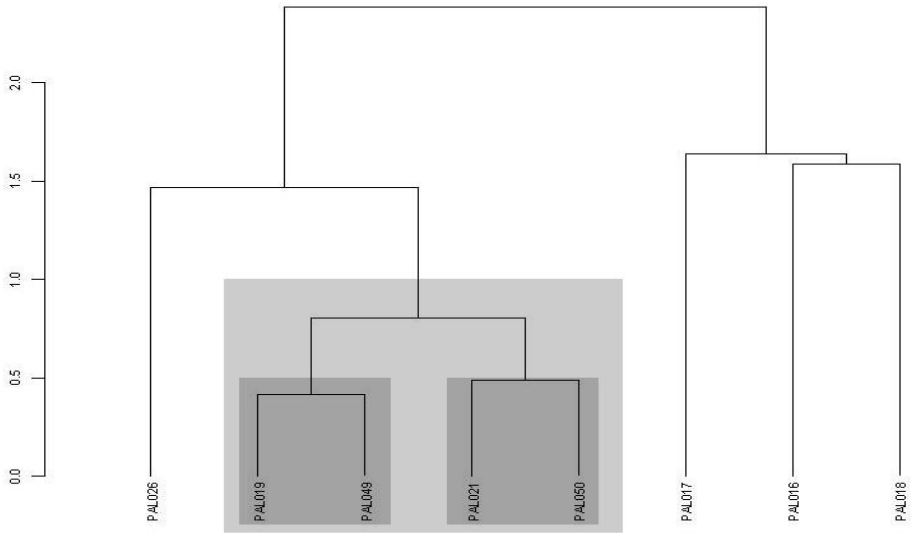


Fig. 85. Dendrograma de los individuos con estudio petrográfico de Iluro

6.2.3.3. Integración de los resultados

En primer lugar, se puede percibir una relación entre los resultados químicos y la descripción petrográfica. El cluster del dendrograma con los individuos con estudio petrográfico (Fig. 84), queda integrado dentro del cluster 1 y rama 1 del primer dendrograma con todos los individuos (Fig. 80). Así mismo, se separan los individuos PAL16, PAL17 y PAL18, quedando en ambos casos fuera del cluster principal. Por otra parte, PAL26 se sitúa próximo al cluster principal pero quedando fuera de éste a modo de outlier.

Al integrar estos datos con la observación petrográfica se identifica el cluster 1 con el grupo granodiorítico. La falta de individuos en lámina delgada no permite establecer con certeza si este grupo se relaciona con el cluster 1 en su totalidad o si solamente correspondería a la rama 1, donde se integran los cuatro individuos granodioríticos. Por otra parte, el outlier PAL26 se sitúa inmediatamente después del cluster 1, lo que podría indicar que esta fábrica corresponde efectivamente a la totalidad del cluster.

Por otra parte, las similitudes químicas entre el cluster 1 y el cluster 2 podrían apuntar a que también podrían formar parte de la fábrica granodiorítica en forma de sub-grupo, con la característica de Ni bajo. Para tal afirmación se requeriría la observación petrográfica de sus individuos.

Los individuos PAL16, PAL17 y PAL18 se sitúan fuera de los clusters químicos y petrográficamente corresponden a fábricas no granodioríticas. A pesar de que no forman un cluster, aparecen correlativos en el dendrograma, donde se aprecia una mayor proximidad entre PAL16 y PAL18 y mayor separación de PAL17. Esto no coincide con los resultados petrográficos donde PAL16 y PAL17 forman la fábrica moscovítica y se separa PAL18 formando por sí sola una fábrica distinta caracterizada por su naturaleza volcánica. Por el contrario, los datos químicos establecen relación entre PAL16 y PAL17 al tener ambas bajo contenido en Na_2O (<0.89%) y alto contenido en Ni (>131 ppm), rasgos que distanciarían esta fábrica moscovítica de la volcánica.

Estos resultados situarían la fábrica 3 granodiorítica como local al estar el yacimiento situado sobre un batolito granítico que coincide con las características químicas y petrográficas de los individuos. El curso fluvial que desemboca en Mataró podría haber arrastrado aportaciones sedimentarias de los depósitos geológicos más

próximos. Esta fábrica tendría presencia en los siglos VI-VII y se encuentra en todo tipo de formas de utensilios de cocina como ollas, cazuelas o tapaderas.

Las fábricas 1 y 2 corresponden a cazuelas altas de tipo Fulford 8 para la Fábrica 1 y Fulford 20 para la Fábrica 2. Ambas se han podido identificar con paralelos en otras ubicaciones (Buxeda Garrigós y Cau Ontiveros, 2004; Cau Ontiveros, 2003), lo que demuestra que se trata de piezas importadas. La Fábrica 1 se ha identificado con la fábrica Cau 3.1 o Fulford 1.2, con presencia en la costa mediterránea de la península ibérica, Baleares, Cerdeña y norte de África. La Fábrica 2 se ha asimilado a Cau 2.5 o a Fulford 1.7, tiene paralelos en las Baleares, norte de África, Sicilia y la costa catalana.

6.3. Análisis de arcillas por briquetas

Este análisis se ha llevado a cabo con muestras de seis arcillas recogidas en distintos puntos de las proximidades de Castellar del Vallès y de Sabadell (ver punto 5.2.3). Todas ellas se han analizado químicamente en crudo mientras que el análisis petrográfico y mineralógico se llevó a cabo sobre cuatro arcillas cocidas a 850º (A) y 950º (B) que no se fragmentaron, descartando las dos muestras que no mantuvieron su consistencia física.

6.3.1. Petrografía y mineralogía

- Arcilla 1 (Lám. 48, 1A-1B): La fracción gruesa está formada por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, que puede aparecer alterada a sericita, biotita y fragmentos de roca granítica. Se aprecian en ellos algunos microgranitos, con texturas mirmequíticas, micropertíticas e intercrecimientos de feldespatos en cristales de cuarzo. Algunos feldespatos aparecen alterados con manchas anaranjadas por una posible oxidación y se identifican también inclusiones ferruginosas.

Estos mismos minerales y rocas forman parte de la fracción fina, a los que se añade de forma accesoria la moscovita que en fracción gruesa aparece solamente como intercrecimiento en dos fragmento de roca granítica. Como mineral accesorio se identifica epidota y algunas hornblendas en 1B.

Abundan las inclusiones sedimentarias de matriz silícea grisácea, de tipo *mudstone* o bien *sandstone* con inclusiones de cuarzo y feldespato potásico. Menos frecuenten son las *sandstone* de matriz marrón e inclusiones de cuarzo y feldespato.

La matriz es no calcárea, bimodal, de color marrón oscuro en 1A y casi negra en 1B y levemente activa con dificultad para detectar la extinción en 1B. Las inclusiones gruesas alcanzan los 1.4 mm y están principalmente integradas por fragmentos de roca granítica, *mudstone*, cuarzo y feldespato potásico, seguidas de biotita y plagioclasa alterada a sericita. Predominan las formas ecuantes subredondeadas con biotitas y cuarzos elongados subangulares, mientras que las inclusiones sedimentarias tienen tendencia amorfa redondeada. El *sorting* es pobre y la moda aproximada está en 0.2 mm.

La porosidad es escasa, con pocas cavidades elongadas redondeadas en 1A, mientras que en 1B predominan los *voughs* amorfos redondeados y las vesículas.

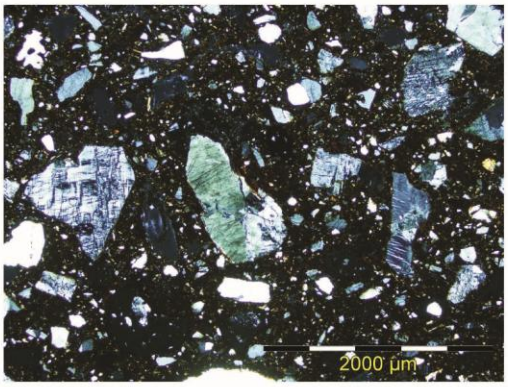
Los resultados de los difractogramas muestran en ambos casos presencia de espinela, del tipo hercinita, con presencia leve en 1A y picos más marcados en 1B. Se aprecia así mismo el inicio de la descomposición de los filosilicatos en la briqueta 1A y su total desaparición en 1B.

- Arcilla 3 (Lám. 48, 1C-1D): Esta arcilla podría clasificarse como granítica con aportación metamórfica. Las principales inclusiones son fragmentos de roca granítica, cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa alterada a sericita y biotita, que solamente forma parte de la fracción fina, así como las inclusiones ferruginosas. También se observan microgranitos y texturas mirmequíticas y micropertititcas.

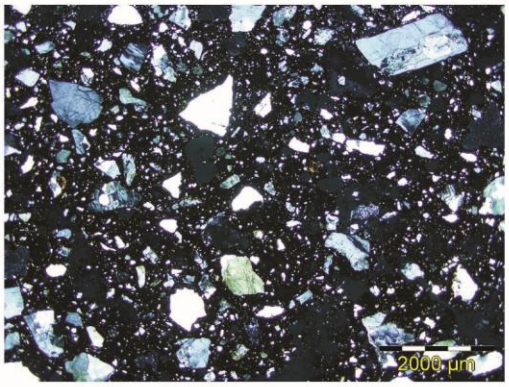
La aportación metamórfica está formada por fillitas e inclusiones metamórficas granoblásticas compuestas de cuarzo y mica. Se observan también algunos fragmentos de metamorfismo polimórfico compuesto por intercrecimientos de cuarcita, mica y feldespato potásico alterado.

Abundan también las inclusiones sedimentarias formadas por *mudstone* y *sandstone* de matriz gris silícea o marrón. Las *sandstone* son con inclusiones flotantes o tangentes de cuarzo, biotita y feldespato. Se identifican también fragmentos de chert en abundancia.

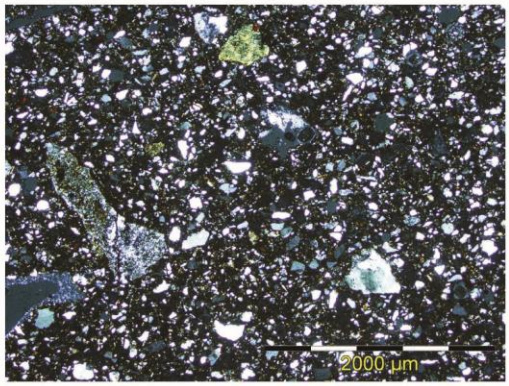
Como minerales accesorios se observan algunos anfíboles alterados con un pleocroísmo muy leve y epidota, que únicamente se encuentra formando parte de la fracción fina.



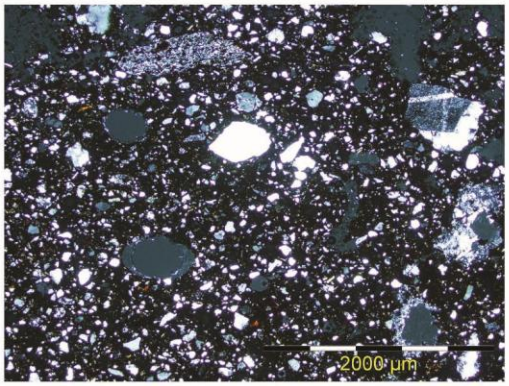
1A- BR 1A (40x, XPL)



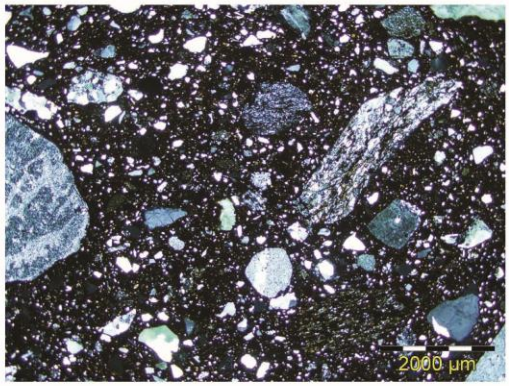
1B- BR 1B (20x, XPL)



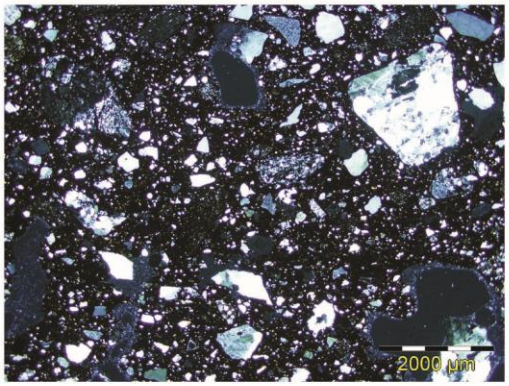
1C- BR 3A (40x, XPL)



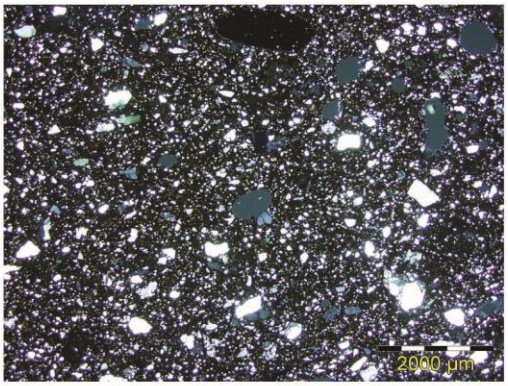
1D- BR 3B (40x, XPL)



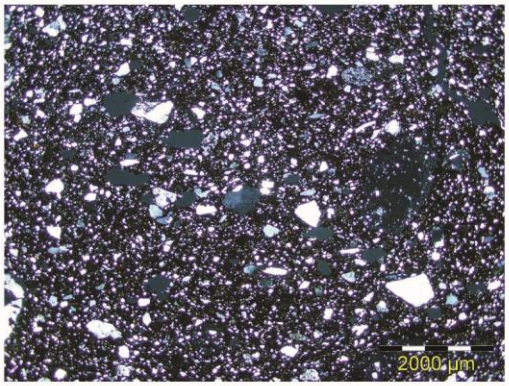
1E- BR 5A (20x, XPL)



1F- BR 5B (20x, XPL)



1G- BR 6A (20x, XPL)



1H- BR 6B (20x, XPL)

Lám. 48. Micro fotografías de las briquetas

La matriz es no calcárea, bimodal, de color marrón y ópticamente activa en 3A e inactiva en 3B. Predomina la fracción fina con un *sorting* bueno y moda de 0.1 mm. Estas inclusiones tienden a ser ecuantes subangulares, formados por cuarzo, feldespato potásica, plagioclasa alterada a sericita, epidota y chert. La fracción gruesa es escasa y no supera los 0.65 mm. Las formas de estas inclusiones son tanto ecuantes como elongadas de tipo subredondeado.

La porosidad es escasa, con meso y micro vesículas en 3A, macro *voughs* y canales en 3B a y meso *voughs* redondeados en ambos individuos.

El análisis de DRX muestra algunas diferencias entre las briquetas 3A y 3B; todavía se aprecia el pico de 10 Å de ilita-moscovita en 3A, mientras que en 3B ha prácticamente desaparecido. Por otra parte, se detecta en 3A un ligero pico de hercinita que se acentúa en 3B donde se observan además piroxenos.

- Arcilla 5 (Lám. 48, 1E-1F): La principal característica de esta arcilla es la gran aportación metamórfica que contiene en su fracción gruesa. Está formada por cuarzo, feldespato potásico y fragmentos de roca granítica.

Abundan las inclusiones gruesas metamórficas de distintos tipos. Se identifican fillitas, cuarcitas e inclusiones polimetamórficas. Abundan los fragmentos de roca con textura granoblástica, formadas por cuarzo, feldespato, mica y aportación ferruginosa.

Se observan también *sandstone* de matriz entre marrón y gris con inclusiones de cuarzo y feldespato potásico, así como algunos chert, pero la aportación sedimentaria es escasa.

Como inclusiones accesorias se observa biotita, epidota y aportaciones opacas ferruginosas.

La matriz es no calcárea, bimodal, marrón y ópticamente activa en 5A e inactiva en 5B. Predomina la fracción gruesa y muy gruesa en 5A que en fragmentos de roca granítica y metamórfica puede alcanzar los 1.5 mm, mientras que esta fracción en 5B es moderada. El *sorting* es entre moderado y pobre, con una moda de aproximadamente 0.4 mm en 5A y 0.3 mm en 5B. Las inclusiones son ecuantes entre subangulares y subredondeadas y elongadas subangulares en fillitas y cuarcitas.

La fracción fina es relativa con inclusiones principalmente de cuarzo, feldespato potásico y epidota subangulares.

La porosidad es escasa en 5A con algunas meso vesículas redondeadas mientras que en 5B es más frecuente con meso y macro vesículas y *voughs*.

El análisis mineralógico muestra la descomposición de los filosilicatos en 5A y su total desaparición en 5B. Se identifican picos de cuarzo, en ambas muestras y con solamente un pico muy bajo de feldespato potásico, situado en distancia angular 2θ= 28. En ambos casos, se detecta espinela del tipo hercinita en 2θ= 37 y en 5B aparece un ligero pico poco intenso de piroxeno. Destaca especialmente la ausencia de plagioclasa, así como los escasos picos de feldespato potásico.

- Arcilla 6 (Lám. 48, 1G-1H): Esta arcilla se caracteriza por su aportación metamórfica, aunque en menor cantidad y tamaño que la arcilla 5.

Las principales inclusiones son fragmentos de cuarzo, feldespato potásico, biotita e inclusiones ferruginosas, pero es destacable la ausencia de fragmentos de roca granítica en 6A, mientras que en 6B se identifican algunos fragmentos de roca granítica. Como mineral accesorio se identifica epidota, piroxeno y plagioclasa en ambos individuos y además, en 6B se detectan inclusiones opacas.

Abundan también las inclusiones sedimentarias de tipo *sandstone* de matriz silícea o marrón a inclusiones entre flotantes y puntuales de cuarzo, feldespato y biotita e incluso en una de ellas se identifica una cuarcita metamórfica. Aparecen también algunos *sandstone*s de cuarzo saturado. También se observan *mudstone*s silíceos y marrones ferruginosos y algunos chert. Con frecuencia estas inclusiones sedimentarias presentan una película amarillenta no uniforme que podría ser indicador de una posible alteración o a la mezcla de distintos sedimentos en la formación de la matriz de estos fragmentos de roca.

La aportación metamórfica se identifica en fillitas, cuarcitas, inclusiones de textura granoblástica formadas por cuarzo y biotita y algunos esquistos lepidoblásticos.

La matriz es no calcárea, bimodal, de color marrón, levemente activa en ambos individuos. La fracción gruesa es relativa <1 mm a excepción de los *sandstone*s y fragmentos graníticos, que presentan los mayores tamaños llegando a superar 1 mm. Predominan las formas ecuantes entre subangulares y subredodneadas, con algunas redondeadas y en menor presencia, las elongadas subangulares, así como algunas sedimentarias amorfas subredondeadas. La moda aproximada estaría en 0.15 mm.

La fracción fina es abundante, formada por inclusiones de cuarzo, feldespato potásico, biotita y los minerales accesorios, de formas tanto ecuantes como elongadas entre angulares y subangulares.

La porosidad es escasa en 6A y relativa en 6B, con meso y micro vesículas y algunos meso *voughs*.

Los resultados de los difractogramas muestran en ambos casos la descomposición de la illita-moscovita. En ambos casos de aprecia espinela, del tipo hercinita. Finalmente, en 6B se detecta un pico muy poco intenso de diopside que podría ser de fase secundaria.

6.3.2. Análisis químicos

Los resultados químicos se han explorado a partir de 23 elementos, nueve mayores: Fe_2O_3, MnO, TiO_2, CaO, K_2O, SiO_2, Al_2O_3, MgO, Na_2O y 14 trazas Ba, Ce, Cr, Cu, Ga, Nb, Ni, Rb, Sr, Th, V, Y, Zn, Zr, de forma que P_2O_5 y Pb se han eliminado del conjunto por su conocida contaminación (Tabla 46).

Con estos elementos composicionales se ha llevado a cabo una matriz de variación composicional cuya vt=3.40, evidenciando una composición poligénica. La contribución de esta variación recae en un solo elemento, CaO ($\tau_{.CaO}$=38.47), un valor extremadamente alto, lo que se evidencia más aún al observar la CVM en conjunto. El siguiente elemento con mayor aportación a la variación es Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=14.52). Por otra parte, el elemento más estable se identifica en Ce ($\tau_{.Ce}$=3.56).

Estos resultados llevan a eliminar el CaO de la subcomposición. Utilizando así los 22 elementos, se obtiene en la CVM una vt=1.81, por lo que continúa siento un grupo poligénico y de hecho, al eliminar CaO aumenta la variación que se reparte de forma más equitativa. Los elementos con mayor aporte a la variación son Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=11.80), Cu ($\tau_{.Cu}$=8.91), MgO ($\tau_{.MgO}$=7.19) y Ba ($\tau_{.Ba}$=6.19), mientras que los más estables son Ce ($\tau_{.Ce}$=1.87) y V ($\tau_{.V}$=1.96).

El dendrograma obtenido con esta subcomposición de 22 elementos (Fig. 85), utilizando la distancia euclídea al cuadrado y el método del centroide, muestra distancias importantes entre las seis muestras (Fig.). La muestra (o arcilla) 4 es la más separada y, por tanto, la que sería químicamente más diferente al resto, seguida de la muestra 5. Por otra parte, las muestras 2 y 3, aún sin formar un grupo homogéneo, se encuentran relacionadas entre sí. Lo mismo se observa con las muestras 1 y 6.

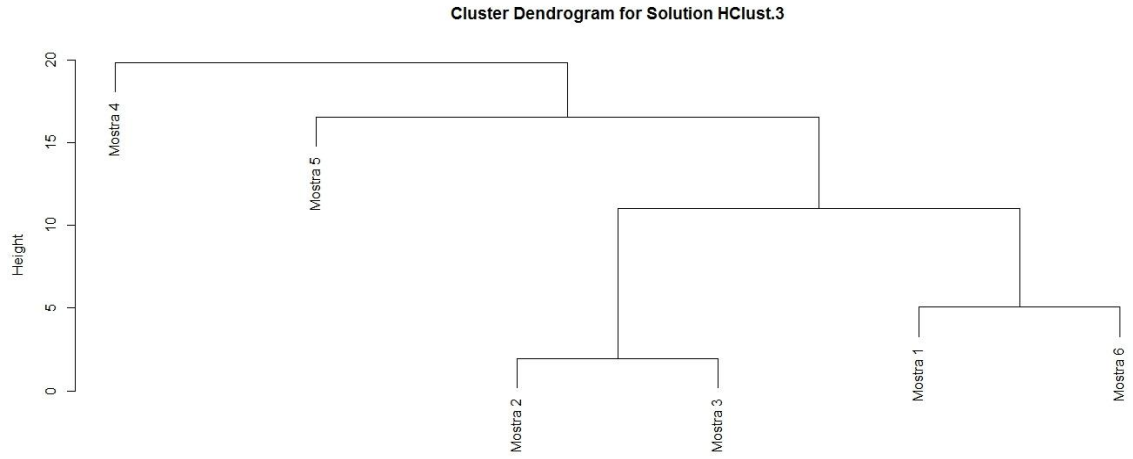


Fig. 86. Dendrograma de las arcillas muestreadas con distancia euclídea cuadrada y método del centroide

Al observar los datos, se detecta que las arcillas 2 y 4 acumulan el mayor número de elementos discordantes del conjunto, destacando que ambas contienen respectivamente los porcentajes más altos en CaO (11.723% y 16.520%) y más bajos en Fe_2O_3 (3.558% y 3.560%). Además, la arcilla 2 presenta alto contenido en MgO (=2.198%) y bajo en Al_2O_3 (=9.113%) y en Nb (8.30 ppm). La arcilla 4, además del CaO y del Fe_2O_3 presenta alto contenido en Ba (=1124.2ppm) y bajo en MnO (=0.030%), SiO_2 (=49.202%), Na_2O (=0.125%), Cr (=45.19 ppm), Cu (=4.66 ppm), Ni (=16.53 ppm) y Zn (=30.56 ppm).

Por otra parte, la arcilla 1 destaca por altos contenidos de K_2O (=3.098%), Al_2O_3 (=14.933%) y Na_2O (=1.385%). La arcilla 3 presenta altos porcentajes de CaO (=8.802%) y MgO (=2.22%); la arcilla 5 se caracteriza por elevados niveles de SiO_2 (=74.067%), mientras que la arcilla 6 también presenta CaO alto (=7.814%).

Debido a que el número de individuos es inferior al número de elementos, no se ha podido llevar a cabo un análisis de PCA. Por otra parte, se ha realizado un análisis de correspondencias con esta misma subcomposición sin CaO.

Este gráfico (Fig.86) se ha realizado con los *eigenvalues* (=50.9%) y 2(=28.9%), implicando así un total del 79.8% de la variación. A diferencia del dendrograma, en este gráfico las muestras 1-6 y 2-3 no parecen relacionarse entre sí pero en cambio se observa una proximidad entre las arcillas 5 y 6, ubicadas ambas en dimensión 1=0.0 y dimensión 2= entre 0.0 y 0.1. Cabe destacar que todas las muestras se encuentran entre dimensión 1= -0.2 y 0.2 y dimensión 2= >-0.1. Los elementos que se han identificado con mayor variación son los que se distancian más del conjunto, con

MgO en dimensión 1=0.4 y dimensión 2= -0.3, Cu en dimensión 1=0.2 y dimensión 2=0.0 y Na_2O, en dimensión 1=0.4 y dimensión 2= -0.3. El resto de elementos se sitúan dibujando una línea diagonal entre -0.2 y 0.0 en ambas dimensiones.

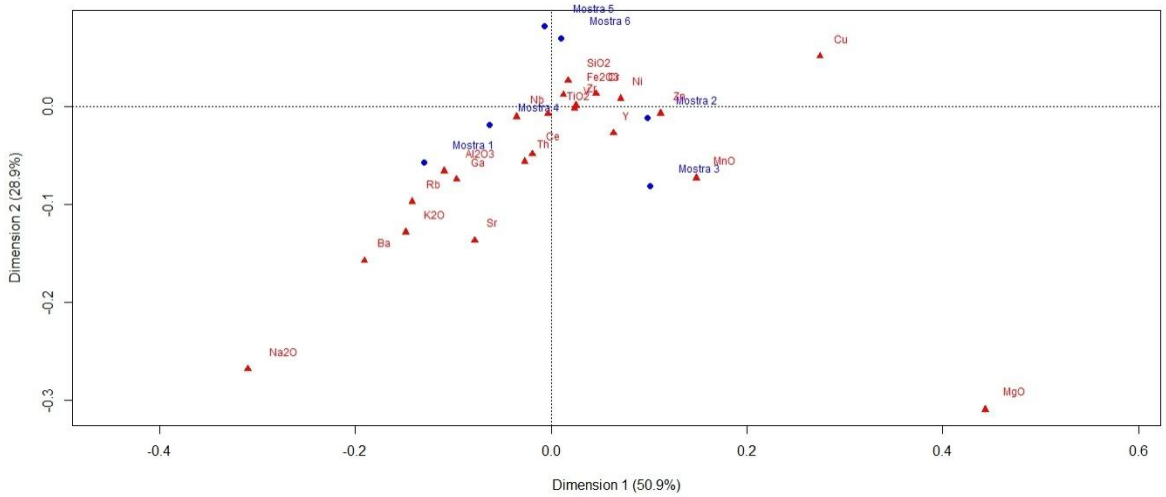


Fig. 87. Análisis de correspondencias de las arcillas muestreadas

6.3.3. Integración de los resultados

En primer lugar destaca la relación entre la composición química de las arcillas recogidas y los resultados de las briquetas cocidas. En este sentido, las arcillas 2 y 4 son las que presentan una mayor variación química respecto al conjunto total y coincide con las briquetas que no sobrevivieron al choque térmico de la cocción. Presentan además los mayores contenidos en CaO (>11%) y los más bajos en Fe_2O_3 (<3.6%). La arcilla 2 se fracturó en ambas cocciones, resultando la menos apropiada para la elaboración de cerámicas. Esta muestra tiene la particularidad añadida de un contenido anormalmente bajo en Al_2O_3 (=9.11%). Por otra parte, la arcilla 4 soportó el choque térmico a 950º (4A) pero la cocción a 850º supuso su fractura (4B) (Fig.52). Mientras que la fractura en 2B es un solo corte perpendicular, 2A y 4A se han desmenuzado y de forma mucho más acusada en 4A (Fig. 52).

Los resultados de los análisis químicos y la observación petrográfica se pueden interrelacionar. Así, la arcilla 1 se caracteriza por su composición principalmente granítica, lo que podría relacionarse con los altos contenidos de K_2O, Na_2O y Al_2O_3, relacionados con los feldespatos potásicos y plagioclasa. Estos tres componentes son más bajos en las demás briquetas, que petrográficamente son mucho más heterogéneas. Se percibe también en la arcilla 5 un alto contenido en SiO_2. Se observa un alto

contenido en cuarzo, así como presencia de chert y *sandstone*s silíceas. A ello se le añade el alto contenido de inclusiones metamórficas con presencia de cuarzo (e.g cuarcitas, inclusiones granoblásticas con alta aportación de cuarzo).

La principal particularidad viene dada por el calcio. Las arcillas 2, 3, 4 y 7 se identifican como calcáreas, con contenidos entre el 7.81% y el 16.52%, la arcilla 1 se sitúa en *border calcareous* con 3.64% y solamente la arcilla 5 se presenta como no calcárea. A pesar de estas concentraciones químicas, no se han detectado en la observación petrográfica matrices calcáreas ni inclusiones calcáreas. Por el contrario, se observa una alteración amarillenta de aspecto calcáreo en las inclusiones sedimentarias silíceas que podría ser la causa de las altas concentraciones de CaO.

Petrográficamente, se detecta una mayor presencia de fragmentos de roca que no de minerales. Mientras que abundan los fragmentos de granito, rocas metamórficas y sedimentarias, escasean las inclusiones de plagioclasa, excepto si está alterada a sericita y no se detectan anfíboles ni piroxenos, más que en pocas unidades accesorias sin apenas presencia.

Los resultados muestran una relación entre la geografía y la composición química de las arcillas (Fig.). En el gráfico de correspondencias se observa una proximidad entre las arcillas 1 y 4, recogidas alrededor de Castellar del Vallès y entre las arcillas 5 y 6, ambas recogidas en Sabadell, en los alrededores del yacimiento de Can Gambús. Por otra parte, las muestras 2 y 3 son las que se separan más del conjunto y corresponden a las proximidades de los cursos fluviales (muestra 2 tomada en Castellar del Vallès y muestra 3 tomada en Sabadell), por lo que el arrastre de materiales de otras zonas geológicas y geoquímicas puede relacionarse con este distanciamiento.

Esta relación geográfica se identifica también en la petrología de forma que la arcilla 1 granítica se sitúa en Castellar del Vallès, tomada de un depósito granítico. Las arcillas metamórficas (3, 5 y 6) corresponden a la zona de Sabadell e incluso las dos arcillas más metamórficas (5 y 6) son las que geográficamente se encuentran más próximas entre sí y a la vez, en los alrededores del yacimiento de Can Gambús. Estas arcillas recogidas en Sabadell se sitúan en una terraza fluvial y, por tanto, formada a partir del arrastre de sedimentos de otros depósitos.

CAPÍTULO 7: INTEGRACIÓN DE LOS RESULTADOS ARQUEOMÉTRICOS

La integración de los resultados químicos de las muestras cerámicas de todos los yacimientos y de los cuatro sedimentos cuyas briquetas no se desintegraron durante el proceso, dan como resultado un conjunto de n=270 individuos repartidos de la siguiente forma: Can Gambús n=34; Horts de Can Torras n=23; Plaça Major de Castellar del Vallès n=55; Ca l'Estrada n=30; Torre Llauder n=47; Can Modolell n=35; Iluro n=42; Arcillas n=4.

En las Tablas 49 y 50 se proporciona el resumen estadístico para este conjunto integrado con el valor mínimo, el máximo, la media, la mediana, el rango intercuartílico y los cuantiles para cada elemento.

Una sub-composición de 23 elementos(Fe_2O_3, Al_2O_3, MnO, TiO_2, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, SiO_2, Ba, Ce, Cr, Cu, Ga, Nb, Ni, Rb, Sr, Th, V, Y, Zn y Zr) se ha explorado con la matriz de variación composicional, resultando una vt=1.39 y, por tanto, indicando un conjunto poligénico. Los elementos con mayor variación son Cu ($\tau_{.Cu}$=6.154), CaO ($\tau_{.CaO}$=5.974), Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=5.259), Ni ($\tau_{.Ni}$=5.084) y Cr ($\tau_{.Cu}$=4.055). Por otra parte, los elementos más estables son Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=1.575), TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=1.588), Ga ($\tau_{.Ga}$=1.623) y Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=1.628). Al llevar a cabo la matriz de variación excluyendo CaO y, por tanto, con 22 elementos, se obtiene vt=1.19 (Tabla 52), donde los elementos con mayor contribución a la variación continúan siendo Cu ($\tau_{.Cu}$=5.765), Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=4.823), Ni ($\tau_{.Ni}$=4.679) y Cr ($\tau_{.Cu}$=3.734), mientras que los

elementos más estables son Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=1.349), Ga ($\tau_{.Ga}$=1.374), TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=1.376) y Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=1.378). Por último, se ha realizado una nueva CVM con 21 elementos excluyendo CaO y Cu, debido a que son los dos elementos con mayor variabilidad del conjunto (Tabla 53). En este caso, se obtiene una vt=0.96 y a pesar de que continúa siendo un grupo poligénico, su variabilidad se ha reducido a niveles <1. Con esta subcomposición, los elementos que aportan mayor variación son Ni ($\tau_{.Ni}$=4.445), Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=4.227), Cr ($\tau_{.Cu}$=3.554) y MnO ($\tau_{.MnO}$=2.910), mientras que los más estables son Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=1.121), Ga ($\tau_{.Ga}$=1.126), Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=1.135) y TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=1.146).

Siguiendo esta subcomposición, se han transformado los datos en logaritmos de razón aditivos (alr), utilizando como divisor el elemento más estable que en este caso es Al_2O_3. De esta forma, todos los componentes pasan a tener la misma consideración dentro del conjunto. Con estos datos transformados se ha llevado a cabo un dendrograma jerárquico con distancia euclídea al cuadrado y método del centroide (Fig. 87). Las medias y desviación estándar para el conjunto y cada uno de los clusters se pueden ver en la Tabla 51 del anexo.

Se distingue un gran cluster principal de n=211 (Fig. 87,azul) que va desde PAL22 a MDL35. Previamente se encuentran 54 individuos agrupados en cuatro clusters de menor tamaño o bien individuos aislados y que acumulan la mayor parte de la variación composicional.

Siguiendo el orden del dendrograma, en primer lugar aparecen ocho individuos aislados, encabezados por las tres muestras de arcilla 5, 3 y 6, que se caracterizan por sus bajos contenidos en Al_2O_3 (<12.63%), Zr (<69.4 ppm) y Ba (<530.5 ppm) y alto en Zn (>200 ppm). Además, la arcilla 5 presenta altos niveles de Si_2O_3 (=74.067%), mientras que las muestras 3 y 6 son altas en CaO (=8.80 y 7.81% cada una). Tras estas muestras se encuentran los individuos HCT02, bajo en Cr (=11.9 ppm), Ni (=3.9 ppm) y Th (=8.9 ppm); PMCV17, bajo en Fe2O3 (=3.95%), TiO2 (=0.47%), Cr (=16.1 ppm), Ni (=4.5 ppm) y V (=59.9 ppm); MDL10 alto en Ce (=302.3 ppm) y Th (=68.9 ppm); y PAL26 alto en Th (=41.0 ppm).

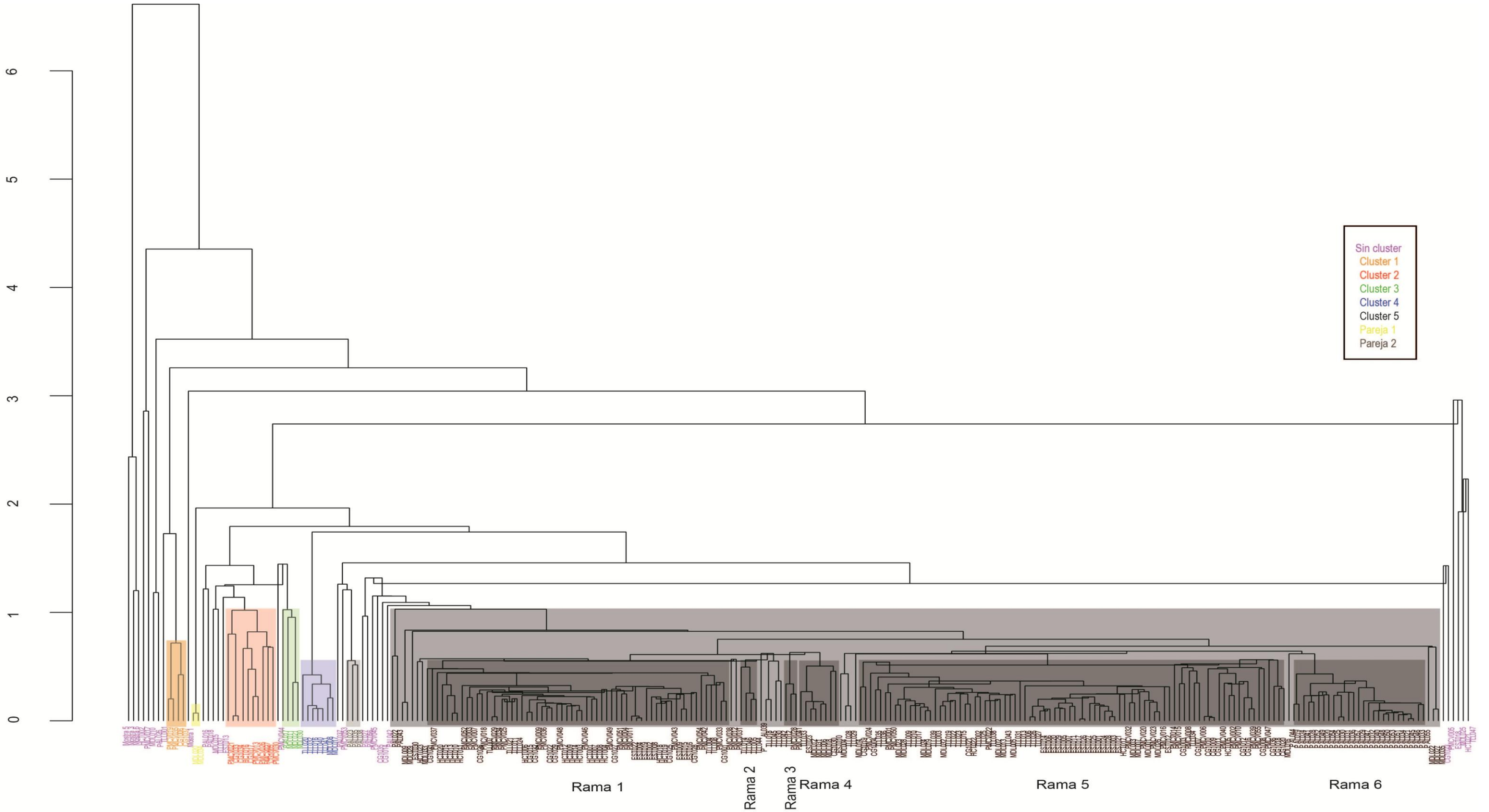


Fig. 88. Dendrograma de todo el muestreo con distancia euclídea al cuadrado y método del centroide

TLL01 es el siguiente individuo, como outlier del Cluster 1 pero sin formar parte de él. Tienen en común su naturaleza calcárea. TLL01 presentan los niveles más altos de todo el conjunto de CaO (=15.140%) y Sn (231.1 ppm) y bajo porcentaje de SiO_2 (49.050%). Siguiendo esta tendencia pero con valores menos extremos está el Cluster 1, formado por cuatro individuos, de PMCV19 a CG1037 (Fig, 87, negro). Esta primera agrupación contiene los valores más distintos a la tendencia general composicional. Así, presenta altos niveles de Fe_2O_3 (m=6.92%), CaO (m=8.196%), Fe_2O_3 (m=19.118%), MgO (m=3.358%), Ba (m=954.2 ppm), Sr (m=195.5 ppm), Zn (m=148.8), a la vez que bajos valores en Na_2O (m=0.645%) y los más bajos de todo el conjunto en SiO_2 (m=53.059%).

A continuación se encuentran ocho individuos aislados, dos de los cuales forman una pareja (Pareja 1), MDL20 y MDL34, ambos pertenecientes al grupo petrográfico MDL-3 (Fig. 87, amarillo). Esta pareja se caracteriza por alto contenido en CaO (m=4.259%) y Ba (m=1438.0 ppm) y bajo en Fe_2O_3 (m=4.552%) y Al_2O_3 (m=14.943%).

El Cluster 2 se encuentra en este punto del dendrograma, integrado por 10 individuos, de PMCV21 a PMCV30 (Fig. 87, rojo). Está formado por muestras metamórficas y loners con solamente un individuo granítico, PMCV30, que cierra el cluster. Sus particularidades composicionales son alto contenido en Fe_2O_3 (m=7.094%) y bajo en SiO_2 (m=60.806%) y Al_2O_3 (m=19.653%). Estos valores bajos pueden relacionarse con una menor frecuencia de inclusiones graníticas en los individuos de esta agrupación respecto a los demás clusters.

Tras PMCV44, individuo aislado, se encuentra el Cluster 3 con n=4 que va desde PAL17 a MDL30 (Fig. 87, verde). Esta agrupación se caracteriza por un contenido en CaO (m=3.282%) más alto que los demás conjuntos, a pesar de que no llega a ser calcáreo. Este valor viene dado por la presencia de un individuo calcáreo (MDL11=6.371%) y un *border calcareous* (MDL21=3.171%). El cluster también presenta bajo porcentaje en Al_2O_3 (m=15.370%) y Na_2O (m=0.678%). A pesar de que en una distancia euclídea de c.1.5 los clusters 2 y 3 se unen, sus diferencias composicionales son suficientes como para poder considerarlos por separado, ya que únicamente se observa en común el bajo contenido de Na_2O.

Inmediatamente a continuación se encuentra el Cluster 4, con n=7, de TLL20 a MDL17 (Fig. 87, cian). Se caracteriza por niveles ligeramente altos de Fe_2O_3

(m=7.388%) y CaO (m=4.558%), por lo que sería un grupo *border calcareous*. Así mismo se observan bajos contenidos en SiO_2 (m=59.989%) y Ba (=679.1 ppm).

Se encuentran en este punto 11 individuos aislados, tres de ellos formando una pequeña agrupación (Pareja 2) de PAL23, PAL35 y PAL38 (Fig. 87, gris). Se trata de un grupo muy pequeño con n=3 y que se sitúa justo al lado del cluster principal. Sus valores son muy estables, únicamente pudiéndose destacar como particularidad composicional el contenido ligeramente bajo de K_2O (m=2.333%).

A continuación se encuentra el cluster principal (Cluster 5), que integra la mayor parte de los individuos, con n=211, de PAL22 a MDL35. Al incluir el 78.15% de los individuos analizados, su composición y medias son muy similares a las del conjunto total, por lo que no se puede destacar ninguna particularidad en este sentido.

Dentro del cluster 5 se pueden identificar seis sub-clusters o ramas (clusters de 5.1 a 5.6), cuyas medias y desviación estándar se recogen en la Tabla 54 del anexo. Los primeros siete individuos del cluster 5 quedan fuera del primer sub-cluster. La Rama 1 o 5.1 está integrada por 61 individuos, de CG1031 a PMCV38. En relación[47] a m total y a m del cluster 5, se caracteriza por presentar niveles altos de Ba (m=877.8 ppm). Cabe destacar que se trata de un grupo integrado por individuos graníticos a excepción de cinco metamórficos y un loner, mayoritariamente individuos de la zona del Vallès, con solamente seis piezas de Torre Llauder, en el Maresme (ver. cap. 7.1 a 7.3).

Seguidamente se encuentra el sub-cluster 5.2, integrado por cuatro individuos de Torre Llauder, de TLL14 a TLL44. Se caracterizan principalmente por ser *border calcareous* (m=3.487%), así como por contenidos ligeramente inferiores en K_2O (m=2.410%) y SiO_2 (m=63.691%). Tras cinco individuos sin sub-cluster, se encuentra la agrupación de TLL12, PMCV28 y PMCV41, tres individuos metamórficos que forman la Rama 5.3. Esta agrupación tiene niveles ligeramente altos en SiO_2 (m=68.227%) y bajos en Fe_2O_3 (m=4.501%) y Al_2O_3(m=15.656%).

A continuación se observa el sub-cluster 5.4, con n=8, caracterizado por Fe_2O_3 ligeramente bajo (m=4.569%) y levemente alto en Ba (m=905.3 ppm). Así mismo, presentan un sutil incremento de SiO_2 (m=65.480%) respecto a $m_{total.}$

El siguiente sub-cluster 5.5 es de gran tamaño con n=87, de MDL14 a MDL16. Se pueden ver a la vez varias tendencias en esta misma rama: al inicio del grupo tienden

[47] Los niveles altos o bajos de las m de los diferentes sub-clusters se han identificado en relación a la m del cluster al que pertenecen (cluster 5) y en relación a la m del conjunto total de todo el muestreo de n=270. En caso de que se considere solamente una de estas dos medidas, quedará especificada en cada caso.

a concentrarse los individuos del Maresme, seguidos por Ca l'Estrada, que aparecen en bloque correlativo. Tras ellos, empiezan a aparecer los individuos metamórficos hasta que la última parte de esta rama 5.5 está formada por individuos del Vallès metamórficos de forma correlativa. Composicionalmente no destaca ningún elemento ni variación respecto al total del Cluster 5, probablemente causado por el elevado numero de individuos (n). Respecto al total del dendrograma, únicamente se puede mencionar un ligero incremento de SiO_2, de escasa relevancia (m=64.867%).

La última Rama, 5.6 está formada por 27 individuos de *Iluro*, de PAL19 a PAL55, con un outlier que lo precede, PAL44. Sus principales características químicas son un contenido un poco más bajo en SiO_2 (m=63.110%) y Ba (m=714.4ppm). Este Cluster 5 se cierra con tres individuos sin sub-cluster, MDL22, MDL27 y MDL35.

Al final del dendrograma se sitúan seis individuos, tres de los cuales son loners petrográficos. Destaca de ellos el bajo contenido en MnO (entre 0.50 y 0.16%), así como particularidades individualizadas. PMCV05 contiene niveles altos de K_2O (=4.285%); EST18 además de ser *border calcareous* presenta bajo contenido en MgO (=0.582%) y alto en Na_2O (=2.629%); HCT21 es bajo en MgO (=0.745%) y TLL47 destaca por tener uno de los niveles más altos de Al_2O_3 (=21.465%).

Se ha llevado a cabo también el análisis de componentes principales (PCA) con los datos transformados en logaritmos de razones. Por una parte, la sub-composición incluyendo los 23 elementos se ha realizado con Fe_2O_3 como divisor, al ser el elemento más estable (Fig. 88). El componente 1 supone el 27.79%, con sd=2.47 y está principalmente compuesto por Cu, Ni, Cr, MgO, Zn y V. El componente 2 implica el 13.72% de la varianza, con sd=1.74 y se basa en MnO, MgO, Nb, TiO_2, CaO y Zn. Así queda representado el 41.55% de la varianza.

Por otra parte, el PCA utilizando la sub-composición de 21 elementos, excluyendo CaO y Cu, con los datos transformados en alr con Al_2O_3 como divisor, acumula el 42.40% de la variación en sus dos primeros componentes (Fig. 89). El componente 1 implica el 30.22% de la variación, con sd=2.58 y con mayor aportación de Fe_2O_3, Nb, TiO_2, V, Zn y MgO. El componente 2 supone el 12.18% de la variación, con sd=1.63 y principales aportaciones de Na_2O, Sr, Ce, Th, MnO y Y.

Los gráficos resultantes muestran como los individuos están muy próximos entre sí de forma que en ambos casos resulta difícil distinguir agrupaciones de forma clara. En el primer PCA con los 23 elementos, se puede ver una tendencia de los individuos calcáreos a situarse algo más alejados del núcleo del gráfico (Fig. 88). Se encuentran en Comp 1 entre 0.0 y 0.1 y Comp 2 >0.1. Los individuos situados más al exterior del núcleo corresponden a outliers, loners o individuos de los clusters 1 a 4, por lo que los integrantes del cluster 5 se encuentran completamente en el núcleo del gráfico. Por otra parte, los clusters del dendrograma no pueden identificarse en el PCA. Cabe destacar un pequeño grupo en Comp 1 0.1 y 0.2 y Comp 2 -0.1 y -0.2 que se corresponde con individuos petrográficamente metamórficos y que supone la única distinción clara que se ha podido observar.

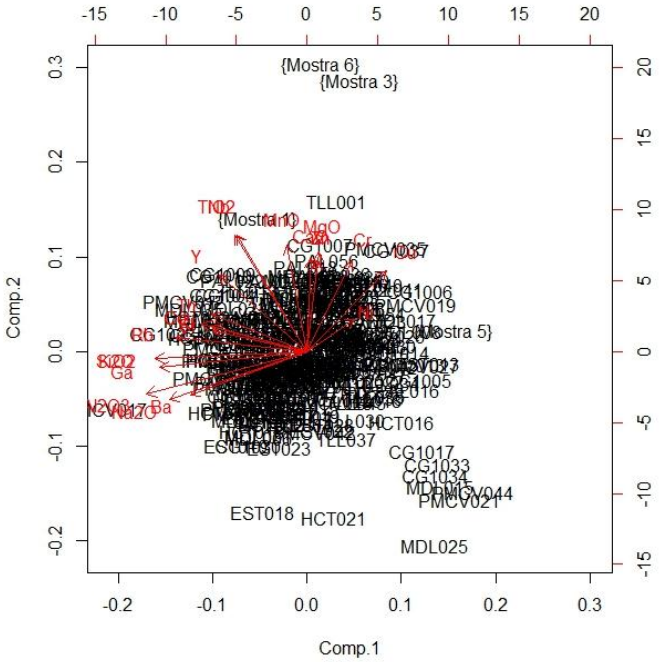


Fig. 89. PCA de todos los individuos y composición completa

Por otra parte, el PCA obtenido con 21 elementos muestra algunos individuos más alejados del núcleo (Fig. 89). En esta ocasión, al haberse eliminado el CaO del tratamiento no se distinguen los individuos calcáreos. Algunos de los individuos calcáreos se sitúan en la parte inferior del gráfico, en Comp 1=-01 y Com 2<0.0, mientras que otros se integran

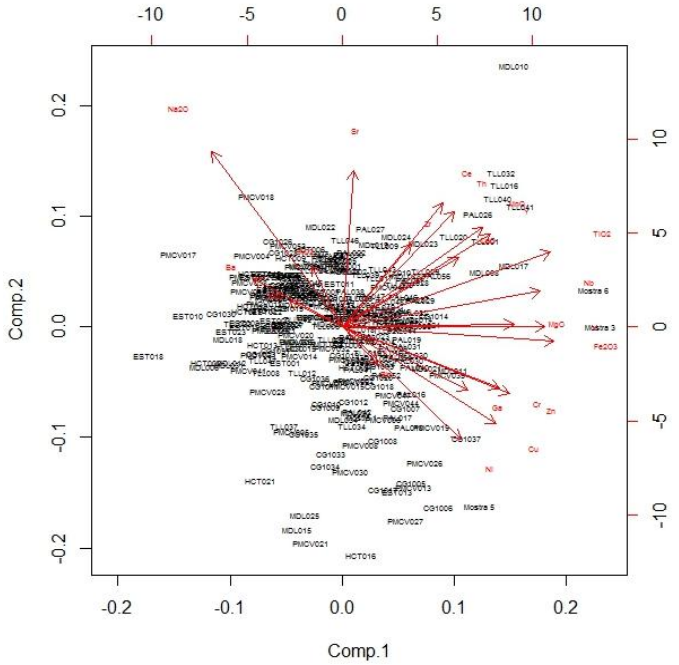


Fig. 90. PCA de todos los individuos y composición de 21 elementos

dentro del núcleo del gráfico. A partir de Comp 2 <-0.1 se observan algunos individuos más separados del núcleo y que corresponden a los clusters 2-4 y outliers y loners, aunque no se aprecia ninguna agrupación homogénea entre ellos. Por otra parte, en Comp 1 entre -0.2 y -0.1 y Comp 2=0.1 se aprecia una aglomeración de individuos que forman parte del cluster 4, aunque no lo conforman íntegramente.

El análisis de correspondencias se ha llevado a cabo sobre los datos sin transformar, utilizando por una parte la subcomposición de 23 elementos y por otra la de 21 elementos, sin CaO ni Cu (Fig. 90, 91). En ambos casos y al igual que con el PCA, el extenso volumen muestreado suponen una aglomeración central de muestras en las que resulta difícil distinguir los grupos identificados en el cluster.

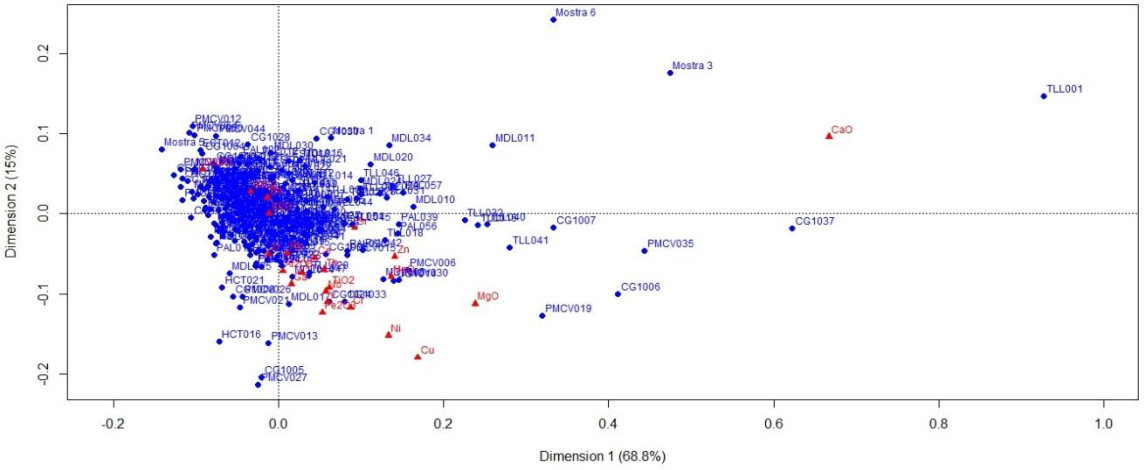


Fig. 91. Anáslisis de correspondencias con todos los individuos y componentes

En el CA con subcomposición de 23 elementos, el *eigenvalue* 1 supone el 68.77% de la variación y el *eigenvalue* 2 aglutina el 15.0%, por lo que ambos implican el 83.8% de la variación del grupo (Fig. 90). En el gráfico resultante se pueden distinguir una serie de individuos alejados del grupo central que coinciden con los individuos calcáreos y cluster 6. Estos individuos se sitúan en dimensión 1>0.2. En este mismo conjunto de muestras dispersas se encuentran también los elementos con más variación según esta composición que serían CaO, el elemento más alejado del grupo en dimensión 1=0.6 y dimensión 2=0.1, y MgO, más próximo al núcleo, en dimensión 1=0.2 y dimensión 2=-0.1. Próximos a dim.1=0.2 y dim.2=-0.2 se sitúan Ni y Cu, siguientes elementos más alejados del conjunto y que coincide con la matriz de variación composicional. En la parte inferior, en dim.1=0.0 y dim.2= >-0.1 se pueden distinguir una agrupación de individuos que coinciden con el cluster 3 y que incluyen muestras metamórficas o loners petrográficos.

Por otra parte, el CA con la sub-composición de 21 elementos, sin CaO ni Cu, resulta un *eigenvalue* 1=52.9% y *eigenvalue* 2=21.9% (Fig. 91). De esta forma, se representa el 74.9% de la variación. Al igual que en el anterior gráfico, se ve un conglomerado central formado por la mayor parte de los individuos cuyas semejanzas composicionales, a pesar de ser poligénicas, son mayores que sus diferencias. Se identifica en la izquierda, en dim. 1=-0.2 y dim. 2=0.0 un grupo de individuos que corresponden a las muestras calcáreas, incluyendo el cluster 6 íntegramente. Los individuos en las coordenadas dim. 1 entre 0.0 y 0.2 y dim. 2 <0.0 se identifican con los grupos petrográficos metamórficos. Aunque no se distinguen claramente ninguno de los clusters del dendrograma, se denota la ausencia de muestras del cluster 5 y predominan los individuos de los clusters 1 a 4. Referente a los elementos, la ausencia de CaO y Cu, revela el sodio como componente más dispar que se separa del eje central con mayor distancia y se sitúa en dim. 1 entre 0.0 y 0.2 y dim. 2 >0.2. Así mismo MgO y Ni también se separan del grupo, en un eje diametralmente opuesto a Na_2O. MgO se encuentra en dim. 1= -0.2 y dim. 2 entre 0.0 y -0.1, junto con los individuos calcáreos. Ni se sitúa en dim. 1 y dim. 2= -0.2.

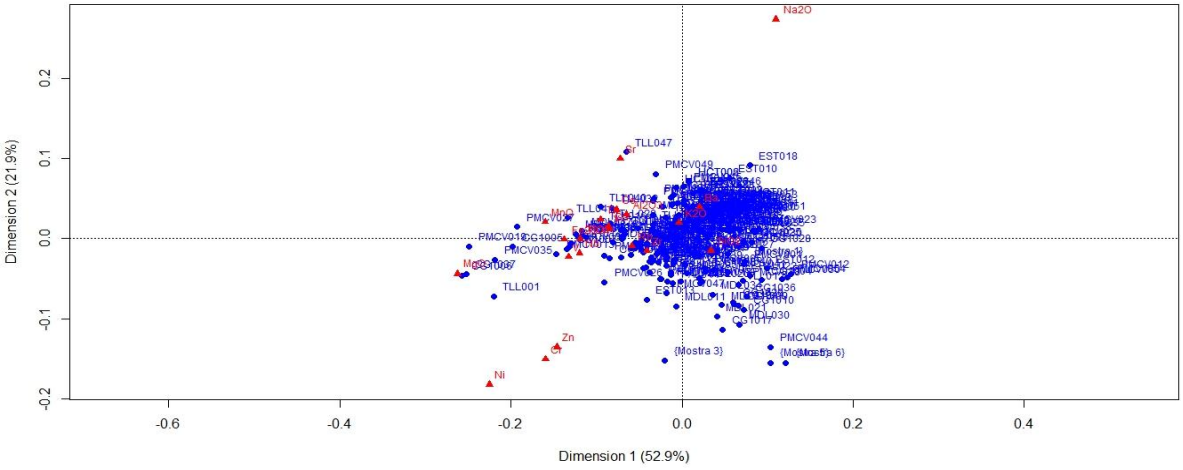


Fig. 92. Análisis de correspondencias con todos los individuos y 21 componentes

La poligenia del grupo queda también reflejada en el gráfico de regresión lineal, con un intervalo de confianza del 90%. Para su elaboración se han tomado las variables Fe_2O_3 (variable de respuesta o eje Y) y SiO_2 (variable explicativa o eje X), al ser dos de los elementos que más diferencias han representado en los clusters y grupos (Fig. 92). De esta forma se obtiene:

$$\text{formula} = Fe_2O_3 \sim SiO_2$$

El gráfico muestra una regresión linear negativa, por lo que al aumentar X, disminuye Y, con el valor de la pendiente (β1) es -0.2812, indicando un ángulo superior a los 45º negativos (β1 =-1). El coeficiente de R cuadrado ajustado es del 65.99%, porcentaje del muestreo explicando en el gráfico. De esta forma, se valida la hipótesis alternativa, con un p-valor= < 2.2e-16. Así mismo, los numerosos residuos que se observan confirman esta hipótesis alternativa y, por tanto, la no correlación. Estos residuos se sitúan entre 2.261 y -1.429, por lo que se observa un aumento de los mismos a distancias más alejadas del eje X.

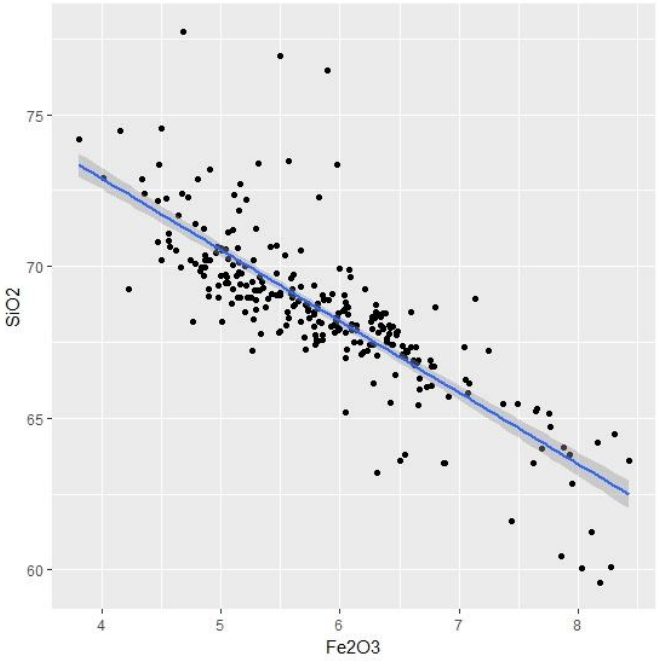


Fig. 93. Regresión linear con Fe_2O_3 y SiO_2

Una segunda regresión se ha realizado con Fe_2O_3 (variable de respuesta o eje Y) y TiO_2 (variable explicativa o eje X), valores seleccionados por su relación geoquímica y por la estabilidad que TiO_2 muestra dentro del conjunto (Fig. 93). En esta ocasión, siguiendo con el nivel de confianza del 90% se obtiene una regresión lineal positiva, por lo que ambas variables se correlacionan entre sí, con un valor β1=6.4595, indicando un ángulo positivo mucho mayor de 45º. Según el cuadrado de R ajustado, se explica aquí el 69.03% de los individuos. Por otra parte, nos encontramos nuevamente con un p-

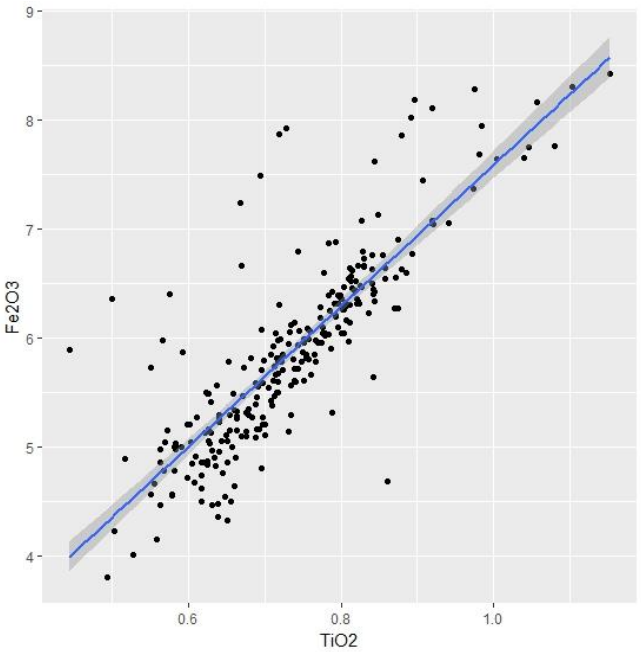


Fig. 94. Regresión linear con TiO_2 y Fe_2O_3

valor= < 2.2e-16, rechazando así la hipótesis nula. Así mismo, siguen abundando los residuos, con una distancia respecto al eje entre 2.102 y -2.006. Estos residuos se separan más de la tendencia central a medida que se alejan del eje X. En el cuadrante inferior, más próximo a X, se perciben los residuos más concentrados y próximos a este eje central.

Finalmente, se han llevado a cabo exploraciones con triángulos ternarios utilizando diversas combinaciones de elementos, debido a su relevancia dentro de la variabilidad del conjunto o a su determinación de parámetros relevantes.

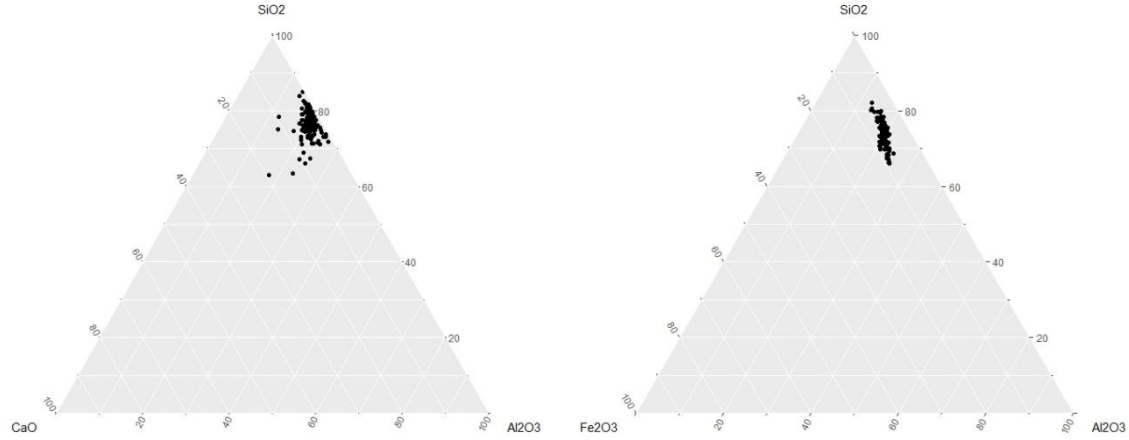


Fig. 95. Diagramas ternarios del conjunto de todos los individuos analizados

En primer lugar, tenemos el gráfico ternario llevado a cabo con tres de los elementos básicos y mayoritarios en el conjunto, SiO_2 (eje Y), Al_2O_2 (eje Z) y CaO (eje X). Se aprecia cómo casi todos los individuos se sitúan sobre el eje Z-Y, muy próximos al pico Y, en distancia de 70-85. Unos pocos individuos se alejan ligeramente se este eje, pero sin salir de la parte superior del triángulo, por lo que se pone de manifiesto con esto la naturaleza no calcárea de los individuos (Fig. 94).

Un segundo gráfico se ha realizado con X= Fe_2O_2, Y= SiO_2, Z= Al_2O_2, debido a que son elementos representativos del conjunto (Fig. 94). En esta ocasión, se observa la aglomeración de todos los individuos en el eje Z-Y, formando una línea vertical en forma de racimo en la distancia de 70-80. Si situación está próxima a Y, a la vez que se aleja de X, por lo que continúa la tendencia silícea de los individuos, relacionado con su carácter granítico.

Finalmente se ha llevado a cabo un tercer triángulo ternario con X= Fe_2O_2, Y=CaO, Z=K_2O. En esta ocasión, los puntos aparecen más dispersos (Fig. 95). Se observa una tendencia a la concentración de puntos en el eje X-Z y, por tanto, alejados de CaO. Podría tratase de un indicativo de la naturaleza granítica de los individuos, con

alto contenido ferruginoso, ya que a pesar de que se ha excluido el SiO_2 (propio del cuarzo, entre otros minerales), se ha seleccionado K_2O, elemento propio del feldespato. Por otra parte, despuntan algunos puntos separándose y aproximándose al eje Y, en distancias entre 20 y 60 del eje, Y-X. Se representarían así los pocos individuos calcáreos del conjunto.

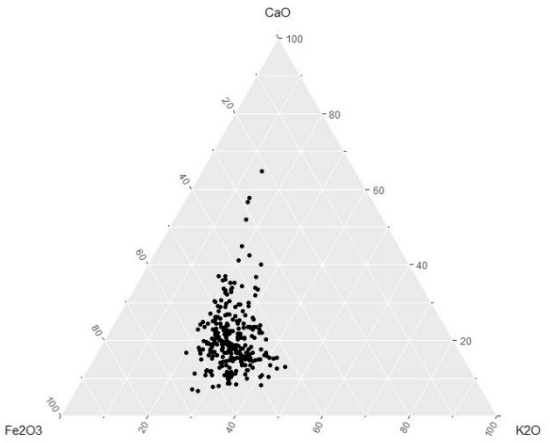


Fig. 96. Diagrama ternario

La envergadura del cluster 5, con n=211, suscitan su exploración fuera del dendrograma total. Para ello, se ha realizado la matriz de variación composicional para este conjunto, con los 23 elementos químicos citados anteriormente, de la que se obtiene vt=0.931. A pesar de que la variación se ha reducido respecto a la exploración del conjunto total (n=270), continúa tratándose de un grupo poligénico. Los elementos que aportan mayor variación son Cu ($\tau_{.Cu}$=5.242), CaO ($\tau_{.CaO}$=3.717), Ni ($\tau_{.Ni}$=3.059), Cr ($\tau_{.Cr}$=2.963) y Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=2.942), mientras que los más estables son Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=1.046), Fe_2O_3($\tau_{.Fe2O3}$=1.049) y Ga ($\tau_{.Ga}$=1.071). Nuevamente se observa Cu y CaO como los elementos con mayor variación, por lo que una nueva exploración excluyéndolos y, por tanto, con sub-composición de 21 elementos, resulta una vt=0.608 (Tabla 55). En este grupo, todavía poligénico, se observa la mayor aportación a la variación en Cr ($\tau_{.Cr}$=2.593), Ni ($\tau_{.Ni}$=2.582), Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=2.305) y MnO ($\tau_{.MnO}$=1.735), mientras que Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=0.682), Ga ($\tau_{.Ga}$=0.706) y Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=0.720) se mantienen como elementos más estables.

Los datos se han transformado en alr, utilizando Al_2O_3 como divisor y con la sub-composición de 21 elementos se ha realizado un análisis de conglomerados, utilizando la distancia euclídea al cuadrado y método del centroide (Fig. 96). El resultado, tal y como se presuponía, es el detalle del Cluster 5 del dendrograma general previo. Las medias y desviaciones estándar de cada una de las ramas o sub-grupos se pueden obtener en la Tabla 54.

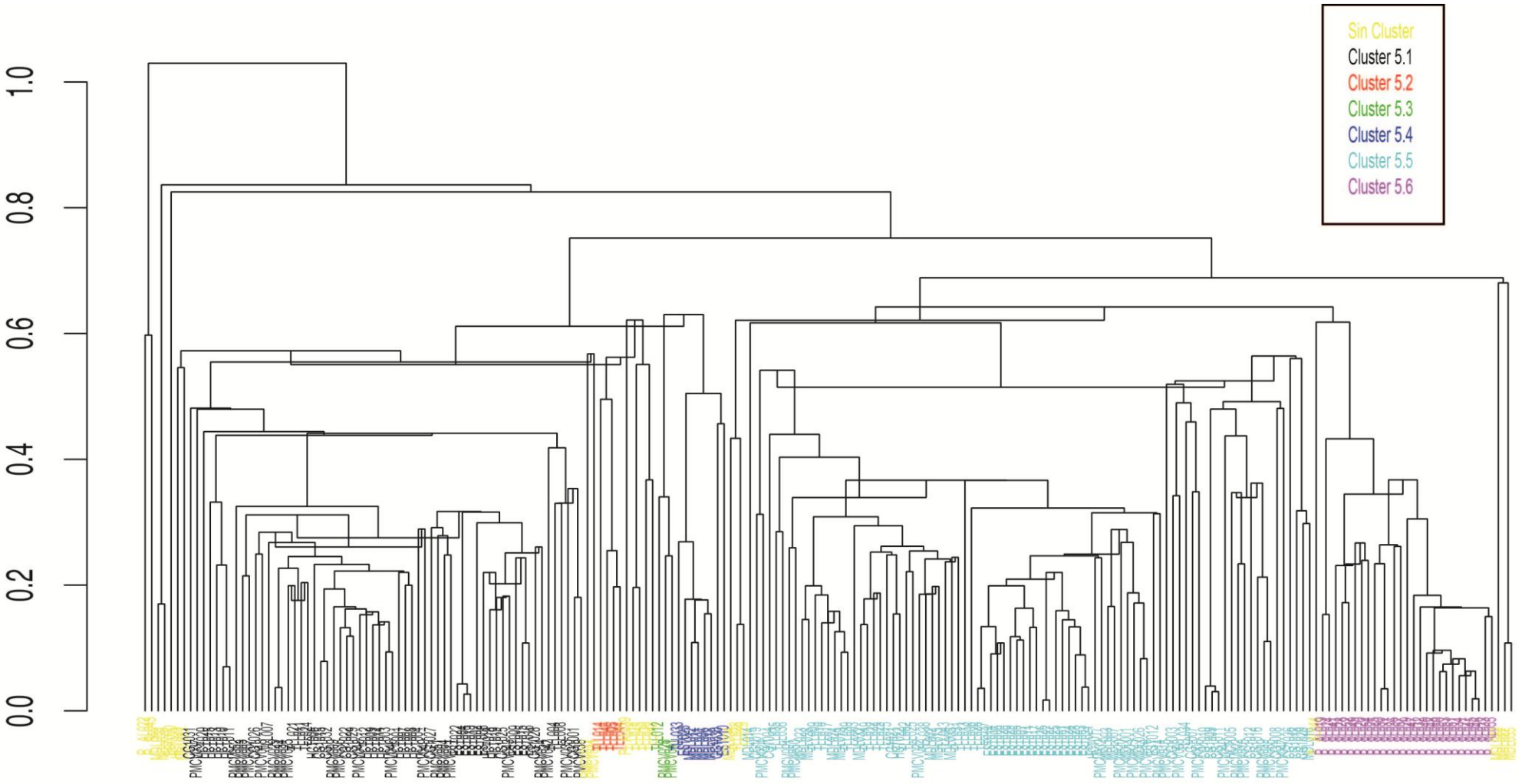


Fig. 97. Dendrograma del Cluster 5 con distancia euclídea cuadrada y método del centroide

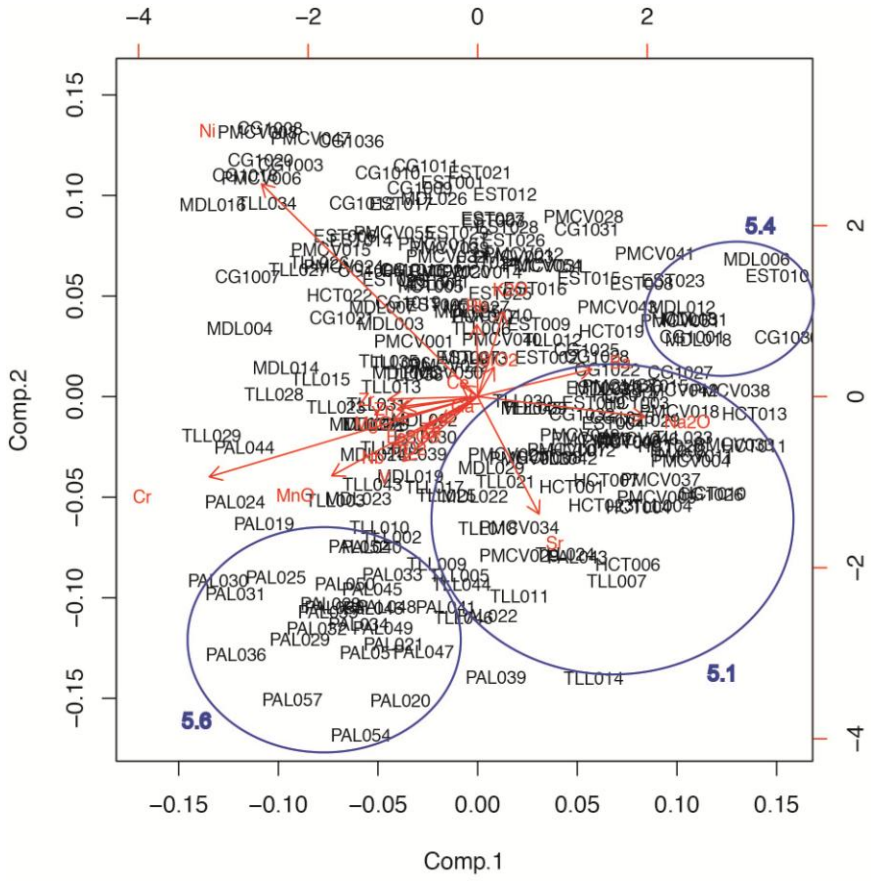


Fig. 98. PCA del Cluster5

Los datos transformados en logaritmos de razones se han utilizado para la exploración del PCA, con una representación de 45.87% (Fig. 97). El componente 1 supone el 35.38% de la variación y está principalmente formado por Na_2O, Ba, Sr, K_2O y SiO_2. El componente 2 implica Ni, K_2O, Rb y SiO_2 , que suponen el 14.49% de la variación.

El gráfico muestra una tendencia a seguir la distribución del dendrograma, con la parte superior izquierda ocupada por el conglomerado de los clusters 5.2, 5.3, 5.5 y las muestras individualizadas. Se puede distinguir el cluster 5.1 en la parte inferior, en comp. 1 entre 0.0 y 0.15 y comp.2 entre -0.15 y 0.0. A su izquierda, se identifica el cluster 5.6, en comp. 1 entre -0.05 y -0.10 y comp. 2 hasta -0.10. En la parte positiva del comp. 1 se encuentra el cluster 5.4 en comp. 1 entre 0.10 y 0.15 y comp. 2=0.05.

El análisis de correspondencias (Fig. 98), con los datos sin transformar para la sub-composición de 23 elementos, representan el 75.8%, con el *eigenvalue* 1= 57.94% y el *eigenvalue* 2=17.90%. En el gráfico resultante, se aprecia un conglomerado que aglutina la mayor parte de los individuos, por lo que resulta difícil distinguir las agrupaciones. Por otra parte, sí se pueden apreciar los elementos que más se alejan de la

normalidad del grupo, con CaO en dim. 1=0.3 y dim. 2=0.1, Na_2O en dim. 1=0.0 y dim. 2=0.1, Cu en dim. 1=0.2 y dim 2=<-0.2 y Cr, en dim. 1=0.1 y dim. 2=-0.2.

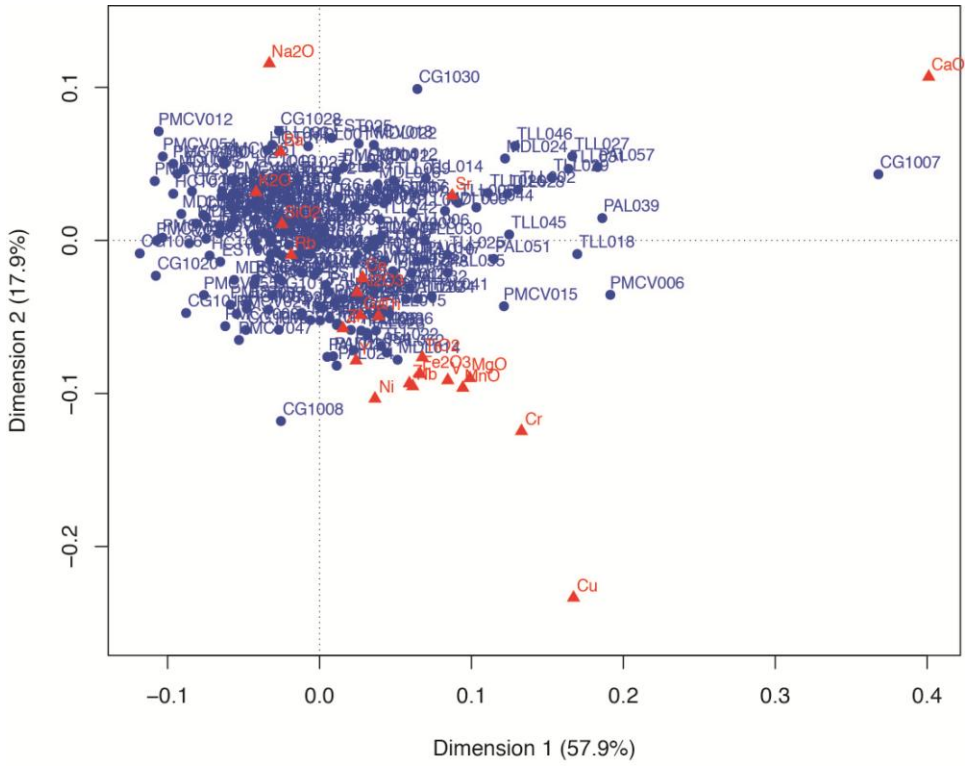


Fig. 99. Análisis de correspondencias del Cluster 5

La exploración solamente con los individuos cerámicos (n=266), excluyendo las muestras de arcillas y con la sub-composición de 23 elementos químicos, resulta una vt=1.32. Los elementos con mayor aportación a la variación son Cu ($\tau_{.Cu}$=6.052), CaO ($\tau_{.CaO}$=5.475), Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=4.935) y Ni ($\tau_{.Ni}$=4.929). Por otra parte, los más estables son Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=1.488), TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=1.513) y Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=1.522). Nuevamente, se observa que los elementos con mayor variación son CaO y Cu, por lo que se lleva a cabo una nueva exploración descartándolos y, por tanto, con una sub-composición de 21 elementos. Así se obtiene vt=0.92 (Tabla 57), con la mayor aportación de la variación en Ni ($\tau_{.Ni}$=4.301), Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=3.969), Cr ($\tau_{.Cr}$=3.464) y MnO ($\tau_{.MnO}$=2.861) y los elementos más estables Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=1.049), Ga ($\tau_{.Ga}$=1.065) y Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=1.077). Se resuelve que con ambas sub-composiciones se evidencia la poligenia del conjunto.

Los datos de esta última exploración con la sub-composición de 21 elementos se han transformado en logaritmos de razón aditivos, utilizando Al_2O_3 como divisor. Con estos nuevos datos, se ha realizado un análisis de agrupación jerárquico utilizando la distancia euclídea al cuadrado y el método del centroide (Fig. 99), cuyas medias y desviaciones estándar por cluster se incluyen en la Tabla 56.

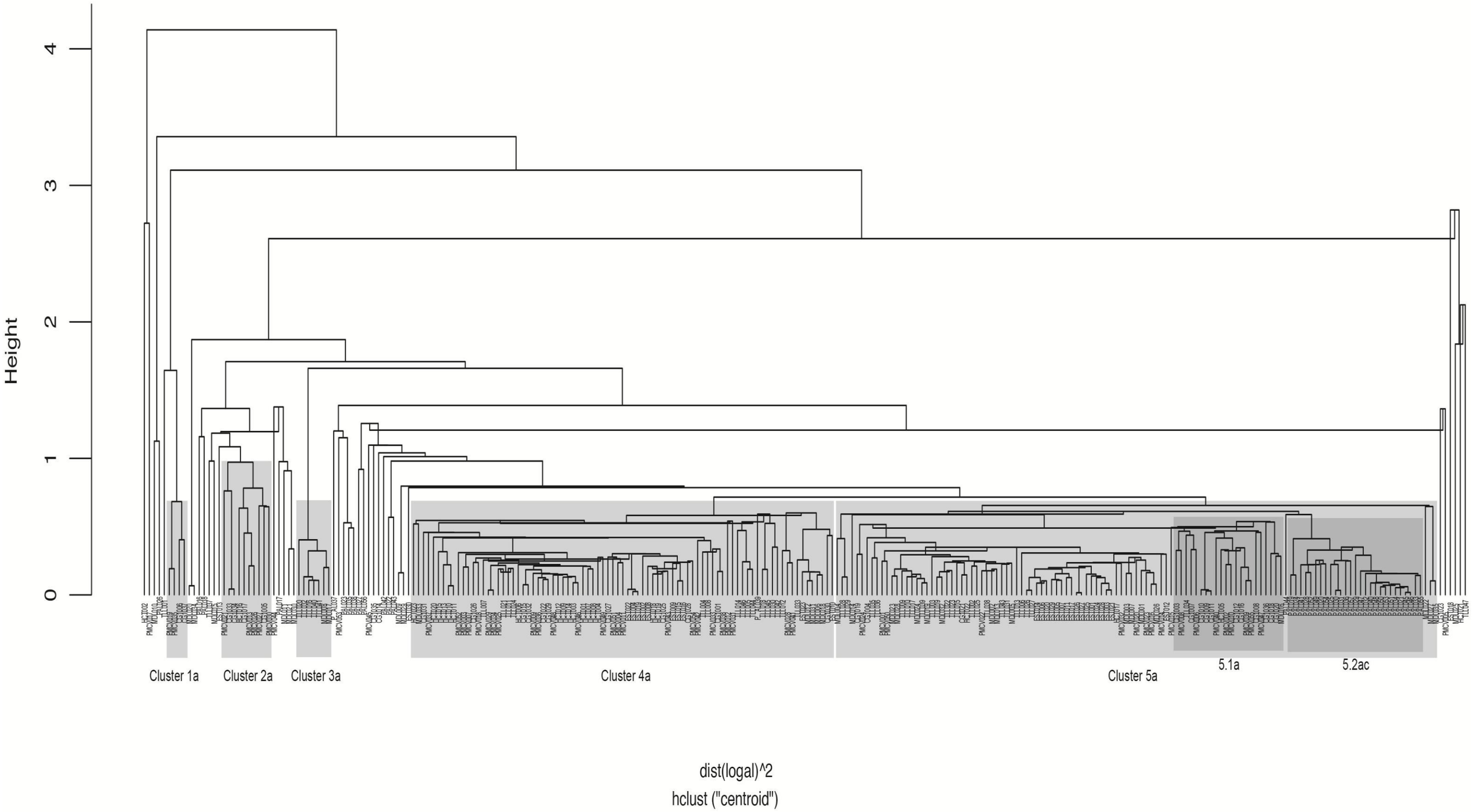


Fig. 100. Dendograma de las cerámicas analizadas, con distancia euclídea cuadrada y método del centroide

El dendrograma resultante consta de dos grandes clusters y otros tres de menor envergadura, así como diversas muestras individualizadas o por parejas. Siguiendo el orden del árbol, en primer lugar se encuentran cuatro individuos aislados, seguidos del Cluster 1a. Ese cluster está formado por cuatro individuos, de PMCV19 a CG1037, precedidos por TLL01 como outlier, con composición muy similar al cluster. Se caracteriza por ser una agrupación de individuos con CaO alto (m=8.196%) y SiO_2 bajo (m=53.059%), conteniendo los valores más extremos en relación al total del conjunto. También en este cluster se observan niveles altos de Fe_2O_3 (m=6.920%), Al_2O_3 (m=19.118%), MgO (m=3.358%) Ba (m=954.2 ppm) y Zn (m=138.8 ppm). Este cluster se correspondería con los individuos calcáreos del Vallès.

A continuación se encuentran un conjunto de 20 muestras que aparecen relacionadas entre sí, de PAL16 a MDL30. Si tomamos como medida de corte la distancia de valor 1, se reduce a un Cluster (2a) de 10 individuos, de PMCV21 a PMCV30. Este cluster se caracteriza por valores bajos de SiO_2 (m=60.806%) y altos en Fe_2O_3 (m=7.094%) y Al_2O_3 (m=19.653%). Este cluster, así como el conjunto de 20 individuos, corresponden a cerámicas metamórficas y loners petrográficos del Vallès.

El Cluster 3a está formado por siete individuos, de TLL20 a MDL17 y se caracterizan por niveles altos de Fe_2O_3 (m=7.388%), CaO (m=4.558%) y MgO (m=1.190%). También se observa bajo contenido en SiO_2 (m=59.989%) y Ba (m=679.1 ppm). Se trata por tanto de un conjunto de individuos del Maresme, donde predominan los individuos calcáreos o *border calcareous*.

Tras 13 muestras individualizadas, encontramos un gran grupo consistente en cinco outliers y dos clusters. El Cluster 4a va desde CG1031 a EST10, con n=83 y con la característica de Ba alto (m=867.5 ppm). A pesar de que está integrado por invididuos de ambas regiones, predominan las cerámicas del Vallès. El Cluster 5a va desde MDL004 a MDL35, con n=121 y caracterizado por Ba bajo (m=736.6ppm). Cabe destacar algunas particularidades del Cluster 5a, donde se pueden ver dos agrupaciones. La rama 5.1a está formada por 21 individuos petrográficamente metamórficos, de CG1003 a CG1020, incluyéndose también una muestra calcárea que se separa del grupo 1a para integrarse en esta rama. Esta rama 5.1a está integrada por individuos del Vallès. En segundo lugar, la rama 5.2a está formada únicamente por individuos hallados en el yacimiento de *Iluro*. El árbol se cierra con seis individuos aislados.

El PCA para este conjunto de n=266 se ha realizado con los datos transformados en logaritmos de razones para la sub-composición de 21 elementos (Fig.

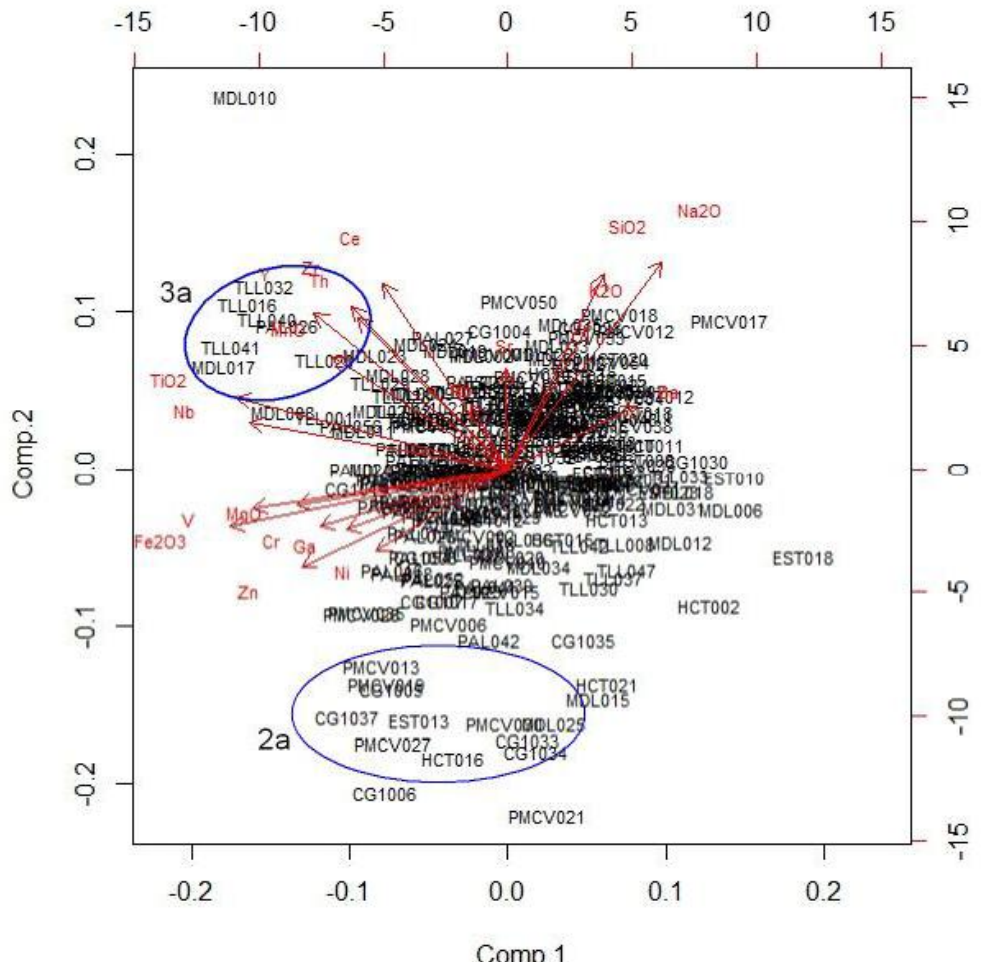


Fig. 101. PCA de las cerámicas analizadas

100). El componente 1 obtiene el 30.30% de la variación, principalmente formado por Na_2O, Ba, SiO_2 y K_2O. El componente 2 supone el 13.35% de la variación, centrada en Na_2O, SiO_2, Ce, Zr y Y. De esta forma, se obtiene una representatividad del 43.65%. En el gráfico resultante se observan los individuos de los clusters 4a y 5a, junto con sus outliers adyacentes, ocupando la parte central mayoritaria del conjunto, sin que se distingan claramente estos dos clusters. Por otra parte, en Comp. 1 entre -0.1 y 0.0 y Comp. 2 entre -0.1 y -0.2 se encuentra una pequeña agrupación que coincide con el Cluster 2a. Así mismo, el cluster 3a está localizado en las coordenadas Comp. 1 entre -0.2 y -0.1 y Comp. 2=0.1. Por otra parte, el cluster 1a no ha podido localizarse como tal en el PCA, quedando sus individuos diseminados o integrados en otros conjuntos.

El CA para esta misma sub-composición, acumula el 75.3% de la variación, con el *eigenvalue*1=55.3% y *eigenvalue* 2=20.0% (Fig. 101). En el gráfico resultante se observa cómo los individuos calcáreos del cluster 1a se separan en la dim.1=0.2 y dim.2=0.0. Los demás clusters resultan indistinguibles, dentro de la aglomeración central pero se pueden observar loners e individuos de los clusters menores, 2a y 3a en

el cuadrante superior izquierdo. Respecto a los componentes, se observa la mayor distancia respecto al eje central de Na_2O, situado en dim. 1=-0.2 y dim. 2 <-0.2, diametralmente opuesto de Ni y Cr, en dim. 1=0.2 y dim. 2 >0.1.

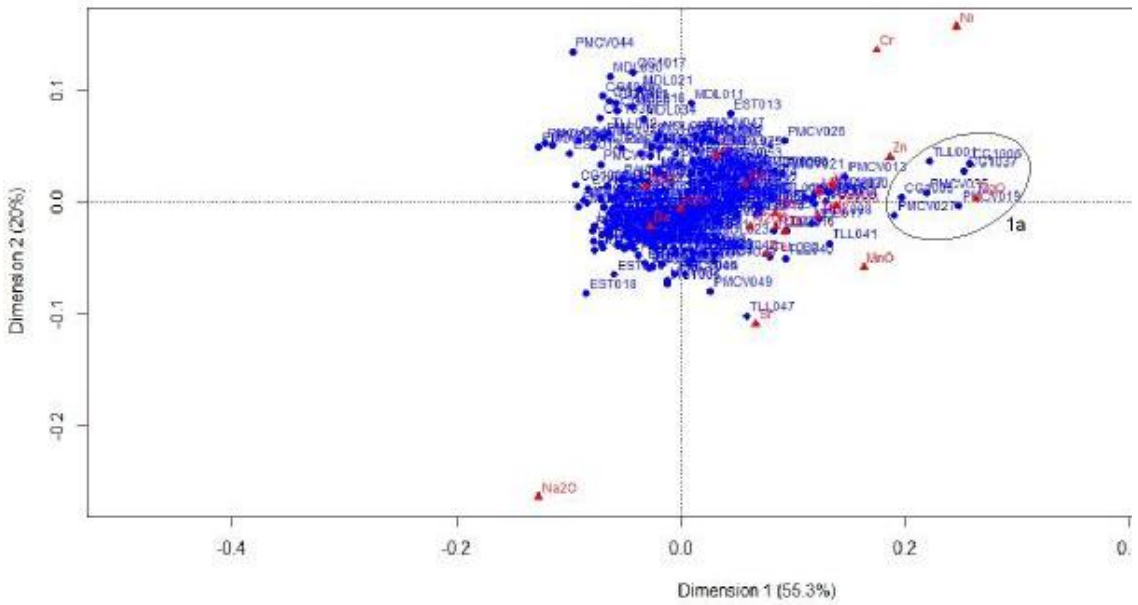


Fig. 102. Análisis de correspondencias de las cerámicas analizadas

7.1. Integración regional

Con la finalidad de poder discernir mejor las diferencias entre las dos regiones estudiadas, se ha llevado a cabo una exploración de cada una de estas dos regiones.

7.1.1. Integración de los individuos del Vallès

El conjunto del Vallès está formado por 142 individuos, de los cuales 34 son de Can Gambús, 23 de Horts de Can Torras, 55 de Plaça Major de Castellar del Vallès y 30 de Ca l'Estrada.

En primer lugar, se ha llevado a cabo la matriz de variación composicional con un total de 23 elementos mayores, menores y trazas (Tabla 60). El resultado es vt=1.26, evidenciando la poligenia del conjunto. Los elementos que aportan mayor variabilidad son Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=5.907), Cu ($\tau_{.Cu}$=5.707), CaO ($\tau_{.CaO}$=5.134) y Ni ($\tau_{.Ni}$=4.922). Por el contrario, Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=1,401), TiO_2 ($\tau_{.Ti2O}$=1.427) y Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=1.430) son los elementos más estables. Debido a la naturaleza principalmente no calcárea de los individuos, se ha llevado a cabo una nueva exploración con 22 elementos, excluyendo el

CaO (Tabla 61). Como resultado de esta nueva exploración se obtiene vt=1.08, por lo que se continúa evidenciando la poligenia del conjunto. Los elementos con mayor variación son los mismos que en la primera exploración, el Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=5.500), Cu ($\tau_{.Cu}$=5.292) y Ni ($\tau_{.Ni}$=4.534), al igual que los más estables continúan siendo Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=1,217), TiO_2 ($\tau_{.Ti2O}$=1.235) y Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=1.243). Debido a que Na_2O se presenta como el elemento con mayor variabilidad en ambas matrices de variación composicional, se ha llevado a cabo una tercera exploración excluyendo también este componente, con una sub-composición de 21 elementos (Tabla 62). De esta forma, la vt se sitúa en 0.872, por lo que aún así el conjunto continúa siendo poligénico. Con esta exploración, lo elementos con mayor variación son Cu ($\tau_{.Cu}$=4.633), Ni ($\tau_{.Ni}$=3.919) y Cr ($\tau_{.Cr}$=2.540). Por otra parte, los elementos más estables son Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=1.012) y TiO_2 ($\tau_{.Ti2O}$=1.029). Se observa que si bien en las dos primeras sub-composiciones se mantienen los mismos elementos como más estables y más variables, en la última exploración se añade Cr como elemento de mayor variación, mientras que Fe_2O_3 pasa a ser el más estable sustituyendo al Al_2O_3.

Los datos se han transformado los datos en logaritmos de razón (alr), utilizando Al_2O_3 como divisor. Con estos datos transformados y la sub-composición completa de 23 elementos se ha llevado a cabo un análisis de cluster jerárquico utilizando la distancia euclídea al cuadrado y el método del centroide (Fig. 102). De esta forma, se obtiene un dendrograma en el que se pueden distinguir siete grupos, situados a distintas distancias utramétricas (cluster V1 a V7). El resumen estadístico de estos datos, composicionales así como las medias y las desviaciones estándar se pueden encontrar en las Tablas 58 y 59 del anexo.

El cluster V1 está formado por cinco individuos, CG1007, PMCV19, PMCV35 CG1006 y CG1037. Su principal característica es el alto contenido en CaO (m=7.946%), puesto que todos sus individuos son calcáreos. V1 es el conjunto con mayor variabilidad de todo el árbol. Además del alto contenido en CaO, se observa también alto contenido en Fe_2O_3 (m=6.689%), Al_2O_3 (m=18.997%), MgO (3.166%), Sr (m=185.2 ppm) y Zn (m=134.2 ppm), a la vez que tiene bajos niveles de SiO_2 (m=53.726%) y Na_2O (m=0.712%).

Tras este primer cluster se encuentran cuatro individuos aislados. Solamente uno de ellos, PMCV17 corresponde a un grupo petrográfico definido (PMCV-1.3), mientras que los demás son loners o outliers.

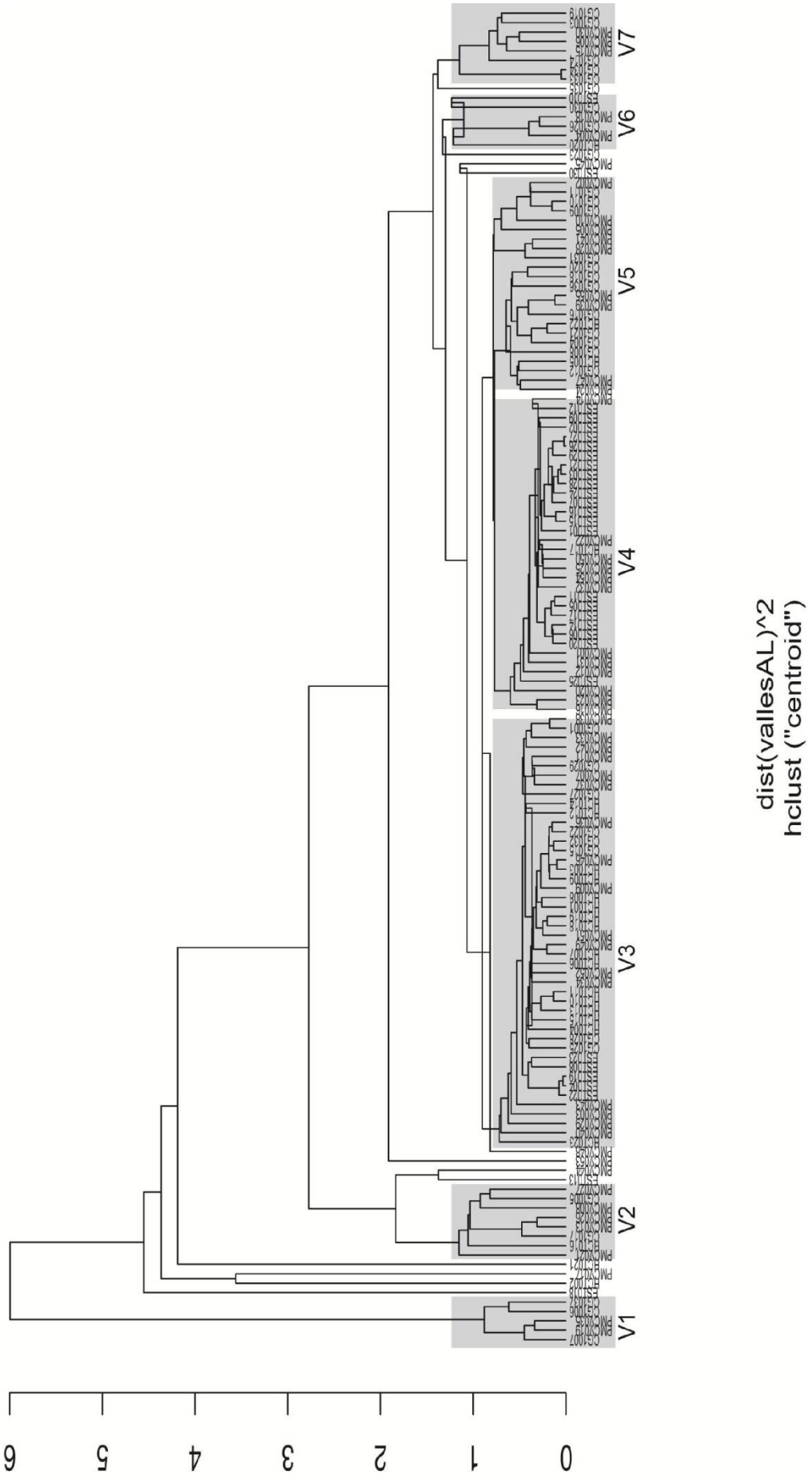


Fig. 103. Dendrograma del Vallès, con método del centroide y distancia euclíde al cuadrado

A continuación se encuentra V2, que contiene ocho individuos, de PMCV21 a PMCV27. Es relevante que en este conjunto V2 no se encuentra ningún individuo granítico y que está integrado por cuatro individuos metamórficos y cuatro loners. Sus particularidades químicas son contenidos altos en Fe_2O_3 (m=7.063%), Al_2O_3 (m=19.528%) y Cr (m=81.1 ppm), a la vez que bajos niveles de Na_2O (m=0.913%) y Ba (m=667.0 ppm).

Los siguientes cuatro individuos se presentan también como aislados. Aún así, se observa que los dos primeros, EST13 y PMCV44 son individuos metamórficos y a su vez se encuentran situados correlativamente en el dendrograma. Destaca su proximidad a V2, grupo integrado por individuos también metamórficos, pero su composición química les separa de este conjunto.

Se encuentran en este punto tres clusters con una distancia ultramétrica inferior a los anteriores (<1). En primer lugar, el cluster V3 está integrado por 46 individuos, de HCT23 a PMCV38. Este conjunto está formado por 42 individuos graníticos y por tres individuos de las fábricas de PMCV con inclusiones metamórficas accesorias. Solamente un individuo con gran aporte metamórfico se encuentra dentro de este grupo PMCV11.

La composición de V3 presenta concentraciones muy similar a las medias totales, por lo que no se puede destacar ninguna particularidad química respecto del total. Esto mismo ocurre con el siguiente cluster V4, en el que tampoco se ha podido observar ninguna particularidad química que sobresalga respecto del conjunto total.

V4 está formado por 34 individuos, de PMCV16 a PMCV14. Predominan las muestras graníticas (n=25) entre las que se insertan nueve individuos metamórficos, de los cuales, solo PMCV31 es muy metamórfico .

En V4 abundan los individuos de Ca l'Estrada (n=21), entre los que se encuentran cerámicas de Plaça Major de Castellar del Vallès (n=12). Cabe destacar que los individuos metamórficos corresponden todos a estas cerámicas de Plaça Major de Castellar del Vallès y a uno de Horts de Can Torras. Por otra parte, Can Gambús está ausente en este cluster.

El cluster V5 está integrado por 23 individuos, de PMCV24 a PMCV02. Destaca por su contenido elevado en SiO2 (m=67.976%) y bajo en Ba (m=698.9 ppm). V5 corresponde a los individuos petrográficamente metamórficos (n=19), entre los que se encuentran cuatro graníticos, tres de ellos de Can Gambús (CG1004, CG1021 y CG031) y PMCV05. Se trata principalmente de un grupo de Can Gambús (n=12) y Plaça Major

de Castellar del Vallès (n=9), con dos individuos de Horts de Can Torras. Por otra parte, Ca l'Estrada está ausente en V5.

A continuación se encuentran otros tres individuos que no forman parte de ningún cluster y que corresponden a loners y outliers petrográficos.

Los dos últimos clusters se forman de nuevo a una distancia ultramétrica >1, al igual que los dos primeros clusters. El cluster V6 está formado por seis individuos, de HCT20 a EST10, todos ellos graníticos con aportación destacable de componentes sedimentarios. Composicionalmente destaca el alto contenido en Ba (m=997.2 ppm).

Finalmente, el árbol se cierra con el cluster V7, integrado por ocho individuos, de CG1033 a CG1019. Es una agrupación de individuos de Can Gambús (n=6) y Plaça Major de Castellar del Vallès (n=3), de los cuales cinco individuos son metamórficos, un outlier y la fábrica PMCV-1.5, granítica fina. Los individuos metamórficos pertenecen a las fábricas CG-2.2, CG-2.3, ambas fábricas gruesas, y PMCV-2.5. Se plasma así la disparidad textural de este grupo.

Por otra parte, V7 se caracteriza químicamente por altos contenidos en Fe_2O_3 (m=6.195%), CaO (m=3.310%) y Al_2O_3 (m=18.227%), a la vez que bajos niveles de SiO_2 (m=59.598%). Cabe destacar que cuatro de los individuos son *border calcareous*.

Los datos logarítmicos y la sub-composición de 23 elementos se han utilizado para llevar a cabo un PCA (Fig. 103). El componente 1 supone el 28.55% de la variación y el componente 2 el 14.60% de forma que los dos componentes acumulan el 43.15% de la variación total. El componente 1 está formado principalmente por Na_2O, SiO_2, Ba, Sr y K_2O. El componente 2 está

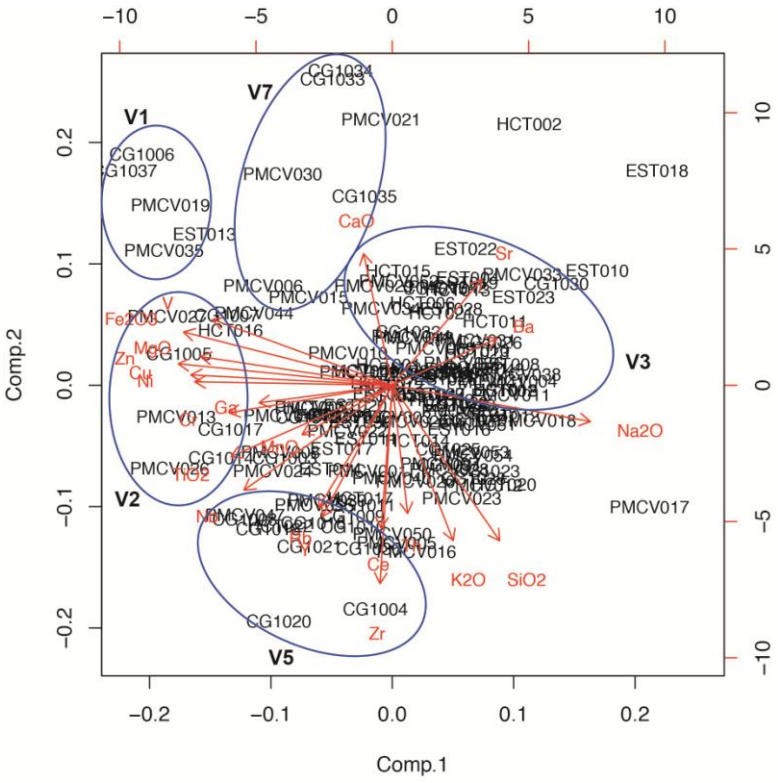


Fig. 104. PCA de la región del Vallès

integrado sobre todo por CaO, Sr, Fe_2O_3, V y Ba.

En el gráfico resultante, se pueden observar ciertas agrupaciones que coinciden con los clusters del dendrograma, si bien no integran todos los individuos de cada uno de los clusters identificados. Se observa en la distancia comp. 1= -2 y comp. 2 entre 0.1 y 0.2 una agrupación que corresponde al cluster V1. Por debajo, se sitúan los individuos del cluster V2. V7 se encuentra más disperso, situado en comp. 1 entre -0.1 y 0.0 y en comp. 2= >0.1. Los clusters con menos distancia ultramétrica resultan más difíciles de diferenciar en el PCA aunque se puede observar una agrupación correspondiente a V3 en comp 1 ≥0.0 y en comp. 2 entre 0.0 y 0.1 y otra agrupación de individuos incluidos en el cluster V5 en la parte inferior del gráfico, en comp 1 ≤0.0 y Comp. 2= < -0.1.

Respecto a los componentes, se aprecia una tendencia homogénea, con pocos elementos que sobresalgan.

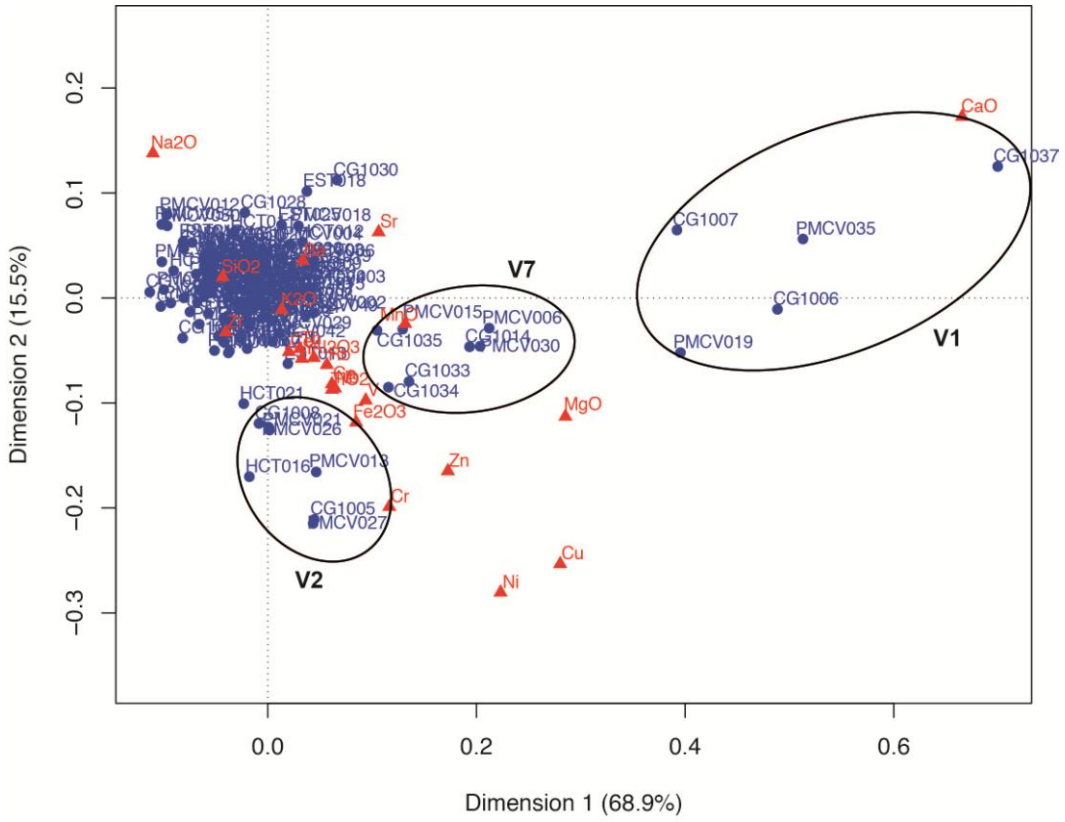


Fig. 105. Análisis de correspondencias de la región del Vallès

Finalmente, se ha llevado a cabo el CA (Fig. 104) con esta misma sub-composición de 23 elementos. El gráfico resultante acumula el 84.4% de la variación, aportada por el *eigenvalue* 1, con el 68.88% y el *eigenvalue* 2, con el 15.52%. En el gráfico resultante de esta exploración, se puede diferenciar claramente el cluster calcáreo V1, separándose del eje central y situado en dimensión 1 ≥0.4 y dimensión 2

entre -0.1 y 0.2. Junto con este cluster se sitúa el elemento CaO. El cluster V2 puede también identificarse, situado en las coordenadas dimensión= 0.0 y dimensión 2 entre -0.2 y -0.1. Junto a este grupo V2 se encuentran los elementos de Cr y Fe_2O_3. También se identifica V7, en dimensión 1 entre 0.2 y 0.4 y dimensión 2 entre -0.1 y 0.0, que está junto con MnO.

Los demás clusters e individuos no pueden discernirse, situándose conjuntamente en el eje central. Respecto a los elementos, se separan de este eje central Ni, Cu, Zn y MgO, todos ellos situados en dimensión 2 <-0.1 y dimensión 1 entre 0.2 y 0.4.

7.1.2. Integración de los individuos del Maresme

El conjunto del Maresme está integrado por 124 individuos, de los cuales 47 son de Torre Llauder, 35 de Can Modolell y 42 de la ciudad de *Iluro*. Un resumen estadístico de los datos composicionales con la media, mediana, sd y cuantiles se puede ver en la Tabla 63 y en la Tabla 64 del anexo.

En primer lugar, se ha llevado a cabo la matriz de variación composicional con los 23 elementos (Tabla 65), obteniendo como resultado vt=1.145 y por tanto, un conjunto poligénico. Los elementos que aportan mayor variación son Cu ($\tau_{.Cu}$=5.211), CaO ($\tau_{.CaO}$=4.527), Ni ($\tau_{.Ni}$=4.447) y MnO ($\tau_{.MnO}$=3.840). Los elementos con mayor estabilidad son Fe_2O_3($\tau_{.Fe2O3}$=1.307), Ga ($\tau_{.Ga}$=1.311) y Al_2O_3 ($\tau_{.\ Al2O3}$=1,349). Al igual que en el Vallès, la naturaleza mayoritariamente no calcárea de los individuos analizados, así como la alta variabilidad de CaO han propiciado una nueva matriz de variación con 22 elementos, excluyendo CaO (Tabla 66). Con esta sub-composición se obtiene vt=0.991, donde los elementos con mayor variación continúan siendo Cu ($\tau_{.Cu}$=4.882), Ni ($\tau_{.Ni}$=4.158) y MnO ($\tau_{.MnO}$=3.623), a los que se añade Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=3.140). Se mantienen Fe_2O_3($\tau_{.Fe2O3}$=1.141), Ga ($\tau_{.Ga}$=1.118) y Al_2O_3 ($\tau_{.\ Al2O3}$=1,159) como los elementos más estables, aunque se observa cómo Ga es ahora más estable que Fe_2O_3. Finalmente se ha llevado a cabo una tercera matriz de variación composicional con la sub-composición de 21 elementos, excluyéndose así, además del CaO, el Cu, a causa de su gran variabilidad (Tabla 67). Con esta exploración se obtiene vt=0.806, donde los elementos con mayor variabilidad son Ni ($\tau_{.Ni}$=3.869), MnO ($\tau_{.MnO}$=3.304), Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=2.752) y Cru ($\tau_{.Cr}$=2.554), mientras se mantienen como los más estables Fe_2O_3($\tau_{.Fe2O3}$=0.953), Ga ($\tau_{.Ga}$=0.925) y Al_2O_3 ($\tau_{.\ Al2O3}$=0.964). Todas estas exploraciones evidencian un conjunto poligénico.

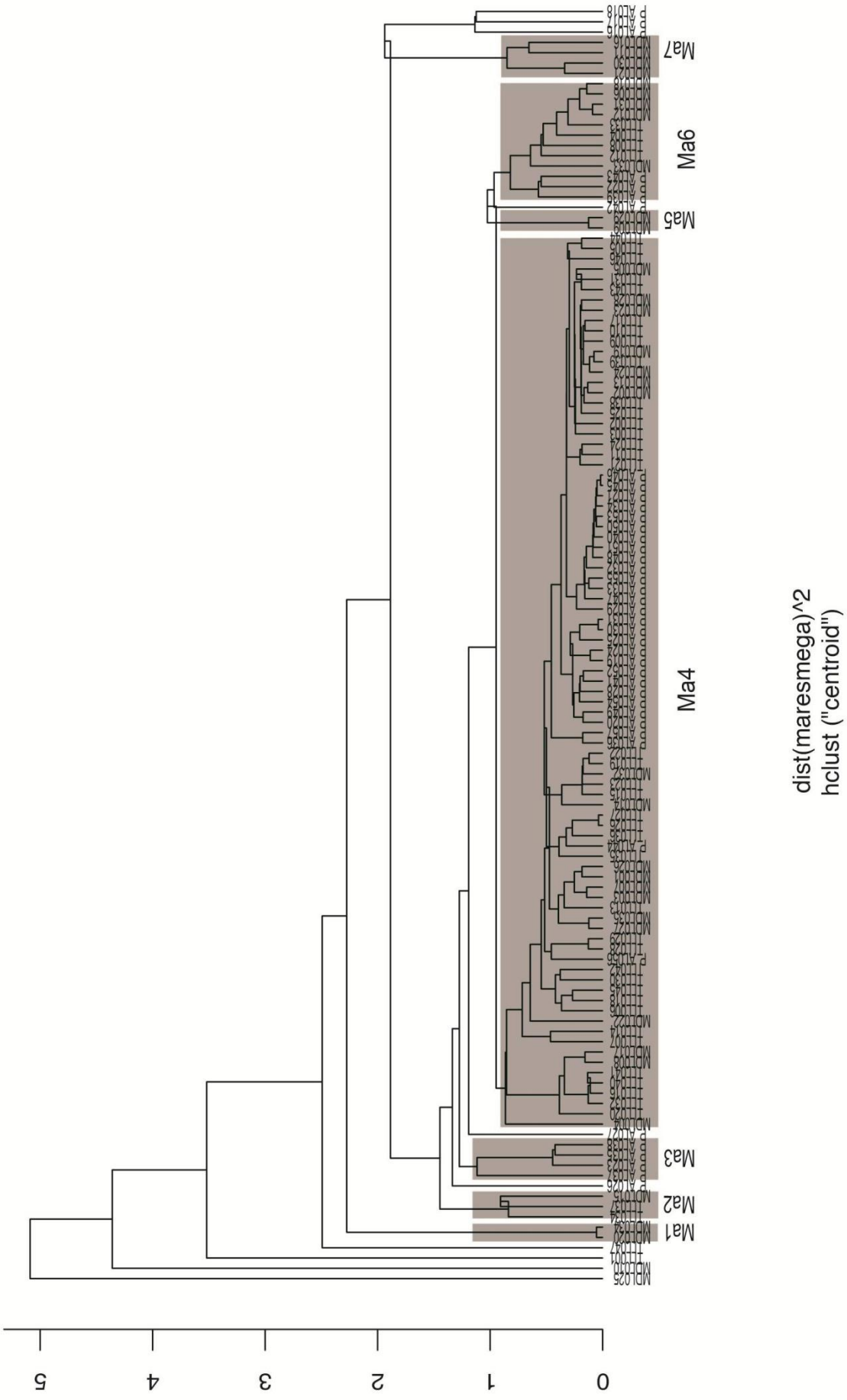


Fig. 106. Dendrograma del Maresme, con distancia euclídea al cuadrado y método del centroide

Con esta última sub-composición de 21 elementos se ha llevado a cabo un análisis de cluster jerárquico, utilizando para ello los datos transformados en logaritmos de razón aditivos, usando el Ga como divisor. La exploración se ha realizado con el método del centroide y la distancia euclídea al cuadrado, de lo que se obtiene el siguiente dendrograma (Fig. 105), donde se puede identificar siete clusters (Ma1 a Ma7).

El gráfico se inicia con cuatro individuos aislados que coindicen con dos loners de Can Modolell, un individuo granítico biotítico de Torre Llauder (TLL47) y el individuo calcáreo TLL01, del que ya se ha mencionado su particularidad al ser el individuo más calcáreo de todos los analizados en este trabajo. Tras ello, encontramos dos clusters pequeños. El cluster Ma1, con n=2 está formado por MDL20 y MDL34, ambos individuos de la fábrica metamórfica MDL-3. A pesar de su escaso número de individuos (n), es el conjunto que químicamente presenta mayor variabilidad. Se caracteriza por contenidos altos de CaO (m=4.259%) y Ba (m=1438.0 ppm), así como bajas concentraciones de Fe_2O_3 (m=4.552%), SiO_2 (m=62.043%), Al_2O_3 (m=14.943%), y Sr (m=91.4 ppm).

El cluster Ma2 está formado por tres individuos, TLL34, TLL37 y MDL15. De éstos, dos de ellos son de carácter metamórfico y uno un outlier de composición granítica (TLL34). Composicionalmente, se caracterizan por niveles bajos de CaO (m=2.024%) y de Zr (m=126.8 ppm).

Tras el individuo aislado PAL26, se encuentra el cluster Ma3 (n=4), integrado solamente por individuos de *Iluro*, por lo que se trataría de unas piezas características del ámbito urbano sin difusión a los dos centros rurales analizados. Su composición es muy similar a las medias totales, pudiéndose solamente destacar niveles ligeramente bajos de K_2O (m=2.328%), hecho que resulta interesante al ser este componente uno de los que menos variabilidad ha presentado en las medias de todas las exploraciones realizadas en este trabajo.

El siguiente cluster Ma4 es el más numeroso con n=87, de MDL04 a TLL44. Está formado por individuos graníticos con solamente tres excepciones, el metamórfico TLL28, el calcáreo TLL29 y el loner TLL36. Al integrar el 70.16% de los individuos del Maresme, las medias de sus componentes son muy similares a las del total del conjunto, por lo que no se puede destacar ninguna particularidad.

Si bien, en la estructura del gráfico se pueden apreciar ciertas tendencias. En primer lugar, al inicio del cluster se sitúan siete individuos (de TLL20 a MDL23) con el

contenido de CaO ligeramente más alto (>2.0 y <6.3%), que coinciden con la fábrica TLL-1.1 y con MDL-Fina. Estos individuos tienen además matrices más finas y anaranjadas, denotando un ambiente de cocción oxidante.

Otra particularidad que puede observarse en Ma4 es una tendencia a que los individuos de Torre Llauder y Can Modolell aparecen conjuntamente al inicio y al final del cluster, mientras que los individuos de *Iluro* se encuentran en la parte central, todos juntos de forma correlativa. A pesar de ello, no se distinguen rasgos composicionales distintos entre ambas tendencias, por lo que podría tratarse de una única fábrica autóctona de difusión regional.

El siguiente cluster Ma5 está formado solamente por dos individuos, MDL09 y MDL29, ambos graníticos. Se pueden apreciar altos niveles de SiO_2 (m=66.164%) y bajos en Sr (m=97.5ppm). A continuación se encuentra el cluster Ma6, de PAL39 a MDL18 (n=12). Contiene individuos graníticos de los tres yacimientos, entre los que se inserta TLL12, con aportación metamórfica accesoria. Se caracteriza por contenidos bajos de Fe_2O_3 (m=4.732%).

El último cluster, Ma7 está formado por cuatro individuos de Can Modolell, de los cuales, dos pertenecen a la fábrica metamórfica fina MDL-4, uno a la fábrica granítica fina MDL-1.1 y un loner. Ma7 se caracteriza, por tanto, por la matriz fina de sus integrantes. Respecto a la composición, destaca por contenidos altos de CaO (m=3.781%) y SiO_2 (m=67.296) y bajos en Al_2O_3 (m=14.746%) y Na_2O (m=0.688%).

El dendrograma se cierra con tres individuos aislados de *Iluro* que corresponden a fábricas importadas. Por una parte, se encuentra la fábrica moscovítica de PAL16 y PAL17 y, por último, la volcánica de PAL18.

Los datos logarítmicos y la sub-composición de 21 elementos se han utilizado para llevar a cabo un análisis de componentes principales o PCA (Fig.106). Para ello se han utilizado el componente 1, formado principalmente por SiO_2, Ba, Al_2O_3 y K_2O y por el componente 2, compuesto sobre todo por Na_2O, Sr, V y Nb. El componente 1 implica el 27.48% de la variación y el componente 2 el 15.32%, por lo que ambos suponen la representación del 42.80% de la variación.

En el gráfico resultante (Fig.106), se pueden identificar los clusters Ma3, situado en la parte superior en el eje 0.0 y 0.2. Ma6 se identifica en la parte derecha del gráfico, en comp 1=0.2 y comp. 2=0.0. El cluster Ma5 se observa en comp. 1 entre 0.0 y 0.1 y comp. 2 = -0.1. Entre la agrupación de Ma5 y Ma6 se identifican los individuos de los

clusters Ma1 y Ma2, aunque resulta difícil distinguirlos entre sí. Por último, Ma7 se encuentra en componente 1 entre -0.1 y 0.0 y componete 2 entre -0.2 y -0.3.

El núcleo central está ocupado por Ma4, distinguiéndose una tendencia a agrupación de los individuos de *Iluro* en comp. 2 >0.0.

El análisis de correspondencias (Fig. 107) realizado con la misma sub-composición, supone el 66.44% de la variación, donde el *eigenvalue* 1 implica el 43.81% y el *eigenvalue* 2 es el 22.63%. En el gráfico resultante, se obseva una tendencia a la centralización de todos los individuos, con solamente TLL01 separándose del conjunto considerablemente, en dim. 1=0.2 y dim. 2=0.1. En la parte inferior del gráfico, en dim. 1=0.0 y dim. 2 <0.0 se encuentran los individuos del final del dendrograma que no forman parte de cluster alguno. Se identifican únicamente dos de los clustters, Ma1 y Ma7, situados uno al lado del otro en dim. 1 entre -0.1 y 0.0 y dim. 2 entre -0.1 y 0.0. Así mismo, en la parte opuesta a ellos se identifican los individuos que en el cluster Ma5 se han mencionado como más finos y que aparecen de forma correlativa. En el CA se encuentran en dim. 1=0.1 y dim. 2 entre 0.0 y 0.1.

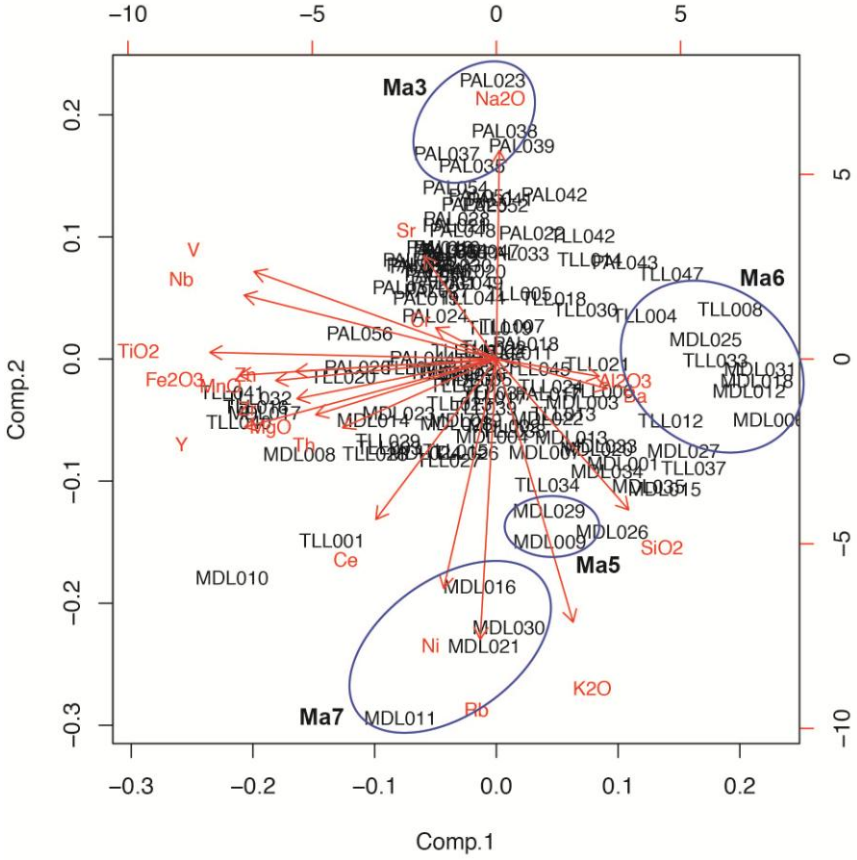


Fig. 107. PCA de la región del Maresme

Respecto a los componentes, Na_2O se separa considerablemente del eje central situándose en dim. 1 entre -.01 y 0.0 y dim. 2 >0.2. Otro elemento que también se separa es Cr, en dim. 1 entre 0.0 y 0.1 y dim. 2 <-0.1. Asímismo, MgO y MnO distan del conjunto central, aunque con menor distancia que los anteriores elementos. Se encuentran ambos en dim. 1= 0.2 y dim. 2= 0.1.

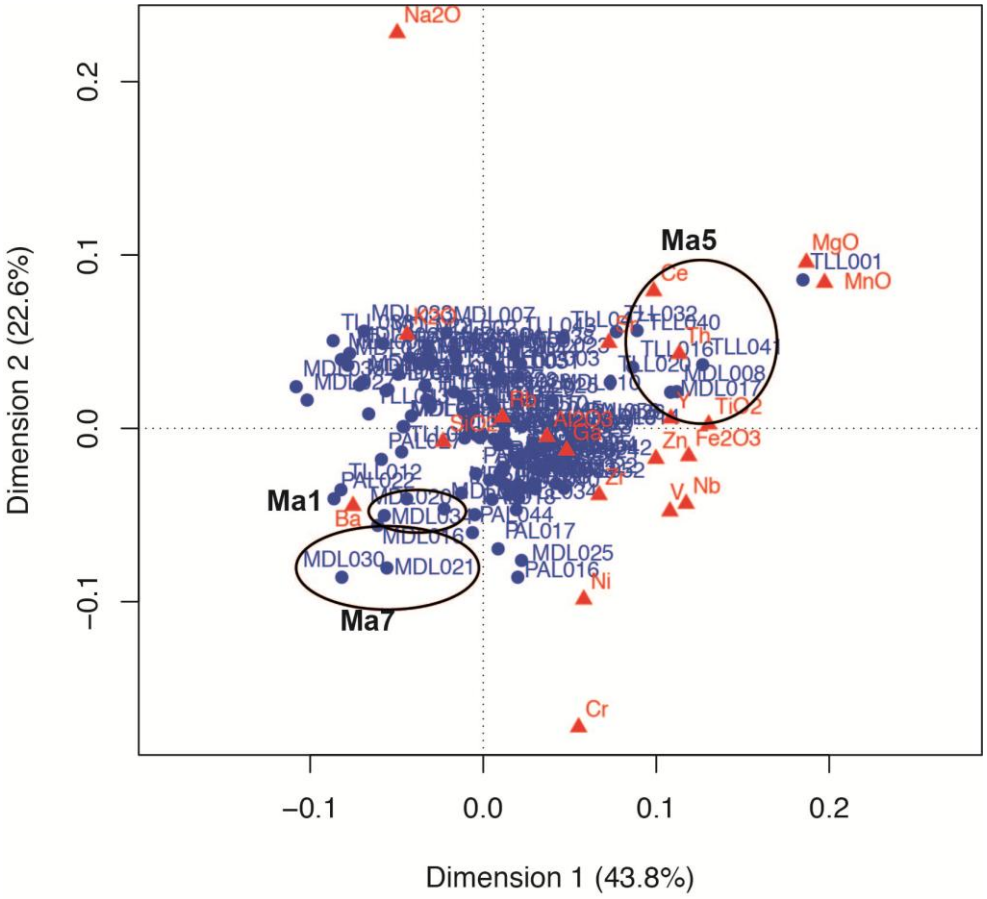


Fig. 108. Análisi de correspondencias de la región del Maresme

7.2. Integración por fábricas

7.2.1. URCP graníticas

Las muestras analizadas se caracterizan por su predominante composición granítica. A lo largo de la descripción por yacimientos se ha podido ver cómo estas muestras integraban la mayor parte de los individuos.

El conjunto granítico suma un total de n=159, cuyos datos estadísticos resumidos por elemento se encuentran en la Tabla 68. Sobre este conjunto se ha realizado una matriz de variación composicional para la sub-composición de 23 elementos, Fe_2O_3, Al_2O_3, MnO, TiO_2, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, SiO_2, Ba, Ce, Cr, Cu, Ga, Nb, Ni, Rb, Sr, Th, V, Y, Zn y Zr. Se obtiene de ello una variación total de 0.91 (Tabla 70), por lo que a pesar de que es un valor <1 y, por tanto, inferior a la mayoría de las exploraciones anteriores, se trata aún de un grupo poligénico. La mayor aportación a la variación viene por Cu ($\tau_{.Cu}$=4.39), CaO ($\tau_{.CaO}$=3.644), Ni ($\tau_{.Ni}$=3.155), MnO ($\tau_{.MnO}$=2.478) y Ba ($\tau_{.Ba}$=2.435). Por el contrario, los más estables son Fe_2O_3

($\tau_{.Fe2O3}$=1.04), Nb ($\tau_{.Nb}$=1.078) y TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=1.087). Se confirma así la tendencia que llevamos viendo hasta el momento respecto a los elementos más variables y los más estables, con la salvedad de que en esta ocasión se presenta también Nb como elemento estable.

Al realizar una nueva variación descartando Cu y CaO, se obtiene una vt=0.625 (Tabla 71), cuyos los elementos con mayor aportación son Ni ($\tau_{.Ni}$=2.778), Cr ($\tau_{.Cr}$=2.369) y MnO ($\tau_{.MnO}$=2.09), mientras que los más estables son Ga ($\tau_{.Ga}$=0.754) y Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=0.755). Se puede ver cómo se mantienen Ni y MnO como los elementos más variables, a los que se añade Cr, ausente en la anterior variación pero que ya se ha evidenciado como elemento susceptible de presentar unaalta variabilidad a lo largo de las exploraciones anteriores. De esta forma, se observa cómo a pesar de aún ser un valor >0.3, se ha reducido mucho respecto a las variaciones del conjunto de todos los individuos (tanto n=270, como de la exploración con n=266), donde las vt suelen ser >0.9. Se aprecia por tanto una tendencia hacia la monogenia de este conjunto granítico.

Con esta sub-composición de 21 elementos y los datos transformados en logaritmos de razones aditivos con Ga como divisor, se ha llevado a cabo un dendrograma utilizando la distancia euclídea cuadrado y el método del centroide (Fig. 108). El resultado es un árbol en el que se distinguen dos clusters (G1 y G2), el segundo de los cuales se subdivide en dos ramas (G2.1 y G2.2), cuyas medias y desviaciones estándar se pueden ver en la Tabla 69. Previamente a G1, se encuentran siete muestras individualizadas que se distancian de los clusters de las que solamente EST30 se podría considerar como outlier del cluster G1.

El cluster G1 está formado por siete individuos, de TLL20 a MDL17. A pesar de tener el número reducido, acopia la mayor variación del conjunto. Se caracteriza por valores altos en Fe_2O_3 (m=7.388%), CaO (m=4.558%), MgO (m=2.023%) y Zr (m=238.8 ppm) y bajos en SiO_2 (m=59.989%) y Ba (m=679.1 ppm). De esta forma, dentro de este cluster se encuentran los individuos con los valores más altos de CaO del conjunto total, con cuatro individuos calcáreos y un *border calcareous* >3.89%. También están los porcentajes más altos de Fe_2O_3 y de TiO_2, elementos geoquímicamente relacionados. A pesar de ello, la diferencia de TiO_2 con los demás elementos no supone una diferencia tan notable como los elementos remarcados como diferenciadores del cluster G1.

.

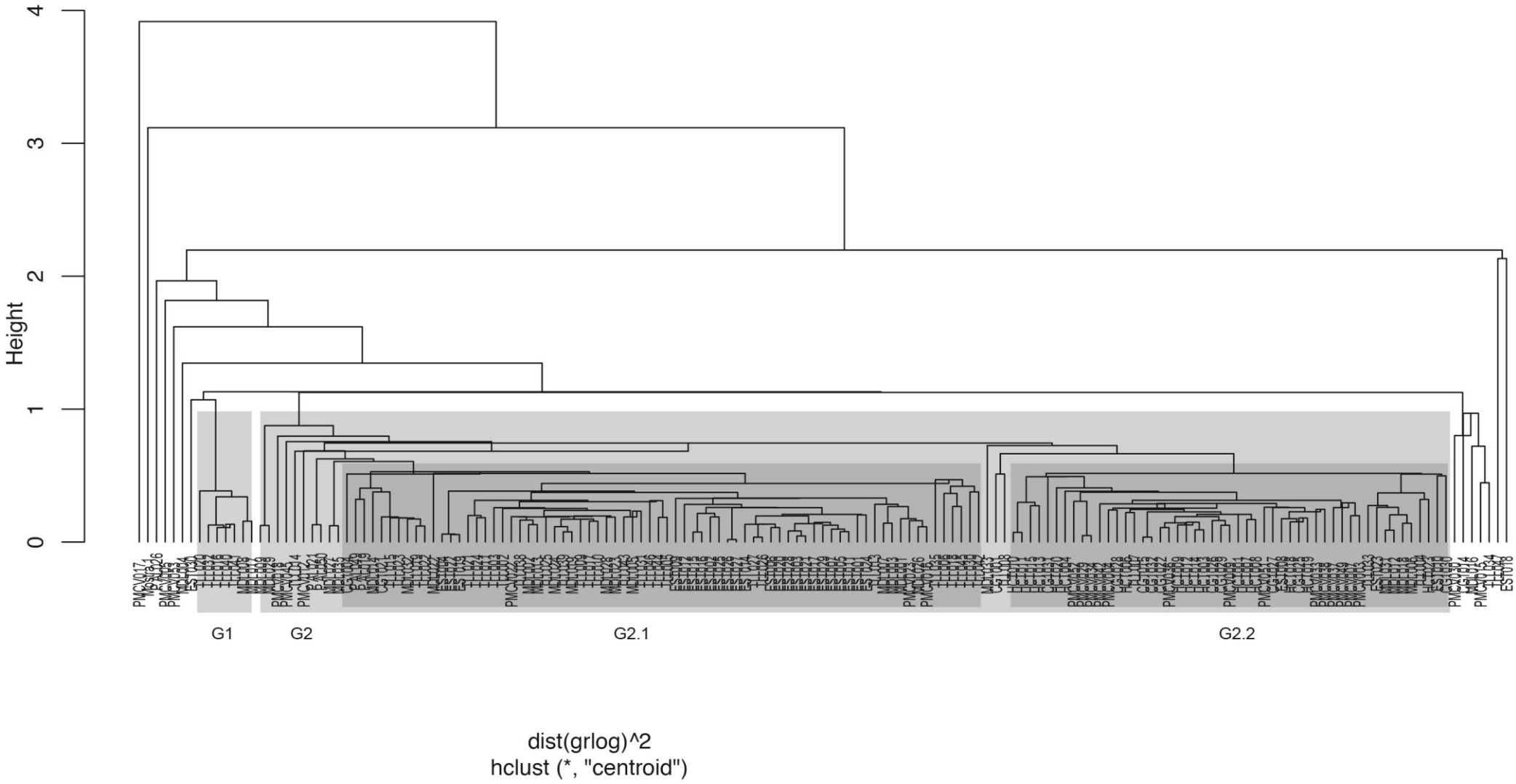


Fig. 109. Dendograma del grupo granítico completo con método del centroide y distancia eyclídea al cuadrado

El cluster G2 incluye 86.79% de las muestras, con n=138, de MDL09 a CG1030. Tomando la distancia de 0.5, se aprecia que 74 corresponden a la rama G2.1 (de CG1004 a TLL42) y 51 para la rama G2.2 (de HCT10 a CG1030). Cabe destacar que la rama G2.1 no contiene ningún elemento diferenciador cuya mediana diste de la del conjunto total. En el caso de la rama G2.2, las diferencias de m con el conjunto total son escasas pero se pueden mencionar niveles ligeramente altos de SiO_2 (m=65.015%) y Ba (m=881.72 ppm)Al final del árbol se encuentran cinco individuos (de PMCV30 a TLL34) que se relacionan con el cluster G2 pero que no forman parte de él, por lo que podrían considerarse outliers químicos de este grupo. Se caracterizan por ser individuos *border calcareous* con niveles de CaO >3.0%, a excepción de TLL34 que presenta un valor de 2.69%. El gráfico se cierra con dos individuos, TLL47 y EST18 que se separan de los clusters y que podrían considerarse de forma aislada.

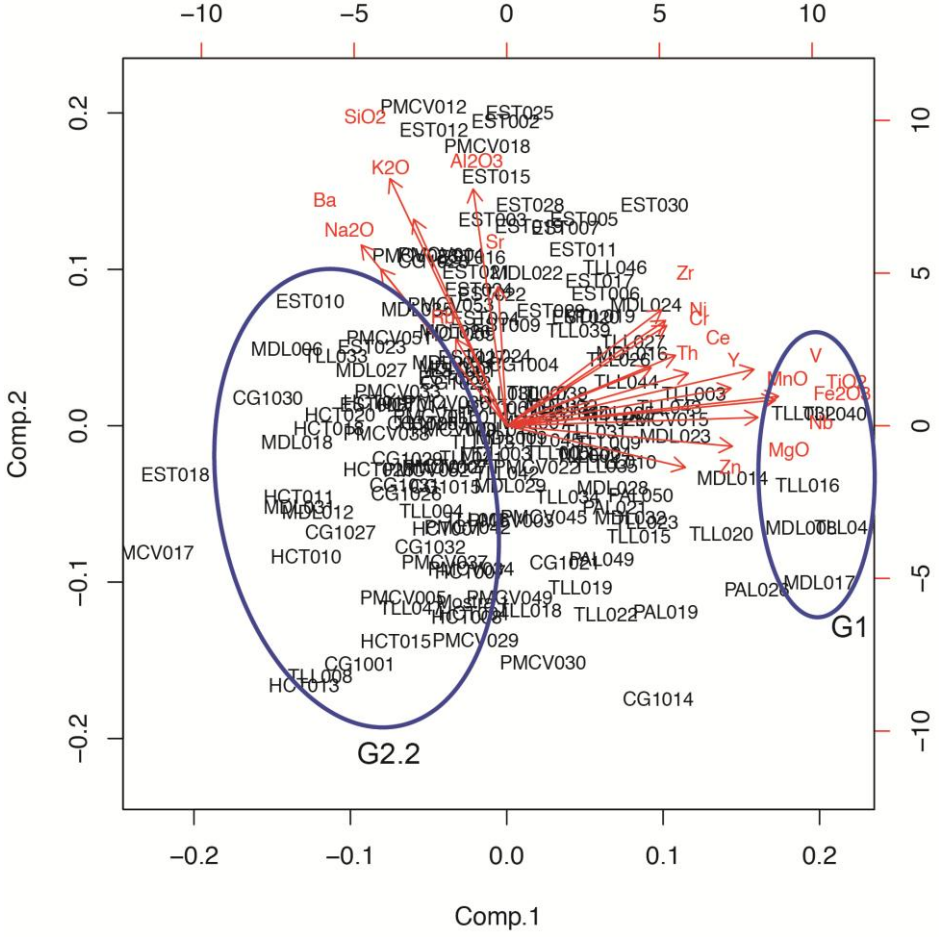


Fig. 110. PCA del grupo granítico

El análisis de componentes principales o PCA está realizado a partir de los datos logarítmicos y acumula el 48.57% de la variación (Fig. 109). El componente 1 supone el 32.87% y está principalmente formado por TiO_2, Fe_2O_3, Nb, V, MgO y MnO. El componente 2 implica el 15.70% e incluye sobre todo SiO_2, Al_2O_3, K_2O, Ba y Na_2O.

En el gráfico se puede observar el cluster G1 situado en comp. 1=0.2 y comp. 2 entre 0.0 y -0.1. Junto a este cluster se sitúan TiO_2, MnO, Fe_2O_3, Nb y MgO. También se aprecia el cluster G2.2 en la parte izquierda del gráfico, entre comp. 1 en -0.1 y 0.0 y comp. 2 entre 0.1 y -0.2. El resto de individuos serían el cluster G2.1, así como los outliers y loners que aparecen principalmente en los extremos del gráfico pero que en algunos casos pueden integrarse con G2.1. Respecto a los componentes, se observan dos ejes de agrupaciones. Por una parte, un eje hacia la derecha que agrupa varios elementos, los más extremos entrando en la delimitación del cluster G1. Por otra parte, un eje diagonal en el cuadrante superior izquierdo en dirección a -5, con SiO_2 como elemento más alejado.

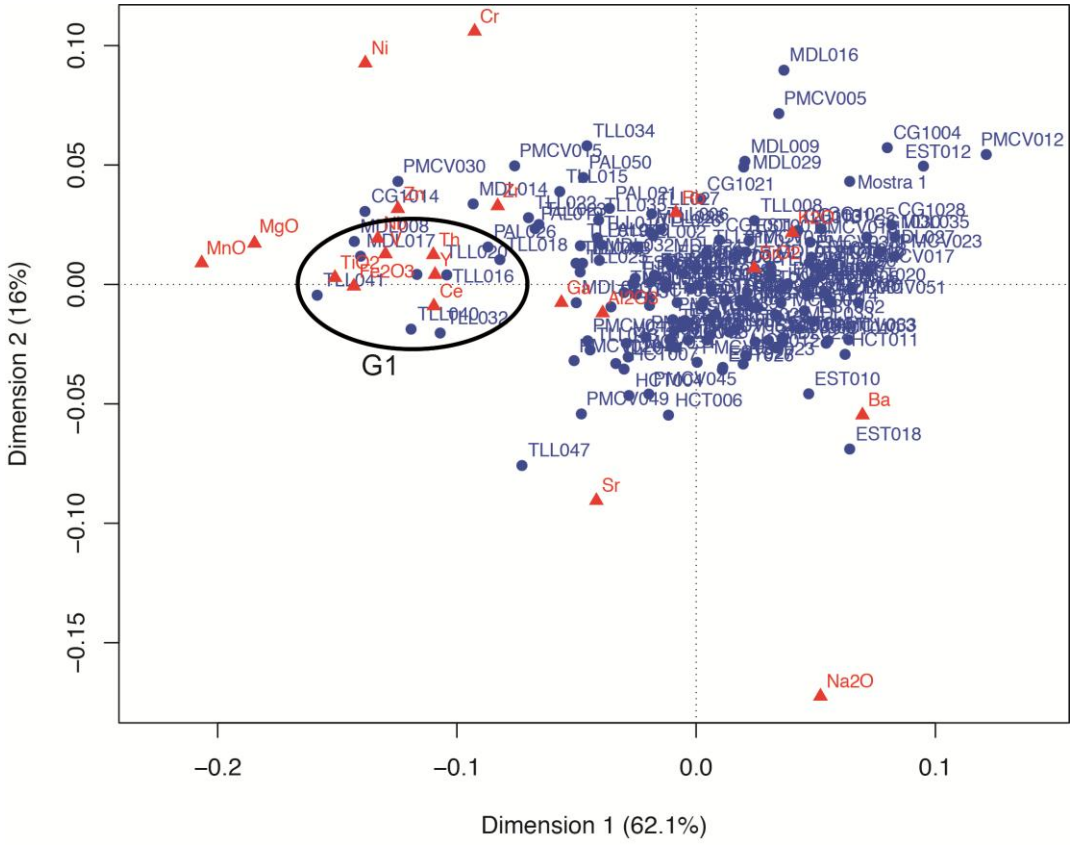


Fig. 111. Análisis de correspondencias del grupo granítico

El análisis de componentes con CA con los datos sin transformar supone el 78.1% de la variación, utilizando el *eigenvalue* 1, con el 62.12% y el *eigenvalue* 2, con el 15.98% (Fig. 110). Se puede observar en el gráfico la separación del grupo G1, situado en dimensión 1 entre -0.2 y -0.1 y dimensión 2=0.0. Al igual que en el PCA, dentro de la delimitación de este conjunto se sitúa una agrupación de elementos químicos como TiO_2, Fe_2O_3, Th, Y o Ce. Los loners y outliers se sitúan más alejados del eje central 0.0, donde se aglutina la mayor parte de los individuos del grupo G2,

siendo difícil la distinción entre G2.1 y G2.2. Los elementos que más se separan del conjunto central mayoritario son Na_2O, situado en dim. 1 entre 0.0 y 0.1 y dim. 2=-0.15, Cr y Ni, en dim. 1=-0.1 y dim. 2=0.10 y MnO y MgO, ambos en dim. 1=-0.2 y dim. 2=0.00. De esta forma, estos elementos que más se separan del eje central coinciden con los elementos de mayor variación composicional.

Según el gráfico de regresión linear, realizado sobre SiO_2 (variable explicativa o eje X) y Al_2O_3 (variable de respuesta o eje Y) y con un intervalo de confianza del 0.99, se ve la poligenia del grupo. El gráfico se ha realizado sobre:

$$\text{formula} = Al_2O_3 \sim SiO_2$$

El gráfico explica el 72.44% del grupo, según el valor de R cuadrado ajustado. El resultado muestra una regresión linear negativa, donde β1=-0.44403, indicando un ángulo próximo a los 45º negativos (Fig. 111). De esta forma, se valida la hipótesis alternativa, con un p-valor= < 2.2e-16.

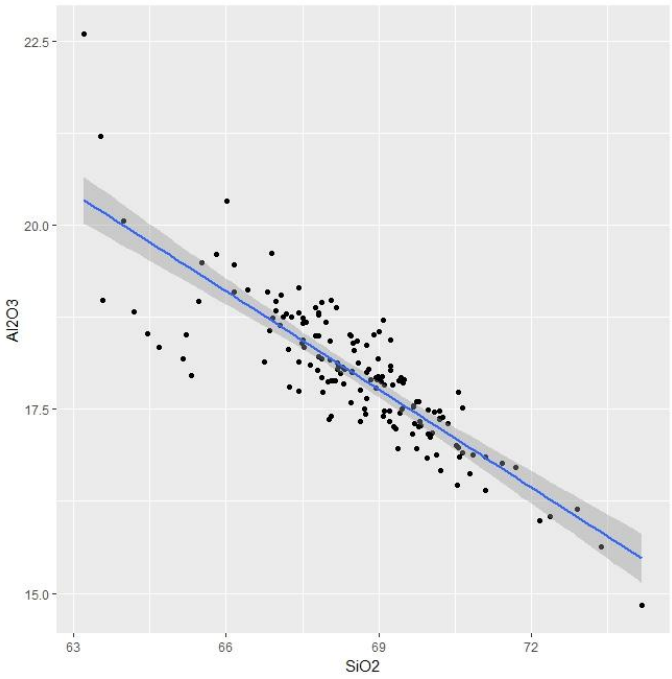


Fig. 112. Regresión lineal para el grupo granítico con SiO_2 y Al_2O_3

Se percibe una tendencia de los individuos, con un aumento de los residuos a medida que se aproximan al eje Y, con un valor de desviación de estos residuos entre 2.256 y -1.444. A pesar del intervalo de predicción de 0.99, se observa que la mayor parte de los puntos sobresalen del mismo.

Finalmente, se han llevado a cabo dos triángulos ternarios con estos individuos graníticos. En primer lugar (Fig. 112), se han seleccionado los elementos X=CaO, Y=SiO_2, Z=Al_2O_3. El resultado pone de manifiesto la naturaleza silícea y no calcárea del conjunto, al situarse todos los puntos concentrados sobre el eje Z-Y, a una distancia de 80 y, por tanto, muy próximos al punto máximo de SiO_2.

Debido al alto porcentaje composicional que supone SiO_2, se ha realizado otro diagrama sin este componente, utilizando Fe_2O_3 (eje X), Al_2O_3 (eje Y) y CaO (eje Z) (Fig. 113). En esta ocasión nuevamente se percibe la naturaleza no calcárea de los individuos, pero a pesar de que la concentración de puntos se separa de CaO, se observan algunos puntos próximos al eje X-Z, lo que supone una diferencia respecto a anteriores diagramas ternarios. La concentración mayoritaria de puntos se sitúa en el eje Y-X, en la distancia entre 20-40, por lo que se puede considerar una tendencia más alumínica que no ferruginosa, de los individuos.

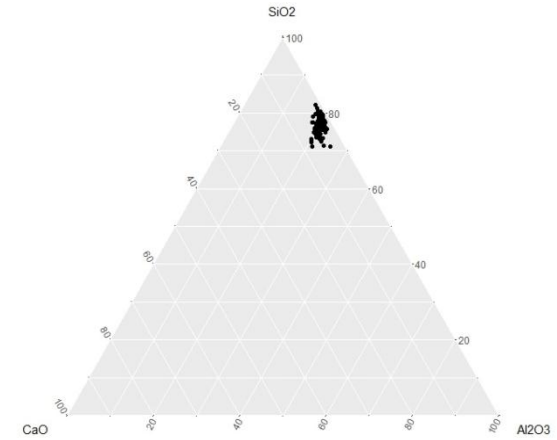


Fig. 114. Diagrama ternario del grupo granítico

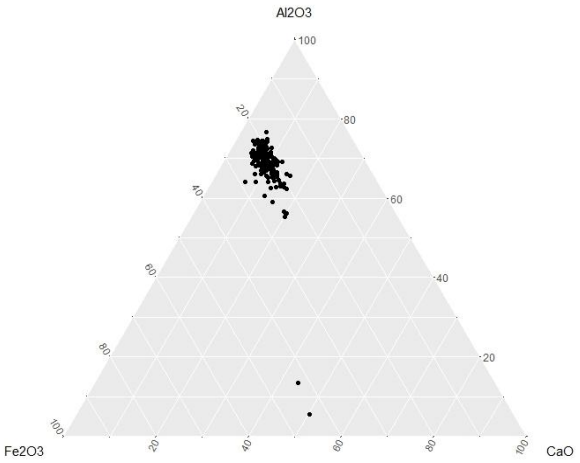


Fig. 113. Diagrama ternario del grupo granítico

- URCP granítica G1: Esta URCP coincide químicamente con el cluster G1. Está integrada por siete individuos: TLL16, TLL20, TLL32, TLL40, TLL41, MDL08 y MDL17, todos ellos de la zona geográfica del Maresme. Tal y como se describe anteriormente, se caracterizan por contenidos altos en Fe_2O_3, CaO, MgO, Zr y bajos en SiO_2 y Ba. Petrográficamente incluye el grupo de Torre Llauder TLL-1.1, los individuos finos de Can Modolell y dos individuos graníticos sin sub-grupo de Torre Llauder, por tanto cerámicas del Maresme.

Están compuestos principalmente por inclusiones graníticas y sedimentarias, destacando la abundante presencia de biotita, tanto en la fracción gruesa como en la fracción fina, lo que se puede relacionar con el alto contenido en MgO (Goldschmidt, 1958). Se observan fragmentos gruesos de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, con frecuencia alterada a sericita y fragmentos de roca granítica que en ocasiones pueden tener texturas micropertítitcas, mirmequíticas, como en TLL45 o pertita, como en TLL32 y MDL17. Como minerales accesorios se observan anfíboles de tipo hornblenda

y actinolita, clinopiroxenos, un fragmento de chamota en TLL40 e inclusiones opaca y otras redondeadas ferruginosas que se relacionan con el alto contenido en Fe_2O_3.

Las inclusiones sedimentarias son abundantes, principalmente del tipo *mudstone*, de matriz entre ocre y marrón y, por tanto, carbonatadas o micáceas que a su vez a pueden contener algún fragmento de cuarzo o de biotita. Se aprecian también algunas micritas, lo que daría respuesta al alto contenido en CaO y algunos *sandstone* de cemento ferruginoso rojizo.

Las matrices son no calcáreas de coloración marrón rojizo y ópticamente activas, con tendencia inactiva en los individuos de MDL. La fracción gruesa es entre común y escasa, formada por inclusiones elongadas y ecuantes entre subangulares y redondeadas, mientras que los *mudstone*s pueden ser amorfos o bien de tendencia ecuante redondeada. Estos fragmentos oscilan entre 0.5 -1.5 mm, pudiendo superar los 2 mm en algunos cuarzos y fragmentos de roca granítica. La moda varía oscina en los 0.15-0.20 mm, pudiendo ser ligeramente superior en TLL02, TLL18, TLL45. La fracción fina es común, entre <15-25%, formada por los minerales accesorios así como inclusiones graníticas de tendencia subangular y redondeada y por abundante biotita. El *sorting* es moderado y bueno.

La porosidad es escasa, formada por micro *vesicles*, meso *voughs* y meso *vesicles* y más raramente, algunos micro y meso canales.

El análisis mineralógico revela presencia de cuarzo, feldepsato potásico, plagioclasa y filosilicatos en distancia $2\theta=10$ sin descomponer, por lo que se estima una TCE baja, >900º. Este pico de illita-moscovita es testimonial en los individuos TLL20 y MDL08 que además contienen espinela y hematita, por lo que su TCE es más alta, pudiéndose incrementar >950º. Además, se distinguen picos de calcita en TLL16, TLL32, TLL40 y TLL41 e incluso gehlenita en TLL41.

- URCP granítica G2: Esta URCP está integrada por 10 individuos: PAL49, PAL19, TLL15, TLL19, TLL22, TLL23, MDL14, MDL22 y CG1021, de los cuales, nueve pertenecen a la misma región del Maresme y solamente uno es de un yacimiento del Vallès. Esta agrupación forma parte del cluster G2.1, caracterizándose por elevados contenidos de Fe_2O_3 (m=6.124%) y Al_2O_3 (m=17.989%) y bajo en Ba (m=627.4 ppm) y Zr (m= 214.7 ppm).

Estos individuos tienen la misma composición petrográfica granítica o granodiorítica, con cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, que puede aparecer alterada

a sericita, biotita y fragmentos de roca granítica, formados por cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa que en ocasiones pueden aparecer como intercrecimientos entre sí o con texturas miermequíticas, como en MDL22, micrográficas, como en TLL19, o micropertítitcas, como en TLL22. Se observan también anfíboles, especialmente hornblenda, como parte principal de la composición. Estos anfíboles, junto con la abundancia de feldespatos y micas, podrían relacionarse con los elevados contenidos de Al_2O_3 (Goldschmidt, 1958). Aparecen también inclusiones sedimentarias de *sandstone*, sobre todo de cuarzo saturado y *mudstone* carbonatada o micácea o bien de matriz rojiza ferruginosa e inclusiones opacas, que responden a los elevados porcentajes de Al_2O_3, en el caso de las matrices micáceas y Fe_2O_3, en el caso de las inclusiones ferruginosas.

Como minerales accesorios se observan circón, epidota, clinopiroxeno, anfíboles verde o actinolita, clorita en MDL14 e inclusiones ferruginosas.

Las matrices son no calcáreas, ópticamente ligeramente activas, bimodales y heterogéneas, con coloración entre gris y negra o bien bicolor en negro y marrón simultáneamente en PAL49 y TLL15, producto de una atmósfera de cocción que combina reducción y oxidación. TLL23 tiene la matriz inactiva y TLL22 presenta actividad óptica activa e inactiva simultáneamente, indicando una cocción irregular de la pieza.

La fracción gruesa es frecuente y heterométrica, con una moda de c.0.5 mm y predominando las inclusiones <1.5 mm, principalmente en cuarzo, feldespato y plagioclasa. De forma rara puede alcanzar tamaños >3 mm en los fragmentos de roca granítica, como en MDL22 y los >1 mm en las biotitas. Son inclusiones tanto elongadas como ecuantes subangulares y subredondeadas, junto con la biotita elongada, que en PAL19 supera el 1.5 mm y moda de 0.3 mm.

La fracción fina <0.05 mm es entre escasa y común, con inclusiones ecuantes y elongadas subredondeadas, principalmente formadas por cuarzo, feldespato potásico, biotita, plagioclasa, anfíboles y los minerales accesorios. Esta distribución de la fracción se traduce en un *sorting* entre moderado y pobre.

La porosidad de este sub-grupo es común, con abundancia de meso *voughs* y *vesicles* elongados y mesocanales con cierta orientación y de forma rara aparecen micro y macro canales muy raramente se ven macro *vesicles* >1 mm, como en TLL19.

Mineralógicamente se observa cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa. Los individuos presentan una elevada descomposición de la illita-moscovita y picos de espinela del tipo hercinita, lo que indica una temperaturas de cocción altas >950º.

Solamente MDL22 tiene una TCE inferior, de ≤900ºcon, evidenciado por altos picos de filosilicatos en la distancia 2θ=10.

- URCP granítica G3: Este conjunto se integra dentro del cluster G2.1 e incluye 57 individuos, de EST04 a PMCV16. En la primera parte del cluster, se puede observar una tendencia de 23 individuos del Maresme, tanto de Torre Llauder (n=25) como de Can Modolell (n=11), entre los que se inserta PMCV22 y el sub-conjunto EST04, EST22 y EST19. Se trataría, por tanto, de un grupo propio del Maresme donde los individos del Vallès podrían ser importaciones regionales.

En la segunda parte, se aglutinan los 21 individuos de Ca l'Estrada, entre los que se insertan PMCV16 y PMCV23 y siete cerámicas del Maresme, TLL13, TLL26, TLL27, MDL01, MDL03, MDL07 y MDL26. En este caso se trata de un conjunto heterogéneo, aunque el elevado número de individuos de Ca l'Estrada podría indicar que se trata de una fábrica propia de este yacimiento.

La URCP G3 presenta las generalidades graníticas tanto químicas como petrográficas. Es decir, químicamente no destaca ningún elemento composicional respecto de la media (m) total del conjunto y petrográficamente corresponde a los grupos graníticos generales y no a un sub-grupo concreto. En este sentido, en G3 se integran individuos pertenecientes a distintas sub-fábricas graníticas (descritas en el Capítulo 6). Todas las sub-fábricas de Torre Llauder tienen representación, con la mayor parte de los integrantes de TLL-1.1 (TLL02, TLL18, TLL45), TLL-1.2 (TLL21, TLL26), TLL-1.3 (TLL11, TLL30, TLL44, TLL46) y la totalidad de TLL-1.4 (TLL04, TLL42). En el caso de Can Modolell, están representados casi todos los individuos de MDL-1.3 (MDL03, MDL05) y MDL-1.4 (MDL19, MDL23, MDL24). Respecto a Ca l'Estrada, se encuentran aquí 24 de los 27 individuos graníticos de este yacimiento. Finalmente, Plaça Major de Castellar del Vallès tiene solamente tres individuos en el conjunto, uno de los cuales pertenece a PMCV-1.1 (PMCV16) y otro a PMCV-1.3 (PMCV22), por lo que podría tratarse de importaciones regionales.

Las características generales de la petrografía de este grupo se basan en su contenido granítico, con presencia de cuarzo, mono y policristalino, feldespato potásico, biotita, plagioclasa, alterada a sericita y fragmentos de roca granítica. Cabe destacar que en los individuos de Ca l'Estrada la presencia de plagioclasa, tanto con o sin alteración a sericita, es mucho menor que en el Maresme. Se pueden distinguir pertitas y texturas

micropertítitcas (TLL03, TLL17, TLL27, TLL38, TLL39, MDL07, MDL13, EST01, EST15, EST16), mirmequítica (TLL06, TLL45, PMCV23), simplectita (TLL13, MDL19), gráfica (MDL19, MDL24), micrográficas (EST02, EST14, EST16), microgranitos (MDL07, MDL26, MDL28). En los individuos de Ca l'Estrada, estas variedades texturales graníticas aparecen con mayor frecuencia, con esferulitas (EST03, EST21), texturas micrográficas (EST03), texturas granofíricas (EST09, EST21, EST24), simplectíticas (EST21), micropertítitcas (EST04, EST24).

Los anfíboles del tipo hornblendas aparecen con frecuencia en este grupo, formando parte tanto de la composición principal, como de forma accesoria. Se aprecia también una tendencia de los anfíboles como composición principal en los individuos del Maresme, mientras que en Ca l'Estrada suelen ser accesorios.

Junto con esta composición granítica, se encuentran inclusiones sedimentarias, de diversos tipos, aunque predominan los *mudstone* de precipitación carbonatada o micácea y *sandstone*s de cuarzo de empaquetamientos saturados o completos, con granos heterométricos (TLL24) o irregulares. Estos *sandstone*s pueden incluir algunos fragmentos de biotita o epidota entre el cuarzo que los forma o bien presentarse con abundancia de feldespato potásico formando arcosas. Más raramente aparecen inclusiones sedimentarias de matriz rojiza ferruginosa con inclusiones de cuarzo y feldespato <0.05 mm (TLL03, TLL21). También se identifican algunas micritas, como en TLL18, TLL26, TLL45, MDL07. De forma rara, se aprecian fragmentos de chert, como en TLL26, TLL27, EST25 y en MDL03 y en EST25 se identifica un bioclasto marino en cada uno.

Estas inclusiones sedimentarias han determinado la distinción de diversos sub-grupos integrados en esta URCP. Así, los individuos de TLL-1.1 presentan mayor frecuencia de inclusiones de *mudstone* y biotita, los individuos de TLL-1.2 tienen un mayor contenido en *sandstone*s de cuarzo, en MDL-1.3 la aportación sedimentaria es igual de cuantiosa que la granítica.

Los minerales accesorios identificados son anfíboles verdes o actinolitas, clinopiroxeno, epidota, clorita, moscovita (TLL06, EST17), inclusiones redondeadas ferruginosas (TLL38, TLL-1.1, individuos de Ca l'Estrada) y circón (TLL25, TLL43, EST11, EST12, EST25, EST28, EST29, PMCV22),

Las pastas son de matrices no calcáreas y bimodales. Predomina la actividad óptica activa, con algunos individuos que combinan partes activas e inactivas en la misma cerámica, como TLL-1.3, TLL-1.4, TLL06 y TLL24, indicando una cocción

irregular de la pieza y solamente los individuos de MDL-1.3 y EST23, EST28, EST29 inactivos. Su coloración es diversa, con individuos de atmósfera de cocción reductora/reductora con tonalidades grises y negros (TLL03, TLL17, TLL21, TLL24, TLL43, TLL-1.4, MDL01, MDL02, MDL12, MDL23, MDL28, MDL29, MDL32, EST02, EST23, EST28, EST29, PMCV22, PMCV23) o degradadas de negro en los bordes a marrón oscuro en el centro (TLL06, TLL10, TLL13, TLL26, TLL27, TLL39, MDL09, MDL24, MDL26, MDL35), otras piezas en marrón oscuro (TLL02, TLL18, TLL25, TLL38, TLL45, MDL-1.3, MDL07, MDL13, MDL18, MDL19, MDL27, MDL31, Ca l'Estrada). Los individuos de TLL-1.3 presentan la particularidad textural de tener una matriz tricolor con degradado entre marrón y negro o gris oscuro, indicando cocción irregular y combinación de atmósfera reductora y oxidante con diferentes TCE.

La fracción gruesa es entre frecuente y dominante, formada por la composición anteriormente descrita. Esta fracción es heterométrica y heteromorfa, con moda entre 0.3-0.5 mm. Los fragmentos que pueden llegar a medidas >3.5 mm, en cuarzo, feldespato, plagioclasa y fragmentos de roca granítica, así como fragmentos elongados foliados de biotita, que puede llegar >1 mm de longitud. Por otra parte, los anfíboles, así como los minerales accesorios, solo muy raramente superan los 0.5 mm de tamaño. Respecto a la forma de las inclusiones, se encuentran tanto ecuantes como elongadas, entre subangulares y subredondeadas, con una tendencia elongada en cuarzos, feldespatos, fragmentos de roca granítica y las inclusiones foliadas como biotita. Las inclusiones ecuantes las forman indistintamente todas las inclusiones, incluyendo los fragmentos sedimentarios <0.5 mm, tanto *sandstone* como *mudstone*. Los *mudstone* carbonatados o micáceos pueden también ser también amorfas heterométricas <1 mm y en MDL-1.3 los *mudstone* amorfos pueden alcanzar los 5 mm.

La fracción fina es entre común y frecuente, formada por cuarzo, feldespato, plagioclasa, biotita, anfíboles y los minerales accesorios que raramente superan los <0.2 mm. El *sorting* es entre moderado y pobre, con solo TLL25, TLL27, MDL13 y MDL35 aproximándose al bueno, mientras que para los individuos de Ca l'Estrada el *sorting* es entre moderado y bueno.

La porosidad es escasa y diversa, no llegando a alcanzar el 10%, por lo que se trata de pastas compactas. Predominan los micro y meso vougs y meso *vesicles*, con algunos macro *voughs* <1.5 mm. Menos abundantes son los meso (TLL03, TLL18, TLL44, MDL23, MDL29 y MDL32) y macro canales (TLL03) y de forma muy rara se

presentan *macrovesicles* y *macrovoughs* >1 mm de diámetro (TLL21, TLL38, TLL44, MDL-1.3, EST01, EST07, EST20, EST25).

Los análisis mineralógicos para estos individuos muestran picos de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa. Se percibe una variedad de TCE. La tendencia principal son temperaturas de cocción altas >950º, debido a la desaparición o bien picos muy poco intensos de los filosilicatos (n=34). Es frecuente hallar picos de espinela, lo que corrobora una TCE >950º.

En los siguientes individuos (n=23), EST04, EST19, TLL02, TLL05, TLL09, TLL10, TLL13, TLL17, TLL18, TLL26, TLL27, TLL30, TLL38, TLL39, TLL43, TLL44, TLL45, TLL46, MDL07, MDL14, MDL19, MDL22, MDL24, y MDL35, se observan picos de illita-moscovita más altos, indicando una TCE inferior a 950º. Además, EST13, EST25, TLL18, TLL26, TLL39 y TLL45 contiene un ligero pico de calcita y chabacita en TLL45 y EST07.

- URCP granítica G4: Este conjunto está formado por cuatro individuos de Horts de Can Torras, HCT10, HCT11, HCT13 y HCT15. Se encuentran en el cluster G2.2 y junto con la URCP G5 se trataría de las fábricas propias del Vallès.

Su composición química es muy similar a la del conjunto total pero se pueden percibir niveles ligeramente altos de Fe_2O_3 (m=4.819%) y SiO_2 (m=65.654%).

Petrográficamente, se corresponde con HCT-1.1, por lo que se observan inclusiones graníticas de cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasa, biotita y fragmentos de roca granítica y minerales accesorios de clorita, epidota, clinopiroxeno y moscovita.

G4 presenta matriz no calcárea, bimodal, ópticamente activa y en degradado entre negro y marrón.

La fracción gruesa es frecuente, con inclusiones ecuantes, redondeadas y sub-redondeadas y alargadas sub-angulares. El tamaño es inferior a las anteriores fábricas, con un máximo de 0.8 mm en la fracción gruesa de fragmentos de roca granítica y sedimentaria. La fracción fina es abundante y se reduce a tamaños <.05 mm. El *sorting* es moderado.

Son pastas compactas con porosidad escasa <5%, consistente *mesovesicles* y *mesovoughs* de <0.1 mm y raramente macro *voughs* de hasta 0.8 mm.

Los difractogramas sitúan la TCE de este grupo en 900-950º, puesto que los picos de illita-moscovita son muy bajos o inexistentes. Por otra parte, la ausencia de espinela sitúa la TCE máxima en 1000º.

- URCP granítica G5: Este conjunto incluye 43 individuos, mayoritariamente de la zona del Vallès: ocho de Can Gambús 1, 12 de Horts de Can Torras, incluyendo la sub-fábrica HCT-1.2 (HCT01, HCT03, HCT07), 14 de Plaça Major de Castellar del Vallès, con individuos de PMCV-1.1 (PMCV07, PMCV29, PMCV33), PMCV-1.2 (PMCV04) y PMCV-1.4 (PMCV49) y dos de Ca l'Estrada. Junto con éstos, se encuentran tres individuos de Torre Llauder (TLL04, TLL07 y TLL33) y cuatro de Can Modolell (MDL06, MDL12, MDL18 y MDL31). De los siete individuos del Maresme, seis de ellos aparecen conjuntamente al final de la rama del dendrograma y únicamente TLL07 se inserta con los individuos del Vallès, indicando una posible importación regional de este individuos

Debido a que es el grupo con muchos individuos similares, su composición química es muy similar a media (m) tota, así como a los valores del cluster G2.2, ya que integra su mayor parte. Únicamente sobresale el Ba, con un valor levemente más alto de m=886.7 ppm.

Se trata de individuos graníticos caracterizados por sus inclusiones de cuarzo (mono y policristalino) , feldespato potásico, plagioclasa, con y sin alteración a sericita, biotita y fragmentos de roca granítica. Se aprecian algunos microgranitos con texturas micrográficas (CG1029, CG1027, CG1026, CG1025, CG1022, CG1015, HCT06, PMCV42, PMCV34, PMCV36, PMCV37, PMCV38), pertititca (CG1030), semiplectítica (CG1025), granofíricas (PMCV03, PMCV09, PMCV34, PMCV37, PMCV38, PMCV51), micropertititcas (EST08, EST10, EST23, TLL04) o esferulíticas (PMCV34, EST23, TLL04), así como algunos intercrecimientos de moscovita (CG1025, CG1029, CG1032, HCT04, PMCV52) e intercremiciemtos de feldespato y clinopiroxeno, en los individuos de Plaça Major de Castellar del Vallès.

Esta composición granítica se acompaña de inclusiones sedimentarias, que aparecen con una frecuencia y cantidad mucho menor que en las fábricas del Maresme, de forma que en el Vallès pueden limitarse a inclusiones accesorias, como sucede en Can Gambús. Por otra parte, en los individuos de Can Modolell, esta proporción aumenta hasta formar parte de la composición principal.

De esta forma, se identifican *sandstone*, con inclusiones de cuarzo puntual en Can Gambús, completo o saturado en Horts de Can Torras y en Plaça Major. También se encuentran arcosas, con cuarzo y feldespato potásico en su matriz, *mudstone*s carbonatados y en Plaça Major pueden ser de matriz silícea o ferruginosa (PMCV03, PMCV04, PMCV09, PMCV51). Muy raramente aparece micrita, solamente en CG1022, HCT04, HCT06, PMCV03, PMCV51. CG1022 y PMCV04, son también los únicos que contiene calcita esparítica en cantidades accesorias, por lo que esta inclusión no es representativa del conjunto.

Los minerales accesorios identificados son la clorita, identificada en Can Gambús, Horts de Can Torras y en PMCV37, PMCV52, EST23, MDL12 y MDL31. Se observa así mismo clinopiroxeno, epidota (CG1022, CG1026, CG1027, CG1030, HCT04, HCT12, HCT18, PMCV36, PMCV51, PMCV52, EST10, MDL12), anfíboles (CG1015, CG1027, PMCV03, PMCV09, PMCV34, PMCV42, PMCV-1.1, TLL04, TLL07, TLL33, MDL06, MDL31) y moscovita (CG1025, CG1029, CG1032, HCT04). Además, se observan inclusiones ferruginosas en HCT20, HCT-1.2, PMCV34, PMCV42, PMCV51, PMCV52, otras opacas en PMCV-1.1 y la presencia de glauconita accesoria en HCT23.

Texturalmente, son matrices no calcáreas, bimodales, y con actividad óptica leve o inactiva, identificándose activa solamente en PMCV04, PMCV34, PMCV42 y PMCV51. Predominan las coloraciones en gris y negro, como consecuencia de una atmósfera de cocción reductora/reductora, o bien gradación cromática entre negro y marrón por la cocción irregular de las piezas (CG1015, CG1026, CG1027, CG1028, HCT04, HCT09, HCT12, HCT18, PMCV04, PMCV36, PMCV38, MDL18, MDL31). Las coloraciones propias de la oxidación, dentro de la gama beige y marrón son minoritarias, y aparecen en los individuos CG1030, CG1032, HCT14, HCT19, HCT23, HCT-1.2, PMCV34, PMCV42, PMCV51, EST08, EST10.

La fracción gruesa es entre frecuente y dominante y en algunos casos puede ser predominante (CG1022, CG1026, CG1029, CG1032). Son inclusiones heterométricas, con abundantes fragmentos superiores a 1 mm y moda entre 0.30-0.40 mm, que en MDL06 llegan a los 5 mm. Estas inclusiones tienden a ser angulares o sub-angulares, e indistintamente ecuantes y elongadas. Los mayores tamaños corresponden a fragmentos de roca granítica, cuarzo, feldespato y biotita, con medidas entre 0.5 y 2 mm y a inclusiones de rocas sedimentarias en los individuos donde aparecen como parte de la

fracción gruesa, como en Horts de Can Torras, donde de forma rara pueden alcanzar 1 mm.

Por otra parte, la fracción fina es siempre entre común y escasa con tendencia entre angular y sub-angular de <0.1 mm. Esta fracción fina está compuesta principalmente por cuarzo, biotita, feldespato potásico y minerales accesorios. El *sorting* es entre moderado y bueno en CG1, PMCV, EST y TLL y entre moderado y pobre en HCT y MDL.

La porosidad es escasa <10% y <15% en HCT-1.2 y PMCV-1.1. Se aprecia en mesovughs y *mesovesicles*. Raramente aparecen *microvesicles* de menos de 0.1 mm (HCT06, HCT14, HCT19, TLL04) y muy raramente *macrovoids* >1 mm (CG1032, HCT-1.2, PMCV51, TLL07) y canales (HCT08, PMCV, TLL07).

Los resultados de DRX presentan en estas muestras picos de cuarzo, feldespatopotásico, plagioclasa e illita-moscovita desompuestos o en avanzado estado de descomposición, denotando temperaturas de cocción altas, superiores a los 950º. Por otra parte, destaca la ausencia de espinela en Can Gambús y Horts de Can Torras, mientras que en Plaça Major de Castellar del Vallès y Can Modolell se encuentra hercinita en PMCV05, PMCV16, PMCV33, PMCV34, PMCV37, PMCV38, EST10. Este mineral sitúa la TCE en >950º. Además, se identifican piroxenos, tanto clinopiroxenos como enstatita en PMCV05, PMCV09, PMCV16, PMCV29, PMCV34, PMCV37, PMCV42, PMCV52 calcita en la distancia 2θ=29-30 en PMCV03, con picos muy bajos.

Por otra parte, CG1022, CG1027, PMCV09, PMCV42, PMCV51, PMCV52, presentan ligeros picos de filosilicatos, por lo que su TCE puede variar a TCE inferiores, entre 900-950º.

A pesar de que todos estos individuos forman parte de un gran grupo granítico, se pueden apreciar ciertas diferencias no solo entre las URCPs sino entre los materiales procedentes de las diferentes regiones estudiadas. De esta forma, se percibe que las cerámicas del Vallès presentan componente más propiamente de graníticos mientras que las del Maresme podríanconsiderarse derivadas de materias primas de origen granodiorítico. En este sentido, se aprecia en el Vallès mayor presencia de variedades texturales graníticas, escasas en el Maresme, mientras que en esta región costera predominan, por el contrario, los anfíboles, minerales que en el Vallès son secundarios. También se aprecia mayor cantidad de rocas sedimentarias en el Maresme que forman

parte de la fracción gruesa con tamaños grandes mientras que en el Vallès son de menor tamaño y aparecen en menor cantidad. Otro rasgo es la presencia de clorita accesoria en las piezas del Vallès, mineral muy residual en el Maresme. Estas biotitas del Vallès se perciben como alteraciones de la biotita, mineral que abunda en estas cerámicas, pudiéndose mencionar también la proximidad del depósito geológico clorítico de esta región (Blech et al., 2012; Solé i Benet, 1988). Estas diferencias se pueden relacionar con la tendencia del Maresme a contenidos más altos de Fe_2O_3 y Al_2O_3, ambos componentes vinculados a la composición granodiorítica de feldespatos, anfíboles y clinopiroxenos, mientras que en el Vallès despunta en contenido de SiO_2, vinculado al cuarzo y, por tanto, a las composiciones graníticas más ácidas (Goldschmidt, 1958).

Respecto a las formas, no se puede establecer una diferenciación clara entre forma y URCP o forma y región. En la URCP G5, coincidiendo con la región del Vallès, se detecta una prácticamente exclusividad de cerámica para ir al fuego, mientras que en las demás URCP graníticas se encuentran tanto ollas, cazuelas, jarras y algunas piezas de cocina accesorias. Los outliers del final del dendrograma corresponden mayoritariamente a formas accesorias, con tres jarras y un mortero, pero también se encuentran una cazuela y dos ollas, por lo que no se puede establecer una relación fehaciente de outliers con formas que no van al fuego.

7.2.2. URCP metamórficas

El conjunto metamórfico está compuesto por un total de 55 individuos, cuyo resumen estadístico de cada uno de ellos se puede encontrarn en la Tabla 72, con el valor máximo, el mínimo, media, mediana y cuantiles.

La matriz de variación composición con los 23 elementos: Fe_2O_3, Al_2O_3, MnO, TiO_2, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, SiO_2, Ba, Ce, Cr, Cu, Ga, Nb, Ni, Rb, Sr, Th, V, Y, Zn y Zr, da como vt=1.43 (Tabla 74). Se pone de manifiesto así la poligenia del conjunto, donde los elementos con mayor aportación a la variación son CaO ($\tau_{.CaO}$=7.796), Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=5.342), Cu ($\tau_{.Cu}$=4.85) y Ni ($\tau_{.Ni}$=4.01), mientras que los más estables son Ga ($\tau_{.Ga}$=1.67), Fe_2O_3 ($\tau_{.Fe2O3}$=1.724) y TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=1.725). Se observa cómo los elementos con mayor y menor variación se repiten también en este grupo, con la particularidad de que el Na_2O, adquiere mayor relevancia que en las fábricas graníticas, por lo que su aportación podría relacionarse con la presencia de inclusiones metamórficas. Debido a que se siguen manteniendo CaO y Cu como elementos de mayor variabilidad, se ha

realizado también en este caso la matriz de variación excluyendo estos dos componentes. El resultado es vt=0.987 (Tabla 75) donde se repiten como elementos de mayor variación Na_2O ($\tau_{.Na2O}$=4.322) y Ni ($\tau_{.Ni}$=3.501), a los que se añaden Zn ($\tau_{.Zn}$=3.193), que aparece por primera vez en las distintas exploraciones como componente de mayor variabilidad, y MnO ($\tau_{.MnO}$=3.018). Los elementos más estables se mantienen similares a los que han aparecido hasta el momento, con Ga ($\tau_{.Ga}$=1.133), Al_2O_3 ($\tau_{.Al2O3}$=1.18) y TiO_2 ($\tau_{.TiO2}$=1.207).

A continuación se han transformado los datos en logaritmos de razón aditivos utilizando el Ga como divisor y con ellos se han elaborado un análisis de cluster con distancia euclídea al cuadrado y método del centroide. Como resultado se obtiene el dendrograma jerárquico (Fig. 114). A pesar de que los resultados con ambas sub-composiciones han resultado muy similares, hemos optado por utilizar el resultado de 21 elementos, excluyendo CaO y Cu, para seguir un criterio homogéneo con las exploraciones previas.

El árbol resultante se caracteriza por diversas parejas de individuos y por un único cluster de n=34 que va de CG1008 a HCT17. Los individuos previos a este cluster y fuera de él, acopian la mayor variabilidad composicional del conjunto, encontrándose aquí los valores más altos y más bajos. En la Tabla 73 se proporciona la media y la desviación estándar para cada cluster, parejas y conjunto total.

En primer lugar, se encuentran de forma aislada las tres muestras de arcilla 5, 3 y 6, todas ellas con altos valores de Zn y bajos en Al_2O_3 y Zn, tal y como se ha indicado al principio del apartado. Seguidamente aparecen tres parejas de individuos: por una parte, MDL21 con MDL30, con niveles altos en CaO (m=2.853%), SiO_2 (m=69.132%) y Ba (m=1108.1 ppm) y bajo en Al_2O_3 (m=14.563%); en segundo lugar, MDL20 y MDL34, que se separan por ser *border calcareous* (m=4.259%), por el alto contenido en Ba (m=1438.0 ppm) y bajo en Fe_2O_3 (m=4.552%), SiO_2 (m=62.043%) y Al_2O_3 (m=4.943%); la tercera pareja está formada por PMCV26 y CG1017, caracterizada por alto contenido de Fe_2O_3 (m=6.358%) y bajo en Na_2O (m=0.630%). Les sigue una pequeña agrupación de tres individuos, PMCV21, CG1033 y CG1034 que presentan altos valores de Fe_2O_3 (m=6.962%), Al_2O_3 (m=19.262%) y Ba (=1057.3 ppm) y bajo en SiO_2 (m=57.798%). Tras dos individuos aislados, aparece otra pareja, TLL37 con MDL15, caracterizada por niveles bajos de SiO_2 (m=63.963%), Ba (m=531.3 ppm) y Zr (m=117.4 ppm). La última pareja previa al cluster está formada por PMCV11 y PMCV46, con el rasgo característico de alto contenido en Na_2O (m=2.479%).

Previamente al cluster principal (Fig. 114) se encuentran tres individuos, de los que CG1008 podría considerarse outlier del cluster. Al englobar la mayor número de individuos (n), los valores de las medias (m) son muy similares a los del conjunto de todos los individuos. A pesar de ello, se puede detectar un porcentaje ligeramente bajo en CaO (m=1.503%) y levemente alto en SiO_2 (m=67.311%). Por otra parte, se puede observar que todos los individuos excepto TLL12 provienen de los yacimientos del Vallès.

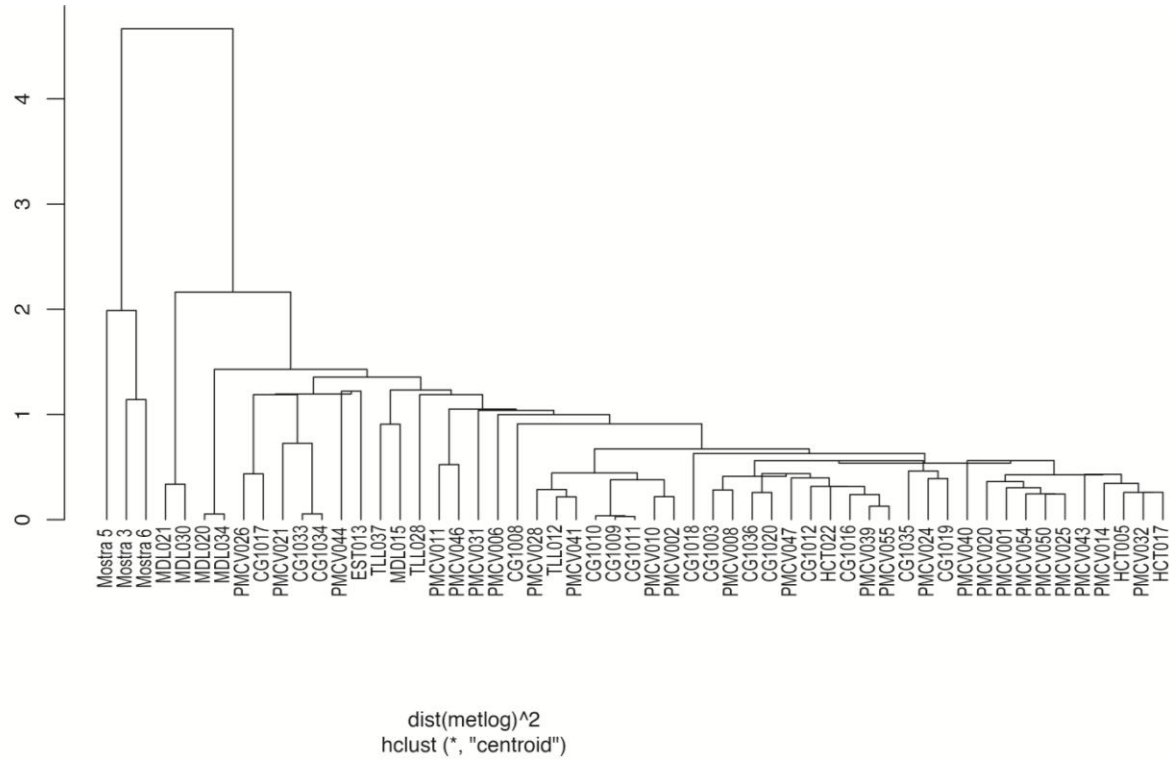


Fig. 115. Dendrograma del grupo metamórfico con distancia euclídea cuadrada y método del centroide

El PCA realizado para este conjunto (Fig. 115), con la sub-composición de 21 elementos y datos logarítmicos, implica el 47.46% de la variación. El componente 1 tiene el 26.65%, focalizado en Na_2O, Zr, Al_2O_3, K_2O y Ba. El componente 2 es el 20.81% y se basa en Ni, Cr, V, Fe_2O_3 y Zn. En gráfico resultante se puede ver claramente las tres primeras parejas del dendrograma, así como la agrupación de tres individuos. La agrupación de tres es la que más se distancia del núcleo, en comp. 1 entre 0.0 y 0.2 y comp. 2=0.4, seguido por la pareja PMCV26 y CG1017, que aparece junto a dos aislados en comp. 1 entre -0.2 y 0.0 y comp. 2=0.2.

Los individuos que aparecen aislados o como outliers en el dendrograma, son los que aparecen más separados del núcleo donde tienden a agruparse los individuos. La pareja PMCV11 y PMCV46 queda integrada con los individuos que forman parte del cluster, mientras que la pareja MDL15 y TLL37 está separada, con TLL37 integrado en el conglomerado de muestras mientras que MDL15 se distancia ligeramente.

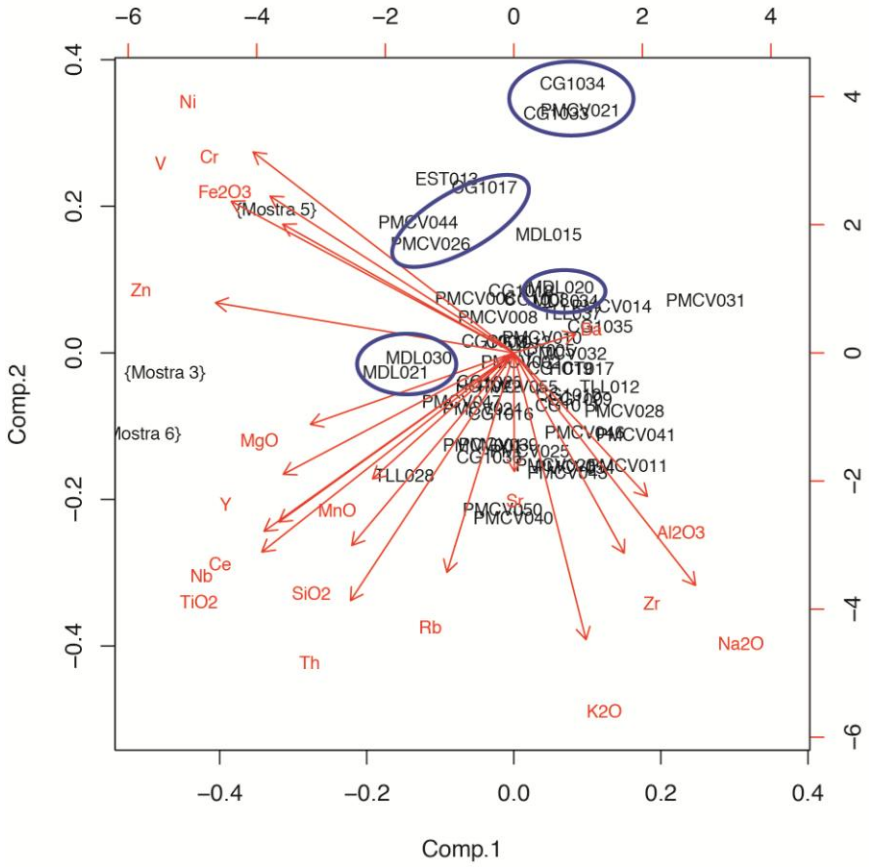


Fig. 116. PCA del grupo metamórfico

Por otra parte, los componentes químicos se encuentran a distancias similares del núcleo, formando un dibujo en forma de abanico. Los elementos con distancia ligeramente mayor, serían Ni, en comp. 1=-0.4 y comp. 2=0.4 y TiO2, en comp. 1=-0.4 y comp. 2=-0.4. Pero más que los elementos que se distancian, la diferencia viene dada por los componentes con escasa distancia del núcleo que son Ga, muy próximo a 0.0 y Sr, en comp.1=0.0 y comp .2=-0.2.

El CA realizado con los datos sin transformar de la misma sub-composición, supone el 78.0% de la variación, con el 52.18% en el *eigenvalue* 1 y el 25.82% en el *eigenvalue* 2 (Fig. 116). El gráfico resultante presenta una tendencia central donde se aglutinan todos los individuos. Las muestras que más se separan son los loners y outliers, sin que puedan distinguirse claramente ninguna de las parejas o bien el cluster. Respecto a los componentes, se puede ver cómo los elementos de mayor variabilidad se separan del grupo, con Na_2O en dim. 1=0.1 y dim. 2=0.3 y diametralmente opuesto a

este componente, está Ni, en dim. 1=0.1 y dim. 2=-0.2, Zn en dim. 1=-0.1 y dim. 2=-0.2 y Cr, en dim. 1=0.0 y dim. 2=-0.2.

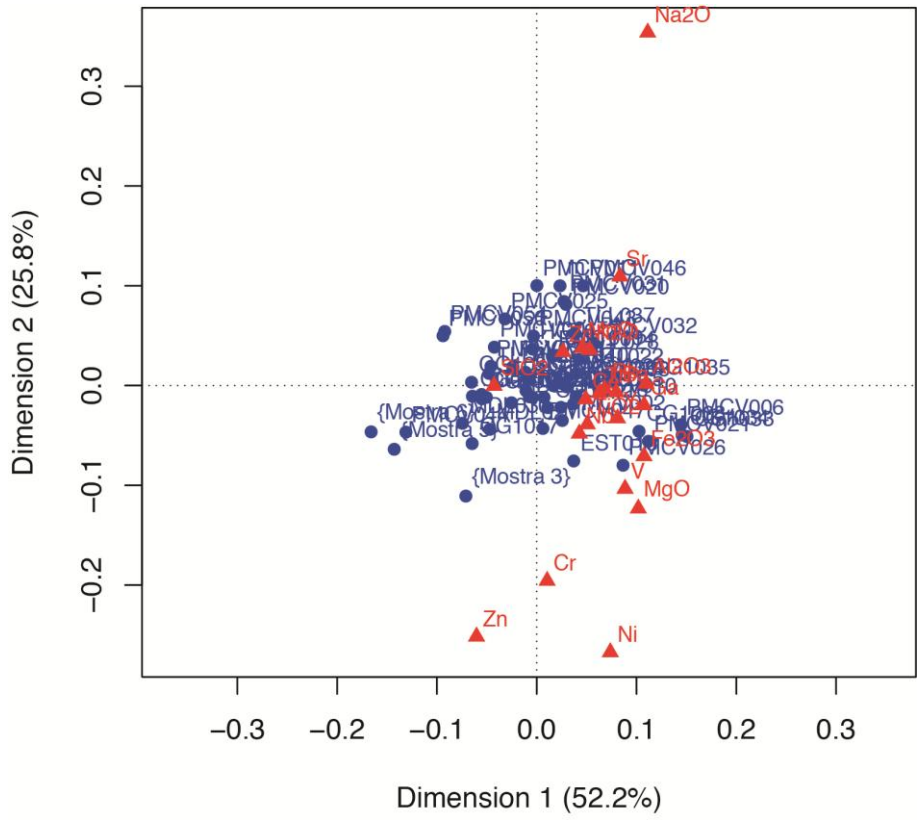


Fig. 117. Análisis de correspondencias para el grupo metamórfico

Al contrario que las fábricas graníticas, este grupo presenta mayores similitudes entre los resultados químicos y la observación y clasificación petrográfica.

El gráfico de regresión linear pone de manifiesto también la poligenia del grupo, aunque a diferencia de la regresión general y granítica, sigue más la tendencia central con menos residuos.

En esta ocasión, se ha realizado el gráfico con las variables SiO_2 (variable de respuesta o eje Y) y Al_2O_3 (variable explicativa o eje X), al ser dos de los elementos que más diferencias han representado en

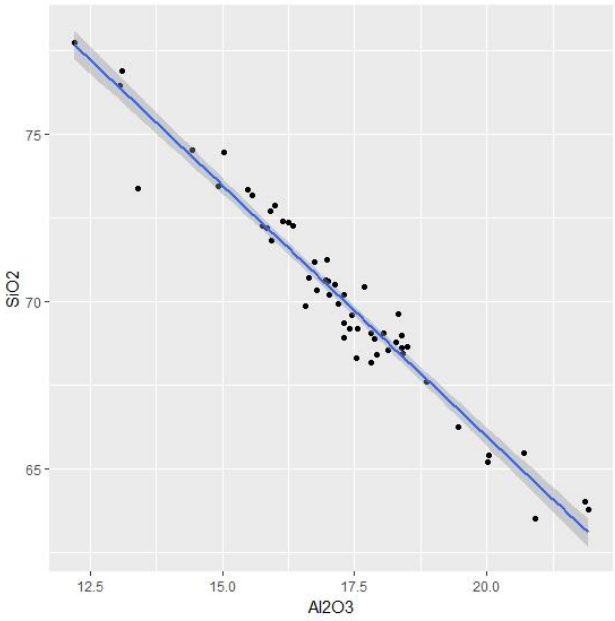


Fig. 118. Regresión linear del grupo metamórfico con Al_2O_3 y SiO_2

este grupo (Fig. 117). De esta forma se obtiene:

$$formula = SiO_2 \sim Al_2O_3$$

Se representa aquí el 94.58% de la conjunto, por lo que se trata de un valor altamente representativo, y con un intervalo predictivo o de confianza del 90%. El valor de la pendiente β1 =-1.5042, indica una regresión negativa ligeramente superior a los 45º, de forma que al aumentar X, disminuye Y. De esta forma, se valida la hipótesis alternativa, con un p-valor= < 2.2e-16.

En este caso, los residuos fuera del intervalo son escasos, aunque la distancia sigue siendo similar a las regresiones de los demás conjuntos, con un intervalo entre 1.130 y -2.514.

Se ha llevado también a cabo una regresión linear entre dos de los elementos más estables del grupo de forma que X= Fe_2O_3 e Y= TiO_2. El intervalo de confianza se mantiene en el 0.90 y la representatividad, según el R cuadrado ajustado, es del 12.4% (Fig. 118).

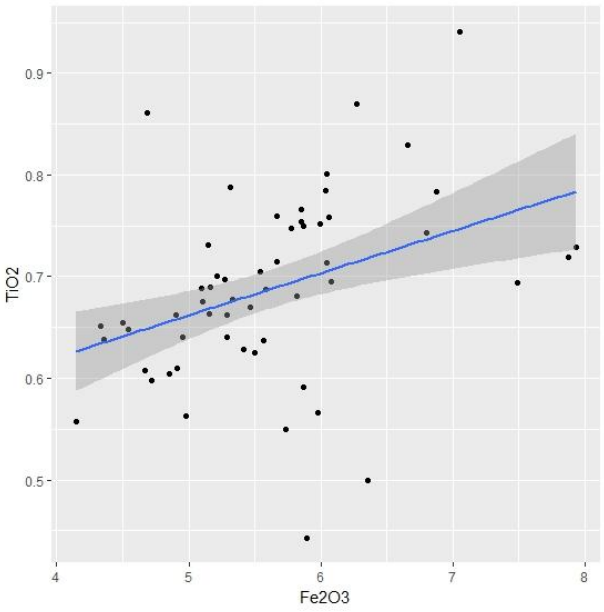


Fig. 119. Regresión linear del grupo metamórfico con $Fe2_2O_{3\,Y}$ TiO_2

Se obtiene así una regresión linear positiva donde β1 =3.4353. El p-valor=0.004116, rechazando así la hipótesis nula.

En este gráfico los puntos se alejan más de la tendencia central, indicando mayor dispersión. Los residuos son numerosos pero situados a menos distancia, entre -1.528 y 2.1719.

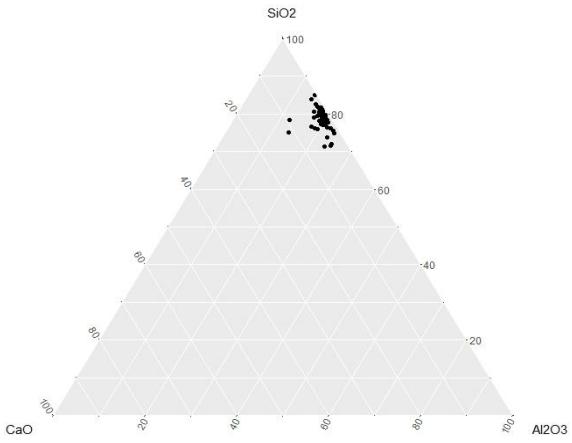


Fig. 120. Diagrama ternario para el grupo metamórfico

Para este grupo también se han llevado a cabo dos diagramas ternarios.

En primer lugar, se han utilizado las variables X=CaO, Y=SiO_2, Z=Al_2O_3, evidenciándose nuevamente la naturaleza silícea de los individuos, con una aglomeración en la distancia 80 del eje Z-Y (Fig. 119). Unos pocos puntos se alejan hacia el eje Y-X pero cuya distancia es menor respecto a Z-Y.

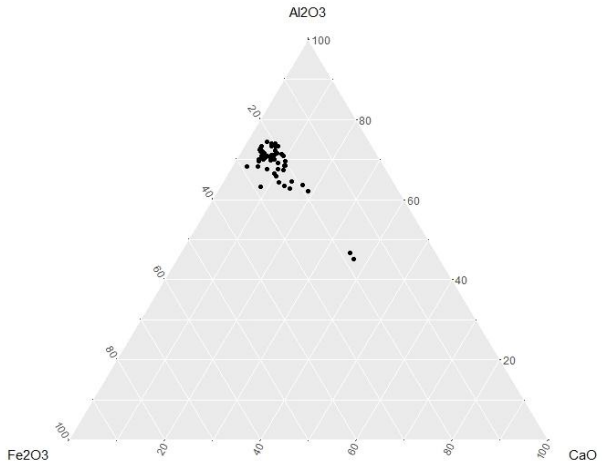


Fig. 121. Diagrama ternario para el grupo metamórfico

Por otra parte, el segundo triángulo donde X= Fe_2O_3, Y= Al_2O_3, Z= CaO (Fig. 120). A pesar de que los puntos aparecen más dispersos, se observa una concentración en el eje Y-X en la distancia 20-40, por lo que se evidencia la naturaleza no calcárea del conjunto. Destacan algunos puntos que se distancian más de esta concentración y se dirigen hacia el eje Z-Y, como representación de individuos ligeramente más calcáreos.

- URCP M1: Este grupo coincide con la fábrica MDL-4, integrada por MDL21 y MDL30. Se caracteriza por su composición principalmente granítica, donde la aportación metamórfica es escasa en relación a la granítica, lo que se puede relacionar con los contenidos altos en SiO_2 y Ba y bajos en Na_2O y Al_2O_3. Las principales inclusiones son cuarzo y feldespato potásico, algunos con textura mirmequítica, con inclusiones de fillita y cuarcita, así como *mudstone* carbonatado y calcáreo, que explicaría el alto contenido en CaO. De forma accesoria y como parte de la fracción fina, se detecta epidota y biotita. En MDL21 se identifica un bioclasto marino y en MDL30 chert y clinopiroxeno accesorios.

Son matrices no calcáreas, oscuras y ópticamente inactivas. La fracción gruesa es entre común y escasa, pocos fragmentos entre 0.3-1 mm ecuantes, mientras que la fracción fina es dominante, evidenciándose en una moda de 0.15 mm. Las formas de mayor tamaño tienden a ser elongadas subredondeados o redondeados de cuarzo, fillita e inclusiones sedimentarias, mientras que la fracción fina es más bien ecuante entre subangular y subredondeada. La porosidad es escasa con meso *vesicles* y mesocanales y pocos macro *voughs*.

La TCE es alta >950º a causa de la desintegración de los filosilicatos en 10Å y presencia de espinela hercinita en 36-37Å.

- URCP M2: Al igual que en el caso anterior, este grupo coincide con la fábrica MDL-3, con los individuos MDL20 y MDL34. Químicamente destaca por los contenidos bajos en Fe_2O_3, SiO_2 y Al_2O_3 y alto en CaO. Se caracteriza por su composición granítica de cuarzo, feldespato potásico, biotita y fragmentos de roca granítica, pero en esta fábrica la aportación metamórfica y sedimentaria es frecuente, lo que se puede relacionar con este contenido bajo en SiO_2. La aportación metamórfica viene por inclusiones de fillita, fragmentos de roca metamórfica granoblástica de cuarzo y biotita, esquistos de moscovita y cuarcita. Así mismo, abunda la aportación sedimentaria, con fragmentos de calcita esparítica y *mudstone* carbonatado y micáceo. Como materiales accesorios se identifican moscovitas, algunos cherts y algunos microgranitos.

Son matrices no calcáreas, de color marrón oscuro, ópticamente activas y de *sorting* pobre. La fracción gruesa es frecuente y heterométrica, mientras que la fracción fina es escasa. Son formas ecuantes redondeadas y subredondeadas y más escasas, elongadas subangulares que pueden superar los 2 mm en cuarzo, roca metamórfica y calcita esparítica.

La porosidad es muy escasa, con *mesovoughs* y meso y macro canales, de hasta 1.8 mm de longitud. Algunas de las cavidades contienen calcita secundaria.

Los picos altos de illita-moscovita en los difractogramas indican una TCE baja de 900º o inferior. Se observan también picos de calcita que podrían a causa de una posible contaminación relacionada con la abundante presencia de calcita secundaria y con los altos niveles de CaO.

- URCP M3: Esta fábrica coincide con la CG-2.3, con los individuos CG1033 y CG1034. Se caracteriza por un alto contenido de Fe_2O_3 y Al_2O_3, a la vez que bajo contenido de K_2O y SiO_2.

Su composición es principalmente granítica y consta de inclusiones graníticas de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita, epidota y fragmentos de roca granítica. Las inclusiones metamórficas son escasas, integradas por fillitas y esquistos moscovíticos. La principal característica de esta sub-fábrica es la abundancia de biotita gruesa. Los minerales accesorios son micrita y algunas calcitas.

La matriz es no calcárea, bimodal, ópticamente inactiva y de color marrón muy oscuro. Tiene un *sorting* pobre, con la fracción gruesa dominante, hasta 1 mm con fragmentos mayores de biotita y roca granítica que pueden llegar hasta 4.8 mm.

Se aprecian en los difractogramas cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y ligeros picos de filosilicatos ya en descomposición avanzada, apuntando a una TCE de 950º, aunque la ausencia de espinela lo sitúa en <1000º.

- URCP M4: Esta fábrica está integrada por ocho individuos, tres de CG1, que corresponden al grupo CG1-2.1 (CG109, CG1010, CG1011), cuatro de PMCV (PMCV02, PMCV10, PMCV28, PMCV41) y entre todos estas piezas de yacimientos del Vallès se encuentra también una del Maresme, TLL12.

Químicamente se caracterizan por contenidos bajos de Fe_2O_3 y Ba. Petrográficamente este grupo combina inclusiones graníticas, con cuarzo mono y policristalino, feldespato potásico, plagioclasa, con frecuencia alterada a sericita, biotita y fragmentos de roca granítica, que en PMCV02 puede aparecer como microgranitos. Así mismo, es muy abundante la aportación metamórfica, con fillitas, cuarcitas e inclusiones metamórficas granoblásticas o bien granolepidoblásticas (formadas por cuarzo, feldespato potásico, aportaciones ferruginosas y micáceas, o inclusiones pizarrosas de micas, cuarzos y feldespatos). Menos abundante son lo esquistos.

Las inclusiones accesorias son clinopiroxeno, epidota e inclusiones ferruginosas ecuantes, moscovita (PMCV41), anfíboles (CG1009, CG1010, CG1011, TLL12) y chert (PMCV10). Cabe destacar también la escasez de inclusiones sedimentarias en esta fábrica, ausenten en PMCV y que en CG1 se basan en *sandstone* de cuarzo completo y *mudstone* silíceo y en TLL12 en *sandstone* de matriz ferruginosa.

Las matrices son no calcáreas, bimodales y con actividad óptica es mixta, es decir, combinando zonas levemente activas y otras inactivas. Pueden tener colores en marrón oscuro (PMCV10, PMCV41, TLL12) o bien reductoras en escala de grises (CG1009, CG1010, CG1011, PMCV02, PMCV28).

La fracción gruesa es frecuente en los cuarzos, fragmentos de roca granítica y metamórficas, con moda de 0.25 mm y cuyos fragmentos mayores pueden llegar a >2 mm. Estas inclusiones son indistintamente ecuantes como elongadas, entre subangulares y subredondeadas. La fracción fina es entre común y escasa, con cuarzo, biotita y minerales accesorios en su composición. El *sorting* es entre bueno y moderado.

La porosidad es así mismo entre común y escasa, con *microvoughs* y *vesicles* (PMCV10), *mesovoughs* y *vesicles* (PMCV10, PMCV41).

La temperaturas de cocción se estiman altas, >950º, puesto que los difractogramas muestran la descomposición total o en proceso, de la illita-moscovita. Se observan también picos de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa Así mismo, se identifican picos de espinela de tipo hercinita en la distancia 2θ=36-37 y en algunos individuos también en 2θ=31 (PMCV02, PMCV28). Solamente PMCV02 presenta picos de calcita.

- URCP M5: Todos los individuos de este grupo provienen de yacimientos del Vallès. Son 13 individuos de los cuales, siete son de CG1, incluyendo CG1-2.2 (CG1003, CG1012, CG1016, CG1019, CG1020, CG1035, CG1036), uno de HCT (HCT22) y cinco de PMCV (PMCV08, PMCV24, PMCV39, PMCV47, PMCV55).

Se caracteriza por los bajos niveles de CaO y de Ba y petrográficamente se componen de granito con aportaciones metamórficas y sedimentarias.

Este grupo está compuesto por inclusiones de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, con frecuencia alterada a sericita, biotita y fragmentos de roca granítica, con algunas texturas micrográfica (CG1016, HCT22) y esferulíticas (CG1020). La aportación, sedimentaria se fundamenta en de rocas cuarzosas, con *sandstone*s cuarzosos saturados y completos con feldespato o con biotita (CG1003 y CG1020) o *mudstone* silíceo (CG1003, CG1012, PMCV08) o carbonatado (PMCV24).

La aportación metamórfica se observa en fillitas, cuarcitas, en inclusiones granoblásticas de cuarzo y feldespato (CG1012, CG1016, CG1018, CG1036, PMCV08, PMCV24, PMCV39, PMCV47) y esquistos micáceos (CG1003, CG1012, CG-2.2, PMCV42, PMCV39). En menor frecuencia, se identifican inclusiones lepidoblásticas de moscovita de forma accesoria (CG1036) y metamorfismo polimórfico de cuarzo, moscovita y feldespato (CG1008).

Como minerales accesorios, se observan clinopiroxeno, anfíboles (CG1003, CG1016 y CG1020), clorita (CG-2.2, HCT22), moscovita (CG-2.2), epidota (PMCV24, PMCV39, PMCV47), algunas micritas (CG1036) y muy raramente calcita (CG1003) e inclusiones ferruginosas (PMCV24).

Las muestras presentan matriz no calcárea, gruesa, bimodal, con actividad óptica ligera o inactiva y de diversidad cromática, desde colores grises reductores (CG1016, CG1036, HCT22, PMCV08, PMCV24, PMCV39, PMCV47), anaranjados

por la oxidación (CG1020, CG-2.2, PMCV24), a individuos bicolores entre negro y marrón (CG1003, CG1012).

La fracción gruesa >0.20 mm es dominante, con moda entre 0.25-0.30 mm. Algunas inclusiones metamórficas o fragmentos de granitos pueden ser superiores a 1 mm (CG1003, CG1012, CG1020) e incluso alcanzar los 8 mm en CG-2.2. Los fragmentos de roca granítica y las aportaciones metamórficas alcanzan el mayor tamaño, repartidos de forma heterogénea en las muestras, en diferentes proporciones pero siempre como parte de la composición principal. Las inclusiones tienden a ser angulares o sub-angulares, o bien redondeadas o sub-redondeadas en el caso de las aportaciones metamórficas y sedimentarias. El *sorting* es entre bueno y moderado, solamente pobre en CG1012, CG-2.2.

La fracción fina es variable, predominando la frecuencia entre común y escasa. Los individuos CG1016, CG1020, CG1036, HCT22, PMCV55 tienen la fracción fina entre común y dominante, con abundancia de granos <0.1 mm y su fracción gruesa es escasa, con un porcentaje estimado del 5-10% y moda de 0.10 mm.

La porosidad es escasa, indicando individuos compactos y ligeramente mayor, en CG1003. Se observan *mesovesicles* y *mesovoughs* <0.2 mm y de forma rara algunos *macrovoids* superiores a 0.4 mm (CG1018, PMCV08, PMCV55) y *microvoughs* o *microvesicles* (PMCV24, PMCV39).

La TCE de estos individuos es heterogénea, aunque predominan las temperaturas altas entre 950-1000º. En los difractogramas de identifican picos de cuarzo, feldespato potástico y plagioclasa. Por el contrario, se percibe el la decomposición total o en fase avanzada de los filosilicatos. Más escasos son los picos de illita-moscovita altos, indicando un rango de temperaturas más baja, de 900º, como en CG1012, CG-2.2.

- URCP M6: Este grupo está integrado principalmente por individuos de Plaça Major de Castellar del Vallès, con nueve individuos (PMCV01, PMCV06, PMCV14, PMCV20, PMCV25, PMCV32, PMCV40, PMCV43, PMCV54) y dos de Horts de Can Torras (HCT05, HCT17). Entre ellos se incluyen las fábricas PMCV-2.5 (PMCV40, PMCV43), PMCV-2.6 (PMCV25, PMCV50) y PMCV-2.7 (PMCV01, PMCV32).

Este grupo presenta una composición granítica, con inclusiones de cuarzo mono y policristalino, feldespato potásico, plagioclasa alterada a sericita, biotita y fragmentos de roca granítica. Así mismo, PMCV14 incluye en su composición principal

moscovita en intercrecimiento tanto con cuarzo, como con feldespato potásico y biotita. Esta composición granítica está acompañada de aportación sedimentaria a modo de *mudstone*s carbonatados o silíceos y en el caso de PMCV-2.5 se añaden inclusiones calcáreas de micritas y calcitas esparíticas. Se identifican también en PMCV-2.6 y PMCV-2.7 *sandstone* de matriz silícea o ferruginosa con inclusiones flotantes de cuarzo, plagioclasa alterada a sericita y clinopiroxeno y *sandstone*s de cuarzo con empaquetamiento saturado o completo (HCT05, HCT17).

Esta presencia de inclusiones sedimentarias calcáreas se relaciona con los contenidos ligeramente altos en CaO de este grupo.

La aportación metamórfica consiste en fillitas, pizarras, cuarcitas y fragmentos granoblásticos de cuarzo y feldespato potásico, que se presentan en cantidades moderdas, escasas respecto a la aportación granítica.

Como minerales accesorios se identifica clinopiroxeno, epidota, anfíboles (PMCV43, PMCV-2.6, PMCV-2.7), moscovita (PMCV40, PMCV43, PMCV-2.6), inclusiones ferruginosas (PMCV-2.7, HCT05, HCT17) y feldespatos alterados amarillentos (PMCV-2.6).

La matriz es no calcárea, bimodal y micácea en PMCV-2.6 y PMCV-2.7. La actividad óptica diversa, con matrices mixtas, es decir, con zonas levemente activas, otras completamente inactivas en el mismo individuo, o más raramente, activas completamente (PMCV-2.5). El color es principalmente en tonos marrones degradados y dos individuos, PMCV54 y PMCV20 en grises y negros.

La fracción gruesa >0.5 mm es frecuente, con moda 0.20-0.25 mm. Los mayores fragmentos los configuran la roca granítica, cuarzos e inclusiones metamórficas, que pueden alcanzar tamaños de 1.9 mm. Estas inclusiones tienden a ser tanto ecuantes como elongadas, entre subangulares y subredondeadas, con una tendencia ecuante en la aportación granítica y sedimentaria y elongada en metamorfismo y biotitas. El *sorting* es entre moderado y bueno o entre moderado y pobre en PMCV-2.6 y HCT05. La fracción fina es entre común y escasa, con inclusiones de cuarzo, feldespatos, biotita y los minerales accesorios.

La porosidad es escasa, especialmente representada como *mesovoughs* y *mesovesicles* y algunos *macrovoughs* amorfos de hasta 1.5 mm.

Los difractogramas muestran la presencia de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y la descomposición de los filosilicatos, con picos muy bajos o ya totalmente

desaparecidos. Así mismo, la presencia de espinela de tipo hercinita, indican un rango de TCE alto entre 950º-1000º.

El primer rasgo que se puede recalcar de las fábricas metamórficas es la escasez de individuos en el Maresme, con ocho individuos de un total de 56, lo que supone el 14.3% del total del conjunto. Se trataría por tanto de un grupo de fábricas del Vallès. Este rasgo coincide con la geología de la zona, puesto que aquí es donde los depósitos metamórficos se encuentran a menor distancia, con abundancia de fillitas y pizarras (Berastegui y Losantos, 2001, 2001; ICGC, 2005a; Riutort et al., 2018). Se aprecia también un descenso en las concentraciones de SiO_2 respecto al grupo granítico, más acentuado en las fábricas donde la aportación metamórfica es mayor, debido a la reducción de las inclusiones graníticas relacionadas con este componente. Así mismo, se detecta también un descenso de Fe_2O_3 y de Al_2O_3, que podría ser motivado por la escasez de anfíboles (Goldschmidt, 1958), respecto a los individuos del Maresme, donde este mineral es más abundante. Cabe destacar que estos grupos metamórficos presentan contenidos de Na_2O más elevados que en las fábricas graníticas, aumentando en las agrupaciones donde la aportación metamórfica es mayor, por lo que se puede establecer una relación geoquímica directa entre el metamorfismo de estas cerámicas y los contenidos de Na_2O.

Todas las URCPs metamórficas corresponden a cerámicas para ir al fuego, tanto ollas como cazuelas. Cabe descatar que M3 corresponde únicamente a dos cazuelas, sin incluirse ollas en esta fábrica. Por otra parte, en M5 y M6 se incluyen otras formas cerámicas, aunque siguen predominando las cerámicas para ir al fuego. Así, M5 está formado por ollas y un barreño, por lo que podría tratarse de una fábrica caracterizada por piezas de paredes gruesas y pastas poco depuradas. En M6 se encuentran ollas, un puchero, un barreño y un *dolium*.

7.2.3. Otros grupos e individuos cerámicos

Fuera de los grupos granítico y metamórfico se encuentran 22 individuos.

- Fábricas calcáreas: Solamente siete individuos son calcáreos, de los cuales tres corresponden a Can Gambús (CG1006, CG1007, CG1037), dos a Plaça Major de Castellar del Vallès (PMCV19, PMCV35) y otros dos a Torre Llauder (TLL01, TLL29).

Los cinco individuos de la región del Vallès forman una fábrica por sí mismos, URCP C1, de la que se separan las dos muestras de Torre Llauder.

URCP C1, con n=5, se caracteriza por tener las mayores diferencias químicas en relación a los demás grupos e individuos establecidos. Se pueden observar niveles altos de Fe_2O_3, CaO, Al_2O_3, MgO, Ba, Sr, Zn y muy bajos en SiO_2. La escasez de inclusiones graníticas podrían explicar el bajo contenido en SiO_2, al igual que las pastas calcáreas e inclusiones micríticas se relacionan con los contenidos altos de CaO, Sr y MgO.

Está compuesta por inclusiones graníticas, sedimentarias y metamórficas, de forma que la aportación granítica es menos importante que en el resto de grupos, quedando diluida por la elevada contribución metamórfica y sedimentaria. Las principales inclusiones son micrita, *sandstone* de cuarzo saturado o de matriz calcárea y fillita. Así mismo se encuentra cuarzo, feldespato potásico, biotita, algunas plagioclasas alteradas a sericita (en PMCV). Como minerales accesorios se identifica moscovita en CG1 y algunos clinopiroxenos en PMCV e inclusiones ferruginosas en PMCV35.

La matriz es calcárea, más fina que los demás grupos y actividad óptica ligeramente activa. Presentan tonalidades oxidantes en marrón o policromada por la mezcla de arcillas (PMCV35) La fracción gruesa es escasa, con inclusiones hasta 0.2 mm y muy raramente de hasta 0.7 mm (CG1037, PMCV19, PMCV35), con formas ecuantes entre subangulares y subredondeadas. La fracción fina es dominante, con moda de 0.10 mm y *sorting* moderado. Por otra parte, la porosidad es escasa con micro y *mesovesicles* y escasos *voughs* amorfos de >1 mm.

La TCE de estas muestras tiende a ser baja <950º, con cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y picos poco intensos de illita-moscovita que en CG1037 son más pronunciados, apuntando a un rango de cocción más bajo. Se aprecia espinela, además de piroxenos y en PMCV35 aparecen también hematitas.

Por otra parte, TLL01, a pesar de ser calcárea no forma parte de C1. Su composición es principalmente granítica, sin presencia de metamorfismo alguno y nuevamente aparecen anfíboles entre su composición accesoria, mineral que se ha observado en la mayoría de las cerámicas del Maresme. Se caracteriza por la matriz calcárea, marrón y ópticamente activa. La fracción gruesa es escasa y la fracción fina es dominante, con inclusiones ecuantes redondeadas de hasta 1.5 mm y *sorting* pobre. La porosidad es rara con pocos *microvoughs*.

Sus principales particularidades están en los valores más altos de CaO, Sr y MgO y más bajos de SiO_2 de todo el muestreo total (n=270), por lo que se puede establecer una relación lineal indirecta entre el contenido de CaO y SiO_2. Estos resultados se relacionan también con los difractogramas, donde la descomposición de los filosilicatos revela una TCE alta <950º pero además se observan picos intensos de calcita y de gehlenita.

Por otra parte, TLL29 contiene nódulos calcáreos ecuantes redondeados, cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y su alteración a sericita, fragmentos de roca granítica, *sandstone*s de cuarzo y feldespato y micrita con inclusiones de cuarzo. Como minerales accesorios estarían la biotita y algunas epidotas. La matriz es calcárea, de color gris oscuro, ópticamente inactiva y de *sorting* pobre. La fracción gruesa es común, con fragmentos hasta 2.2 mm, ecuantes y elongados subredondeados. La porosidad frecuente, con meso vesículas redondeadas, meso canales y pocos *macrovoughs*.

TLL29 es el individuo calcáreo más grueso y con menor contenido en CaO, de forma que podría incluso considerarse *border calcareous*. La matriz y los nódulos de micrita, le sitúan dentro de este grupo calcáreo pero sin estar dentro de C1. Mineralógicamente, no presenta picos de filosilicatos, lo que unido a los picos de espinela sitúan su TCE entre 950-1000º.

- Fábricas moscovíticas: En cuatro individuos se puede detectar una presencia de moscovita muy abundante. Son individuos de *Iluro* (PAL16, PAL17) y dos de Horts de Can Torras (HCT21, HCT16). De ellos, tres forman una fábria homogénea, PAL16, PAL17 y HCT21 que correspondería a importaciones a larga distancia.

De esta forma, a pesar de que HCT16 es un individuo micáceo, no forma parte de esta fábrica de tres individuos

Composicionalmente, la fábrica (n=3) se caracteriza por la presencia de moscovita muy abundante tanto en la fracción gruesa como en la fracción fina. Además, predomina la aportación granítica con cuarzo, feldespato potásico, biotita, fragmentos de roca granítica y en PAL16 y PAL17 también anfíboles. Se aprecian también inclusiones sedimentarias de *mudstone* y *sandstone* completo o saturado de cuarzo con matriz ferruginosa.

La matriz es no calcárea, bimodal y micácea con aportaciones ferruginosas destacables. La coloración es diversa entre gris y marrón degradado. La fracción gruesa

es entre dominante y frecuente. Son pastas de porosidad común en HCT21 y PAL, con *macrovoughs* y *mesovesicles*.

- Loners: Algunos de los individuos muestreados no pertenecen a ninguno de los grupos previamente descritos. Son los loners o fábricas con escasa representación. En este muestreo se contabilizan 11 loners, de los cuales, dos son de Can Gambús (CG1005, CG1023), uno de Horts de Can Torras (HCT02), tres de Plaça Major de Castellar del Vallès (PMCV13, PMCV27, PMCV48), uno de Torre Llauder (TLL36), uno de *Iluro* (PAL18) y tres de Can Modolell (MDL10, MDL11, MDL25).

En primer lugar, cabe mencionar que solamente cinco de los individuos se encuentran fuera de los clusters definidos en el dendrograma completo (Fig. 87). Tres de ellos se sitúan al inicio del árbol (HCT02, MDL10 y PAL18) y otros dos al final (CG1023 y MDL25). Otros tres se encuentran en el Cluster 2 (PMCV13, PMCV27 y CG1005), MDL11 en el Cluster 3 y PMCV48 está dentro de la rama del Cluster 5 y TLL36 en la rama 5 del Cluster 5. Si por el contrario nos basamos en el dendrograma cerámico de n=266 (Fig. 99), se observa que seis individuos quedan fuera de os clusters definidios, tres de ellos (HCT02, MDL10 y PAL18) al inicio del árbol, MDL11 en el centro entre dos clusters y dos al final del dendrograma (CG1023 y MDL25). Tres individuos quedan integrados en el Cluster 2a (PMCV13, PMCV27 y CG1005), PMCV48 está en el Cluster 4a y TLL se integra en el Cluster 5a.

Estos ocho individuos, contienen los valores más extremos, tanto altos como bajos, de la composición química, tal y como se ha descrito en los correspondientes apartados. Las particularidades petrográficas suelen ser más de tipo textural que composicional, y sigue predominando la aportación granítica a la que con frecuencia se añaden inclusiones moscovíticas.

Así, CG1005 tiene la matriz fina, no calcárea, ópticamente inactiva y anaranjada, con fracción gruesa rara formada por cuarzo, feldespato potásico, biotita, moscovita, *mudstone* y chamota. Presenta un TCE alta entre 950-1000º.

CG1023 tiene matriz micácea, marrón, no calcárea, ópticamente activa. Su fracción gruesa es dominante con cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, moscovita y biotita. Su TCE es baja, sobre los 900º, por los altos picos de illita-moscovita del difractograma.

El individuo HCT02 es de composición granítica, con cuarzo, feldespato potásico, biotita, moscovita, plagioclasa alterada a sericita y clorita. Tiene la matriz no calcárea, gris, bimodal con las inclusiones gruesas frecuentes de <0.8 mm. La porosidad es escasa en pocos *mesovoughs*. Tiene también TCE baja, por la presencia de illita-moscovita sin descomponer que la sitúan en 850-950º.

También de pasta más fina y micácea es PMCV13, con matriz no calcárea, naranja y ligera actividad óptica. Se caracteriza por rara fracción gruesa y frecuente fracción fina, siempre <0.4 mm. La composición es de cuarzo, plagioclasa, biotita, epidota, clinopiroxeno, *mudstone*, chert y fillita, por lo que a la composición granítica escasa se le añade ligero metamorfismo. Su situación en el dendrograma, dentro del cluster 1, le coloca entre dos individuos definidos como metamórficos (CG1017 y PMCV26). Su porosidad es escasa, con *micovesicles* y dos *macrovoughs*. Respecto a la TCE, se identifica hercinita y la descomposición de los filosilicatos, por lo que se sitúa entre 950-1000º.

La principal particularidad de PMCV27 es la alteración de la matriz a color gris con zonas verdosas y abundante presencia de calcita secundaria. Es no calcárea y ópticamente inactiva. Las inclusiones que se encuentran en la escasa fracción gruesa son graníticas, con cuarzo, plagioclasa y biotita y sobre todo, sedimentarias, con micrita y *sandstone*s de matriz ferruginosa y empaquetamiento flotante o puntual de cuarzo, feldespato potásico, biotita y plagioclasa. Es una pieza muy porosa, con *voughs* y *vesicles* de tamaños medio y grandes. Su TCE es alta >950º con presencia de espinela y hematitas y ausencia de filosilicatos.

La composición de MDL10 podría asemejarse al grupo granítico, con cuarzo, feldespato potásico, con frecuencia alterado a sericita, fragmentos de roca granítica, *mudstone*, *sandstone*, clorita, epidota y anfíboles. Las particularidades que presenta son, por una parte la alteración de los *sandstone*s, en los que se aprecia un color verdoso y por otra parte, la identificación de un fragmento de olivino. Al ser el único individuo de todo el muestreo con estas dos inclusiones, se ha optado por considerarla de forma separada. Texturalmente es asemeja a las graníticas, con matriz no calcárea, de color gris negro, ópticamente inactiva, fracción gruesa común con moda de 0.4 mm, fracción fina frecuente y porosidad escasa. Su TCE es alta >950º por la presencia de hercinita y descomposición de la illita-moscovita.

Respecto a MDL25, su rasgo diferenciador es la abundancia de epidota en la matriz, puesto que composicionalmente no se diferencia de la mayoría de los

individuos, con cuarzo, feldespato potásico, biotita, plagioclasa alterada a sericita, moscovita, fragmentos de roca granítica y de *sandstone*s de matriz ferruginosa y cuarcitas. Tiene la matriz no calcárea, de color degradado entre negro y marrón y actividad óptica mixta. La fracción gruesa es frecuente con inclusiones hasta 4 mm y la fracción fina es escasa. La porosidad es común, con mesocanales y *mesovoughs*. El difractograma indica el inicio de la descomposición de la illita-moscovita y picos de hercinita, por lo que su TCE se sitúa en 950-1000º.

PAL18 es una fábrica volcánica, por lo que sus particularidades se encuentran en la composición. Contiene rocas volcánicas de matriz vítrea e inclusiones de cuarzo, hornblenda, plagioclasa y biotita. Así mismo, se aprecia la contribución granítica con cuarzo, biotita, plagioclasa, fragmentos de roca volcánica y de sedimentaria con *mudstone* y *sandstone*. La matriz es no calcárea, con color degradado entre marrón y gris y ligera actividad óptica. Predomina la fracción gruesa, mientras que la fracción fina es escasa y la porosidad común. Se trata de una cerámica importada perteneciente a una fábrica exógena que habría llegado a la ciudad de *Iluro* a través del comercio.

Los individuos PMCV48 y TLL36 son individuos que podrían incluirse dentro del grupo granítico, tanto por su composición como textura pero que en ambos casos se consideran por separado al identificarse algunas inclusiones volcánicas. A pesar de que su frecuencia es rara, su tamaño es parte de su fracción gruesa, lo que lleva a su separación de este conjunto granítico. En ambos casos, se trata de fragmentos de basalto y en TLL36 además hay algunos olivinos.

Son individuos no calcáreos, bimodales y de color marrón. PMCV48 es ópticamente inactivo y TLL36 es activo ópticamente. La fracción gruesa es dominante con moda de 0.30 mm, fracción fina entre escasa y común y porosidad escasa. Su TCE es diferente, alta >950º en PMCV48, con descomposición de filosilicatos y presencia de hercinita y baja <900º en TLL36, con altos picos de illita-moscovita.

MDL11 tiene composición granítica, con cuarzo, biotita, feldespato potásico, fragmentos de roca granítica, *sandstone* de cuarzo saturado, y de cemento ferruginoso con inclusiones de cuarzo, *mudstone* de cemento micáceo y carbonatado. Los minerales accesorios son epidota, clinopiroxeno, un chert y una calcita.

Sus diferencias son principalmente texturales, con pasta no calcárea de color anaranjado en el exterior y marrón grisáceo en el interior, indicando una cocción irregular y combinación de reducción y oxidación. La pasta es fina, con fracción gruesa rara, fracción fina dominante y porosidad escasa. Otra particularidad es la presencia de

calcita y diópsido en los difractogramas que junto con los altos picos de illita-moscovita, lo que denota una TCE de 900º.

Finalmente, destaca la ausencia de loners en Ca l'Estrada, confirmándose como yacimiento con los grupos más homogéneos de todos los seleccionados.

7.3. Integración y consideraciones

A lo largo de esta capítulo se ha podido observar que a pesar de las similitudes de los individuos muestreados, se trata de un conjunto heterogéneo en el que se pueden discernir diferencias siguiendo varios criterios. Una vez establecidos las diferenciaciones regionales (cap. 7.1) y según criterios composicionales (cap. 7.2), se pueden extraer algunas consideraciones sobre la proveniencia estas cerámicas.

En primer lugar, se trata de un conjunto mayoritariamente granítico o bien granítico con aportaciones metamórficas. Dentro de las cinco URCPs graníticas, GR1 y GR2 son fábricas locales del Maresme, con la diferencia de que GR1 es de textura fina y GR2 es una fábrica gruesa. Las dos URCPs se encuentran dentro del cluster regional Ma4 (Fig.105) y por su situación en el dendrograma y datos químicos, GR2 podría ser la fábrica local de *Iluro*. Por otra parte, las GR4 y GR5 son fábricas locales del Vallès y se pueden encontrar en los clusters regionales V3 y V6. Así mismo, el cluster Ma6 coincide con GR5, por lo que se trataría de cerámicas del Vallès exportadas al Maresme.

La URCP G3 incluye un gran número de individuos graníticos, tanto del Vallès como del Maresme. Se pueden observar dos conjuntos dentro de esta URCP. Por una parte, se observan los individuos de Ca l'Estrada, a la vez que los demás yacimientos del Vallès aparecen muy escasamente en este grupo. Se encuentra especialmente en el cluster V4, con algunos individuos en V3. Por otra parte, otro en Ma4 se encuentra otra parte de G3, encontradas tanto en el Can Modolell como en Torre Llauder.

Las fábricas con aportación metamórfica se encuentran sobre todo en la región del Vallès e incluso se pueden acotar por yacimiento. De esta forma, se observa que M3 es una fábrica propia de Can Gambús, situada en el cluster V7. Del mismo modo, la fábrica M6 corresponde a una producción de Castellar del Vallès, con individuos tanto de Horts de Can Torras como de Plaça Major de Castellar del Vallès. Así mismo, M4 y M5 son fábricas del Vallès, por lo que TLL12, de la URCP M5 sería una importación regional. Se puede encontrar la URCP M4 en el cluster V5 y M5 en el cluster V7.

Las URCPs metamórficas M1 y M2 están integradas por individuos de Can Modolell y se encuentran M1 en Ma7 y M2 en Ma1. Las características composicionales de ambas, así como la escasez de individuos similares indica que podría tratarse de dos fábricas importadas de procedencia incierta pero en cualquier caso, no se trata de fábricas del Vallès.

Además de estas fábricas, se encuentra C1, calcárea, que sería propia del Vallès y se encuentra en el cluster V1. Otra agrupación que puede mencionarse es V2, un conjunto de individuos del Vallès que no coincide con ninguna de las URCPs establecidas al estar integrado por loners e individuos metamórficos pero que a lo largo de las diversas exploraciones han presentado cierta tendencia a aparecer agrupados en los dendrogramas. Finalmente, se identifican claramente dos fábricas importadas en *Iluro*, que ya se han mencionado previamente, la moscovítica y la volcánica.

Grupo regional	Grupo cerámico	URCP	Proveniencia
V1	Cluster 1a	C1	Vallès
V2	Cluster 2a		Can Gambús
V3	Cluster 4a	GR3	
		GR4	Vallès
		GR5	
V4	Cluster 4a	GR3	
		M6	Castellar del Vllès
	Cluster 5a	M6	
		GR3	
V5	Cluster 4a	M4	Vallès
	Cluster 5a	M6	Castellar del Vllès
	Cluster 5.1a	M6	
		M4	Vallès
V6	Cluster 4a	GR5	
V7	Cluster 2a	M3	Can Gambús
	Cluster 5a	M5	
	Cluster 5.1a	M6	Castellar del Vllès
		M5	Vallès
Ma1		M2	Importada
Ma2			
Ma3			
Ma4	Cluster 4a	GR3	
	Cluster 5a	GR2	Maresme
		GR2	
	Cluster 5.2a	GR2	
Ma4-fina	Cluster 3a	GR1	Maresme
Ma5			
Ma6	Cluster 4a	GR5	Vallès
Ma7		M1	Importada

Fig. 122. Correspondencias de los grupos regionales, grupos cerámicos (según dendrograma Fig.99) y de las fábricas composicionales

CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES

En este trabajo se ha procedido al estudio arqueométrico de un conjunto de cerámicas de cocina del nordeste de la Península Ibérica. La selección de yacimientos, materiales y cronologías permite establecer hipótesis sobre intercambios comerciales y redes de difusión de estos materiales escala regional, tomando como base la caracterización arqueométrica que permite acotar su proveniencia.

La utilización y combinación de diversas técnicas de análisis ha resultado fundamental para el estudio y caracterización de los grupos e individuos. No obstante, los resultados químicos y la observación petrográfica no han coincidido de forma exacta en algunos yacimientos, así como en la integración de los resultados. Al suponerse una producción local o regional de estas cerámicas, su composición geoquímica es muy similar entre ellas. La geología principalmente granítica de la zona y la presencia de estas inclusiones en casi todos los individuos dificultan la clara separación de grupos tanto petrográficos como geoquímicos. A pesar de ello, se han establecido los distintos grupos y fábricas, por lo que se encuentran los graníticos y los metamórficos.

Junto con las inclusiones graníticas y metamórficas, se encuentran las sedimentarias, que no se han considerado indicativas de agrupaciones distintas ya que se encuentran indistintamente en cerámicas graníticas y metamórficas por igual. Por otra parte, la geología tanto del Vallès como del Maresme, indica diversos cursos fluviales que pueden ser responsables de la deposición y arrastre de materiales de regiones más alejadas con geologías distintas y variadas. Así mismo, los alrededores de los yacimientos del Vallès, a pesar de ser principalmente graníticos, muestran afloramientos

sedimentarios importantes que podrían tener relación con esta aportación. En el caso de los yacimientos del Maresme, al situarse sobre un batolito granítico, esta aportación es menor, aunque no inexistente.

Por otra parte, las pastas calcáreas son poco abundantes a pesar de que la geología de la región está repleta de depósitos calcáreos. El principal motivo es su poca idoneidad para realizar cerámicas con uso culinario en contacto directo con el fuego. Estas pastas son poco resistentes al estrés térmico, por lo que al haber otras arcillas más apropiadas dentro del radio de acción, no es sorprendente que se utilizaran. En este sentido, cabe remarcar el uso del cuarzo y del granito como inclusiones, tanto desgrasantes añadidos como naturales en las arcillas, que permiten y propician la expansión de las pastas con el choque térmico evitando así fracturas durante el proceso productivo y el uso de la forma terminada.

Tras el análisis de arcillas, llevado a cabo con poca decantación para así tener una mayor superficie de inclusiones, se ha podido observar cómo estas inclusiones naturales coinciden con las halladas en las cerámicas graníticas y sobre todo metamórficas del Vallès. Esta coincidencia se observa tanto en el tipo de inclusiones, mayoritariamente graníticas con aportación sedimentaria y metamórfica, como en el tamaño y forma de las mismas. Estas características inducen a pensar que en las cerámicas terminadas, se habría utilizado preferiblemente pastas poco depuradas, decantando simplemente las inclusiones mayores del tamaño de la grava y gravilla. Esta naturaleza y características de la arcilla, habrían hecho innecesario el añadido de desgrasantes artificiales al tener ya inclusiones naturales suficientes y apropiadas para esta función..

La exploración química integrada de todos los individuos muestra una composición similar, con pocas diferencias evidentes entre los grupos. Estos grupos químicos no siempre coinciden del todo con los grupos petrográficos observados. Sin embargo, esta misma exploración llevada a la micro escala y tratada yacimiento por yacimiento de forma individual, sí muestra una tendencia a separar los grupos graníticos, los metamórficos y los posibles calcáreos, aunque tampoco forman grupos cerrados con absoluta coincidencia. En cualquier caso, los individuos calcáreos tienden a agruparse entre sí en todos los casos y se separan claramente de los demás clusters e individuos. `

Los análisis arqueométricos, además de la caracterización de estas cerámicas, revelan una proveniencia local o regional de las mismas. Se observa cómo las cerámicas

metamórficas son propias del Vallès, con pocos individuos del Maresme con esta composición. Esta premisa se confirma con el análisis de arcillas que confirma la presencia de metamorfismo, sobre todo de fillita, en las arcillas del Vallès, tanto las recogidas en Sabadell como en Castellar del Vallès.

Las cerámicas graníticas están presentes en ambas regiones, pero en las exploraciones químicas, quedan fuertemente separadas en clusters o ramas diferentes, con pocos individuos de la región distinta insertados en el cluster de la región contraria. Petrográficamente, son piezas muy similares aunque se puede observar una mayor presencia de anfíboles, especialmente hornblenda, en el Maresme, confirmando así su procedencia granodiorítica local. Por otra parte, en los yacimientos del Vallès, estos anfíboles son menos frecuentes pero por el contrario, aumenta la presencia de clorita. Esta clorita, fruto de la alteración de la biotita, coincide con la geología de la zona, mineral propio del Herciniano del Vallès. Así mismo, el yacimiento de Ca l'Estrada, situado entre ambas regiones, destaca por la abundante presencia de microgranitos y granito con texturas particulares (e.g. esferulita, mirmequítica, micrográfica, etc.) que en los demás yacimientos aparecen en menor frecuencia.

Siguiento estas diferenciaciones, y tal y como se apuntaba en el apartado 7.3 de este trabajo, se pueden establecer fábricas locales propias de cada una de las regiones. Para el Vallès, se identifican las URCPSs GR4, GR5, M3, M4, M5, M6 y C1, mientras que para el Maresme se establecen las URCPs GR1 y GR2. Algunas de estas fábricas del Vallès se han encontrado en el Maresme, aunque en escaso número, lo que indicaría la existencia de un limitado comercio regional entre las dos áreas. Menos frecuente es el hallazgo de las URCPs del Maresme en el Vallès. Así, la escasez de individuos metamórficos en el Maresme induce a pensar en un escaso intercambio comercial a escala regional por lo que estas piezas (e.g. TLL12, TLL28, TLL37) habrían sido fabricadas en el Vallès y consumidas en Torre Llauder. Así mismo, al estar este yacimiento muy próximo a *Iluro* (actualmente ya integrado dentro de Mataró), resulta probable el intercambio entre estos dos centros, como se puede ver en el grupo GR2 o de importaciones llegadas a través de *Iluro*, como podrían ser los loners o el indivudo TLL01, de características muy particulares.

Un caso más particular son las cerámicas metamórficas de Can Modolell (M1 y M2), que se separan sustancialmente en los dendrogramas, y que como se ha comentado, podría ser importaciones de otras regiones, puesto que no coinciden con las piezas del Vallès.

Por otra parte, la URCP G3 resulta más compleja al estar formada por individuos de Ca l'Estrada y del Maresme. Podría tratarse de una producción regional de con las dos regiones (Ca l'Estrada y el Maresme). Otra hipótesis es que podría tratarse de una fábrica local de Ca l'Estrada con difusión comercial regional, principalmente hacia el Maresme y residualmente hacia el interior del Vallès.

La proveniencia local o regional de estas cerámicas queda confirmada por los análisis arqueométricos. Los análisis químicos muestran algunos individuos cruzados, es decir, algunas cerámicas recogidas en el Maresme que aparecen entre los grupos propiamente del Vallès y viceversa. Así, se observa que hay una tendencia de comercialización de cerámicas del Vallès, sobre todo metamórficas, hacia el Maresme, mientras que la distribución de cerámicas del Maresme hacia el Vallès es menos numerosa. También cabe destacar que las pocas importaciones detectadas se encuentran en el Maresme, lo que podría relacionarse con la presencia de una ciudad portuaria, *Iluro*, que podría seguir recibiendo comercio de larga distancia. Por factores de proximidad geográfica, estos productos llegaría antes a las poblaciones cercanas del Maresme.

Los grupos minoritarios presentan mayor dificultad de interpretación debido a su escasa presencia. El grupo moscovítico es de proveniencia incierta ya que, a pesar de ser mayoritariamente granítico, la aportación moscovítica no coincide con ningún depósito o estrato geológico cercano. Se ha podido establecer un paralelo con las fábricas moscovíticas de Cau y más concretamente con Cau 2.5 o con Peacock 1.6 y 1.7, con proveniencia del Mediterráneo central. Por otra parte, a pesar de la presencia de un depósito volcánico al noreste del batolito granítico del Maresme, su composición es distinta a la de la fábrica volcánica caracterizada, por lo que se descarta su proveniencia local y se establece una posible coincidencia con la fábrica Cau 3.1 o Peacock 1.2. De esta forma ambas fábricas, moscovítica y volcánica serían importaciones de comercio de larga distancia.

Todos los yacimientos seleccionados son centros receptores, puesto que en la actualidad, en ninguno de ellos se ha documentado un horno o taller cerámico de estas cronologías que pueda establecerse como grupo de referencia (GR). Esta ausencia de hornos y talleres puede deberse a que no han sido hallados o bien a su inexistencia. Respaldando la primera posibilidad, cabe destacar que los yacimientos del Vallès se encuentran en zonas densamente pobladas y, por tanto, de difícil excavación. Esto, junto con el hecho de haber sido excavados en arqueología preventiva o de urgencia, hace que

a menudo no se pueda sacar a la luz la totalidad del yacimiento, quedando partes sin poderse excavar a causa de la urbanización actual o bien partes muy destruidas por este mismo motivo, por lo que parte de los yacimientos podrían haberse perdido. Un ejemplo lo encontramos en Horts de Can Torras, donde la zona de hábitat no ha podido ser excavada o en Ca l'Estrada, con hallazgos puntuales relativos a espacios de producción y almacenaje pero sin hallazgos de hábitats. En los yacimientos del Maresme no se han encontrado estructuras de hornos cerámicos ni talleres tardíos.

Nos encontramos, por tanto, con cerámicas de proveniencia claramente local o regional pero sin estructuras de hornos o talleres asociados. El contexto socioeconómico del momento, junto con las transformaciones de los espacios rurales tardíos, apuntan a una micro economía de autoconsumo por la que cada *vicus* tendría su espacio de viviendas, zona de almacenaje y zona de procesado de productos agrícolas. Siguiendo este esquema, parece plausible considerar que cada uno de estos produciría su propia cerámica en talleres u hornos que no se han encontrado. La simplicidad de las formas, la cocción irregular de las piezas y del modo de vida que se va imponiendo a partir del siglo IV ha llevado a considerar la posibilidad de talleres y hornos al aire libre, similares a los del Neolítico. Esta hipótesis parece poco probable puesto que la gran cantidad de cerámicas de cocción reductora/reductora indican la necesidad de unas estructuras de cocción donde se pueda tener control sobre la temperatura y ambiente de cocción, cosa que con este tipo de hornos perecederos sería poco probable. Por otra parte, también podría considerarse la opción de hornos multifuncionales de forma que se pudiesen cocer tanto cerámicas como alimentos en su interior. El hallazgo de algunos hornos de pan o culinarios en los yacimientos rurales tardoantiguos de esta zona podría respaldar esta hipótesis pero se debe tener en cuenta que en ningún caso se han hallado piezas descartadas o signos de talleres en sus alrededores.

La tecnología de las piezas muestra que en todos los casos son pastas gruesas, poco depuradas con inclusiones frecuentes predominantemente graníticas. Como se ha podido ver, resulta difícil establecer sub-grupos a partir de la composición de los individuos, por lo que muchos de ellos han sido establecidos siguiendo criterios texturales, especialmente de *sorting*, *packing* y frecuencia de las inclusiones.

Las variedades texturales establecen diferentes formas de producir una cerámica, incluso con la misma materia prima. Desde la decantación o depuración de las arcillas, el añadido de tipos y cantidad de desgrasantes, el modelado o la forma de cocción de las piezas, supone una característica única de cada alfarero o talleres

alfareros con una misma tradición o forma de trabajar. Dado que composicionalmente se ha establecido una proveniencia local o micro regional, con escasos intercambios regionales, las diferencias texturales podrían responder a distintos alfareros dentro de una misma zona. Estas diferencias texturales, aunque importantes, no suponen un hito representativo de un yacimiento u otro ya que factores como la frecuencia o el *sorting* pueden ser intercambiables o casuales pero difícilmente propios y característicos de un solo taller en concreto.

Por otra parte, sí que se pueden establecer algunas relaciones referentes a la textura y tecnología. En primer lugar, se denota que las pastas más finas y depuradas se relacionan con pastas de colores claros y anaranjados y, por tanto, por ambiente de cocción reductor/oxidante. Así mismo, las pastas más finas tienden a ser de post-cocción oxidantes y calcáreas. Estas mismas características tecnológicas se encuentran en formas predominantemente accesorias de la cocina, es decir, barreños y contenedores son siempre de post-cocción oxidante, aunque con pasta muy gruesa. Por otra parte, gran número de jarras y morteros cumplen con esta premisa de pasta fina anaranjada, a pesar de que algunos individuos presentan coloraciones grises de la reducción.

Las formas predominantes en este conjunto, las ollas y las cazuelas, no presentan una relación entre forma y fábrica ya que ambos tipos se encuentran indistintamente fabricadas con pastas graníticas y metamórficas. Se denota que las jarras, morteros y piezas de cocina accesorias elaboradas con estas pastas tienden a ser más gruesas y toscas, siguiendo la línea de las cerámicas para ir al fuego.

La evolución y cambios socio políticos tienen su plasmación en los hallazgos arqueológicos. Durante los siglos IV-VI se percibe una pervivencia de las estructuras romanas, incluyendo la importación de cerámica de cocina, principalmente norte-africana. Esta cerámica se encuentra en todos los yacimientos del nordeste peninsular, con mayor presencia en las ciudades portuarias, destacando *Tarraco*, desde donde se redistribuía. Por este motivo, las villas y núcleos rurales próximos a las ciudades y a la costa son susceptibles de tener mayor cantidad de cerámica importada que los núcleos del interior o más alejados.

A partir del siglo VI y con los cambios políticos, sociales y económicos, se denota una progresiva reducción de estas importaciones, limitada a las ciudades portuarias, a la vez que aumenta la producción de cerámica de cocina local o regional. Como se ha visto en los análisis arqueométricos de este trabajo, parece indicarse que cada *vicus* o región tenía su propia producción y los intercambios son escasos,

exceptuando en las ciudades. A pesar de ello, se percibe una tipología común, al menos en sus rasgos principales. De esta forma, se puede observar la proliferación de ollas gruesas y toscas con forma de perfil en S, que ya aparecen en *Tarraco* en el siglo IV y que progresivamente van aumentando su presencia en cantidad y extensión. Estas formas, así como las ollas bitroncocónicas se encuentran a lo largo de toda la costa catalana. Son formas sencillas, toscas, negras y sin apenas decoración más allá de paquetes lineales incisos.

Con este cambio de tendencia en la proveniencia de las cerámicas de cocina, se detecta también un cambio en los tipos de cerámica. Las cerámicas africanas tienden a ser principalmente cazuelas (y sus accesorios, como tapadera o morteros) ideadas para la preparación de platos tibios que requieren la evaporación de los líquidos durante la cocción de los alimentos. Por el contrario, a partir del siglo VI la producción local relega las cazuelas a un segundo plano, siendo ahora las ollas las piezas principales. Estas formas pueden indicar un cambio en el tipo de cocina y, por tanto, de dieta, ya que son formas para platos calientes que requieren la conservación de los caldos.

Cabe preguntarse sobre esta evolución tipológica, gastronómica y su relación con las transformaciones comerciales y estructurales. A pesar de que los estudios no son suficientes como para establecer bases fiables, es evidente esta relación entre nuevas formas y nuevos centros de producción cerámicos. Estas características se pueden relacionar con las transformaciones económicas, sociales y políticas del momento, ya que coincide con la reducción drástica del comercio de larga distancia en el Mediterráneo. Esta nueva coyuntura habría motivado la producción local ante la escasez de importaciones. Por otra parte, no debe olvidarse la posibilidad de que las nuevas formas de organización social y económica, en torno a los *vicus* de pequeño tamaño y autoconsumo podrían haber sido el motivo de estas nuevas producciones, independientemente de las coyunturas económicas y políticas. Así mismo, se ve cómo la tradición romana, muy presente en el siglo IV de va diluyendo hasta ser residual ya en el siglo VIII. A pesar de que este cambio está motivado por una multiplicidad de factores, se ve reflejado también en la producción cerámica, con formas y técnicas más similares a las centroeuropeas y germánicas que no a las romanas y mediterráneas. Este hecho podría así mismo relacionarse con este cambio de gustos culinarios y gastronómicos ligados a las formas cerámicas.

CAPÍTULO 9: BIBLIOGRAFÍA

Abbott, D.R., Lack, A.D., Moore, G., 2008. Chemical assays of temper y clay: Modelling pottery production y exchange in the uplands North of the Phoenix basin, Arizona, USA. Archaeometry 50, 48–66.

Acien Almansa, M., Alvarez Delgado, Y., Bohigas Roldan, R., Caballero Zoreda, L., Sonia, G.L., Larren Izquierdo, H., Olmo Enciso, L., Retuerce Velasco, M., Tusset, F., 1991. Ceramicas de epoca visigoda en la Peninsula Iberica: precedentes y perduraciones, in: A Cerâmica Medieval No Mediterráneo Occidental. Presented at the A Cerâmica medieval no Mediterráneo Occidental (Lisboa, 1987), Lisboa, pp. 49–67.

Adams, A.E., MacKenzie, S.W., Guilford, C., 1997. Atlas de roca sedimentarias. Masson, Barcelona.

Adams, A.E., MacKenzie, W.S., 1995. A Colour atlas of carbonate sediments y rocks under the microscope. Manson Publishing, London.

Adan-Bayewitz, D., Perlman, I., 1985. Local pottery provenience studies: A role for clay analysis. Archaeometry 27, 203–217.

Adserias i Sans, M., Macías Solé, J.M., Menchon Bes, J.J., Puche Fontanilles, J.M., 1997. La transformació urbana de Tàrraco al s. IV dC. Noves dades arqueològiques, in: Hispània i Roma d'August a Carlemany. Congrès d'homenatge Al Dr. Pere de Palol (Girona, 1995). Annals de l'Institut d'Estudis Gironins. Presented at the Hispània i Roma d'August a Carlemany. Congrès d'homenatge al Dr. Pere de Palol (Girona, 1995), Girona, pp. 923–938.

Adserias i Sans, M., Macías Solé, J.M., Ramón Sariñena, E., Remolà Vallverdú, J.A., 2000a. El mausoleo de la calle Sant Auguri de Tarragona, in: V Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica a Cartagena 16- 19 d'abril de 1998. Presented at the V Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica, Cartagena (1998), Institut d'Estudis Catalans, Universidad de Murcia, Universitat de Barcelona, Museo arqueológico de Cartagena, Cartagena/ Barcelona, pp. 41–46.

Adserias i Sans, M., Pociña López, C.A., Remolà Vallverdú, J.A., 2000b. L'hàbitat suburbà portuari de l'antiga Tarraco. Excavacions al sector afectat pel PERI 2 (Jaume I - Tabacalera), in: Ruiz de Arbulo, J. (Ed.), Tarraco 99: Arqueologia d'una Capital Provincial Romana: Tarragona 15, 16 i 17 d'abril 1999. Tarragona, pp. 137–154.

Aguarod Otal, C., 1991. Cerámica romana importada de cocina en la Tarraconense. Institución Fernando el Católico, Saragossa.

Aguelo Mas, J., Huertas Arroyo, J., Puig Verdaguer, F., 2005a. Les excavacions a l'antic convent de Santa Caterina de Barcelona (Barcelonès). Tribuna d'arqueologia 2001–2002, 208–222.

Aguelo Mas, J., Huertas Arroyo, J., Puig Verdaguer, F., 2005b. Santa Caterina de Barcelona: Assaig d'ocupació i evolució. QUARHIS 1, 11–43.

Agustí, B., Codina, D., Mataró, M., Puig, A.M., 2000. Pluralidad cultural a través del mundo funerario en los obispados de Empúries y Girona (siglos V-VIII dC), in: J. M. Gurt, N.T. (Ed.), V Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica a Cartagena 16- 19 d'abril de 1998. Presented at the V Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica, Cartagena (1998), Institut d'Estudis Catalans, Universidad de Murcia, Universitat de Barcelona, Museo arqueológico de Cartagena, Cartagena, pp. 47–64.

Aitchinson, J., 1999. Logratios y natural laws in compositional data analysis. Journal of Mathematical Geology 31, 563–589.

Aitchinson, J., 1986. The statistical Analysis of Compositional Data. Chapman y Hall, London-New York.

Aitchinson, J., 1982. The statistical analysis of compositional data. Journal of the Royal Statistical Society, Series B Methodological 44, 139–177.

Alarçao, J., 1975. La céramique commune locale et régionale. Fouilles de Conimbriga V, París.

Alberch, J., Burch, J., 1989. Elements pel coneixement de la vil·la romana de Vilablareix. Cypsela 7, 87–91.

Alberch, X., Burch, J., 1997. El pla de Girona en època tardo-antiga. Annals d'Estudis Gironins 38, 1311–1318.

Albero, D., 2014a. Materiality, techniques y society in pottery production. The technological study of archaeological ceramics through paste analysis. De Gruyter, Berlin.

Albero, D., 2014b. Identifying spathic calcite recipe in archaeological ceramics: possibilities y limitations. Cerámica 60, 379–391.

Albero, D., 2010. Pastas desgrasadas con calcita y pastas desgrasadas con materia vegetal: Aproximación experimental. Boletín del Laboratorio de Petrología y conservación cerámica 2, 18–35.

Albero, D., Puerta, L., 2009. Tradición, funcionalidad y materia prima: el núcleo alfarero de Pòrtol (Mallorca), in: II Jornadas de Jóvenes En Investigación Arqueológica. Presented at the II Jornadas de Jóvenes en Investigación Arqueológica, Pórtico, Madrid, pp. 41–48.

Albero Santacreu, D., 2017. Experiments with clay: Approaching technological choice in pottery production, in: Alonso, R., Baena, J., Canales, D. (Eds.), Playing with the Time. Experimental Archaeology y the Study of the Past. Presented at the 4th. International Experimental Archaeology Conference, Burgos, pp. 231–235.

Albiol López, E., 1997. Memòria de la intervenció arqueològica al carrer Font de Sant Miquel. Ciutat Vella, Barcelona. Any 1997. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Aldenderfer, M.S., Blashfield, R.K., 1984. Cluster analysis. Sage, Newbury Park.

Alegría, W., Hidalgo, I., 2015. Els materials ceràmics dels Altimiris i Sant Martí de les Tombetes, dos jaciments tardoantics i altmedievals al Pirineu de Lleida, in: V Congrés d'Arqueologia Medieval i Moderna a Catalunya. Presented at the V Congrés d'Arqueologia medieval i moderna a Catalunya, Ajuntament de Barcelona, Barcelona, pp. 1041–1056.

Alföldy, G., 1991. Tarraco. Fòrum: Temes d'història i arqueologia tarragonines, Tarragona.

Allegretta, I., Eramo, G., Pinto, D., Hein, A., 2014. The effect of temper on the thermal conductivity of traditionalceramics: Nature, percentage y granulometry. Thermochimica Acta 581, 100–109.

Allen, J.R.L., 2017. Geology for archaeologists. A short introduction. Archaeopress, Oxford.

Almagro, M., Palol, P., 1962. Los restos arqueológicos paleocristianos y alto-medievales de Ampurias. Revista de Girona 20, 27–41.

Alonso, F., Peón, A., Villanueva, O., Rosell, J., Trilla, J., Obrador, A., 1976. Mapa geológico de España. Mataró. Hoja 393. Magna 50.

Amari, S., 2014. Observations on the Late Roman coarse wares production from the factory of the Acium in Sicily (Italy), in: Poulou-Papadimitriou, N., Nodarou,

E., Kilikoglou, V. (Eds.), LRCW4 Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry. Comparison between Western y Eastern Mediterranean, BAR International Series. Presented at the LRCW4, Archaeopress, Thessalonik, pp. 225–234.

Antequera, F., Padrós, P., Rigo, A., Vázquez, D., 2010. El suburbium occidental de Baetulo, in: Vaquerizo, D. (Ed.), Las Áreas Suburbanas En La Ciudad Histórica. Topografía, Usos, Función. Monografías de arqueología cordobesa. Universidad de Córdoba., Córdoba, pp. 173–210.

Aquilué Abadías, X., 2008. Empúries en l'antiguitat tardana. El pas del món antic al món medieval. Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos 39, 101–113.

Aquilué Abadías, X., 1999. Intervencions arqueològiques a Sant Martí d'Empúries (1994-96). De l'assentament precolonial a l'Empúries actual, Monografies Emporitanes. Museu d'Arqueologia de Catalunya-Empúries.

Aquilué Abadías, X., 1993. La seu del Col·legi d'Arquitectes. Una intervenció arqueològica en el centre històric de Tarragona. COAC, Tarragona.

Aquilué Abadías, X., Burés Vilaseca, L., 1999. La ciutat en l'Antiguitat Tardana: fase V. Intervencions arqueològiques a Sant Martí d'Empúries (1994-1996), Monografies Emporitanes 9, 389–422.

Aquilué Abadías, X., Castanyer Masoliver, P., Santos, M., Tremoleda Trilla, J., 2008. L'evolució dels contextos ceràmics d'Empúries entre els segles II aC i VII dC, in: Rivet, L. (Ed.), SFECAG. Actes Du Congrès de l'Escala-Empuries, 1-4 Mai 2008. Soci´té Française d'Etude de la Céramique Antique en Gaule, Marsella, pp. 33–62.

Aquilué Abadías, X., Nolla Brufau, J.M., 2006. Memòria de les excavacions arqueològiques efectuades l'any 2003 a les Esglèsies de Santa Margarida i Santa Magdalena d'Empúries. Generalitat de Catalunya, Empúries.

Aranda González, R., 2014. La cerámica de época visigoda: Una historia de la investigación. An.Murcia 30, 107–131.

Arce, J., 1982. El último siglo de la España romana: 284- 409. Alianza Universidad, Madrid.

Arnold, D.E., 2011. Ceramic Theory y Cultural Process after 25 Years. Ethnoarchaeology 3, 63–98.

Arnold, D.E., 1988. Ceramic theory y cultural process, New Studies in Archaeology. Cambridge University Press, Cambridge.

Arnold, D.E., 1975. Ceramic Ecology of the Ayocucho Basin, Peru: Implications for Prehistory. Current Anthropology 16, 183–205.

Arnold, D.E., 1971. Ethnomineralogy of Ticul, Yucatán potters: Etics y emics. American Antiquity 36, 20–40.

Arthur, P., 2007a. Pots y boundaries. On cultural y economic areas between Late Antiquity y the Early Middle Ages, in: Bonifay, M., Tréglia, J.C. (Eds.), LRCW2: Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry. Presented at the LRCW2: Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR International Series, Archaeopress, Oxford, pp. 15–28.

Arthur, P., 2007b. Form, function y technology in pottery production from Late Antiquity to the Early Middle Ages, in: Lavan, L., Zanini, E., Sarantis, A. (Eds.), Technology in Transition. A. D. 300-650, Late Antique Archaeology. Brill, Leiden-Boston, pp. 159–186.

Artigues Conesa, P.L., 2001. Memòria de la intervenció arqueològica al C/Sant Pau num. 116 cantonada Reina Amalia i C/Carretes. Barcelona. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Artigues Conesa, P.L., 1999. Memòria de la intervenció arqueològica a la capella de la Pietat del monestir de Sant Cugat del Vallès. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Artigues Conesa, P.L., Blasco Arasanz, M., Riu Barrera, E., Sardà Vilardaga, M., 1997a. La fortalesa romana, la basílica i el monestir de Sant Cugat del Vallès o d'Octavià (Catalunya). Les excavacions de 1993- 1995. Annals de l'Institut d'Estudis Gironins 37, 1081–1115.

Artigues Conesa, P.L., Blasco Iarasanz, M., Riu-Barrera, E., Sardà Vilardaga, M., 1997b. Les excavacions arqueològiques al monestir de Sant Cugat del Vallès o d'Octavià (1993-1994). La fortalesa romana, la basílica i la implantació del monestir. Gausac 14, 15–76.

Bacaria, A., Madrid, M., Buxeda, J., Torrent, C., 2005. Cerámica de cuina del jaciment tardorromà de La Bastida (Rubí, Barcelona), in: Gurt, J.M., Buxeda, J., Cau, M.A. (Eds.), LRCW I. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry. Presented at the LRCW I. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR International Series, Archaeopress, Barcelona, pp. 179–202.

Baklouti, S., Martian, L., Ouazaa, N.L., Casas, L., Joron, J.L., Kassaa, S.L., Moutte, J., 2014. Provenance y reference groups of African Red Slip ware based on statistical analysis of chemical data y REE. Journal of Archaeological Science 50, 524–538.

Balossi Restelli, F., Mori, L., 2014. Bread, baking moulds y related cooking techniques in the Ancient Near East. Food & History 12, 39–55.

Banducci, L.M., 2015. Fuel, cuisine y food preparation in Etruria y Latium: cooking stands as evidence for change, in: Spataro, M., Villing, A. (Eds.), Ceramics, Cuisine y Culture: The Archaeology y Science of Kitchen Pottery in the Ancient Mediterranean World. Oxbow Books, Oxford, pp. 157–169.

Banús Tort, J., Ruiz Poza, R., Gurri Costa, E., 1991. Excavacions arqueològiques d'urgència al carrer Sant Francesc d'Assis, 26. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Bard, J.P., 1986. Microtextures of Igneous y Metamorphic Rocks. Reidel Publishing Co., Boston.

Barrasetas Dunjó, E., 2003. El jaciment de La Solana (Cubelles- el Garraf), in: J. Guitart, J.M.P. (Ed.), Territoris Antics a La Mediterrània i a La Cossetània Oriental. Actes Del Simposi Internacional d'Arqueologia Del Baix Penedès (El Vendrell, 2001). Generalitat de Catalunya, Barcelona, pp. 383–392.

Barrasetas Dunjó, E., 1998. El jaciment de La Solana. Tribuna d'arqueologia 1996–1997, 88–98.

Barrasetas Dunjó, E., Carbonell, E., Martínez, J., 1998. El jaciment romà de Poble Sec (Sant Quirze del Vallès, Vallès Occidental). Tribuna d'arqueologia 1991–1992, 103–110.

Barrasetas Dunjó, E., Carbonell, E., Martínez, J., 1993. La vil·la romana del Poble Sec (Sant Quirze del Vallès, Vallès Occidental). Tribuna d'arqueologia 1991–1992, 103–109.

Barrasetas Dunjó, E., Járrega Domínguez, R., 2007. La Solana. Memòria de l'excavació arqueològica al jaciment (Cubelles, Garraf). Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Barrasetas Dunjó, E., Járrega Domínguez, R., 1997. La ceràmica trobada al jaciment de la Solana (Cubelles, Garraf). Arqueomediterrània. Contextos ceràmics d'època romana tardana i de l'alta Edat Mitjana (segles IV-X) 2, 131–152.

Barrasetas Dunjó, E., Martín Menéndez, A., Palet Martínez, J.M., 1994. La vil·la romana d'Aiguacuit (Terrassa, Vallès Occidental). Memòries d'Intervencions arqueològiques a Catalunya 6. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Batista Noguera, R., López Mullor, A., Zucchitello Gilioli, M., 1988. Memòria de les excavacions a la vil·la romana dels Ametllers, Tossa, La Selva. Campanyes 1985-1988. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Baxter, M.J., 2015. Notes on quantitative archaeology y R. Research Gate, Nottingham.

Baxter, M.J., 2008. Mathematics, statistics y archaeometry: The past 50 years or so. Archaeometry 50, 968–982.

Baxter, M.J., 2006. A review of supervised y unsupervised pattern recognition in archaeometry. Archaeometry 48, 671–694.

Baxter, M.J., 2003. Statistics in archaeology. Arnold, London.

Baxter, M.J., 2001. Statistical modelling of artefact compositional data. Archaeometry 43, 131–147.

Baxter, M.J., 1999. Detecting multivariate outliers in artefact, compositional data. Archaeometry 41, 321–338.

Baxter, M.J., 1994. Exploratory multivariate analysis in archaeology. Edinburgh University Press, Edinburgh.

Baxter, M.J., 1992. Statistical analysis of chemical compositional data y the compariton of analyses. Archaeometry 34, 267–277.

Baxter, M.J., 1991. Principal component y correspondence analyses of glass compositions: An empirical study. Archaeometry 33, 29–41.

Baxter, M.J., Cool, H., 2016. Basic statistical graphics for archaeology with R: Life beyond excel. Barbican research associates Nottingham, Nottingham.

Bayard, D., Fournier, J., 1978. Un dépotoir du IVs siècle rue Blaise-Pascal à Amiens. Cahiers archéologiques de Picardie 5, 191–198.

Bea Escoda, D., Vilaseca, A., 2000. Dues necròpolis del segle V d.n.e. a Tarragona: excavacions al carrer de Prat de la Riba i Mas Rimbau, in: Ruiz de Arbulo, J. (Ed.), Tarraco 99: Arqueologia d'una Capital Provincial Romana: Tarragona 15, 16 i 17 d'abril 1999. Tarragona, pp. 155–164.

Beà Escoda, P., Molina Compte, M., 1988. Memòria de la campanya d'excavacions efectuada en el marc del camp d'aprenentatge d'arqueologia al municipi d'Aeso, Isona (Pallars Jussà) 1988. Generalitat de Catalunya, Lleida.

Bearat, H., Dufournier, D., Nouet, Y., 1992. Alterations of ceramics due to contact with seawater. Archaeologia Polona 30, 151–162.

Beardah, C.C., Baxter, M.J., 2005. An R Library for Compositional Data Analysis in Archaeometry, in: CoDaWork: Workshop on Compositional Data Analysis. Presented at the Workshop on Compositional Data Analysis, Girona.

Beardah, C.C., Baxter, M.J., Papageorgiou, I., Cau, M.A., 2002. Mixed-mode approaches to the grouping of ceramic artefacts using S-Plus, in: The Digital Heritage of Archaeology. Presented at the CAA2002. 30th Computer applications y quantitative methods in archaeology, Creta, pp. 261–265.

Beckhoff, B., Kanngießer, B., Langhoff, N., Wedell, R., Wolff, H. (Eds.), 2008. Handbook of Practical X-Ray Fluorescence Analysis. Springer, Berlin.

Beier, T., Mommsen, H., 1994. Modified Mahalanobis filters for grouping pottery by chemical composition. Archaeometry 36, 287–306.

Belmonte, C., Miquel, J., Moret, L., 2006. La vil·la romana de Sant Pelegrí (Biosca, Segarra). Una explotació agrícola a l'ager Iessonensis. Tribuna d'arqueologia 179–202.

Belmonte Santiesteban, C., 2008. L'ocupació de l'extrem sud-oest del suburbium de Barcino entre els segles I-IV dc: les troballes del carrer d'Avinyó. QUARHIS 4, 90–105.

Beltrán de Heredia, J., 2010. La cristianización del suburbium de Barcino, in: Vaquerizo, D. (Ed.), Las Áreas Suburbanas En La Ciudad Histórica. Topografía, Usos, Función. Monografías de arqueología cordobesa. Universidad de Córdoba, Córdoba, pp. 363–396.

Beltrán de Heredia, J., 2008a. Barcino durante la antigüedad tardía. Recópolis y la ciudad en la época visigoda. Zona Arqueológica 9, 274–291.

Beltrán de Heredia, J., 2008b. Inhumaciones "privilegiadas" intra muros durante la Antigüedad Tardía: el caso de Barcino. Anales de Arqueología Cordobesa 19, 231–260.

Beltrán de Heredia, J., 2005a. La cerámica común del yacimiento de la Plaza del Rei (siglos VI- VII): Aportación al estudio de la cerámica común tardoantigua de Barcelona (España), in: Gurt, J.M., Buxeda, J., Cau, M.A. (Eds.), LRCW I. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry. Presented at the LRCW I. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR International Series, Archaeopress, Barcelona, pp. 137–150.

Beltrán de Heredia, J., 2005b. Las producciones locales e importaciones de cerámica común del yacimiento de la plaza del Rei de Barcelona, entre la época visigoda y el período islámico. Siglos VI-VIII. QUARHIS 1, 68–89.

Beltrán de Heredia, J., 2001. De Barcino a Barcinona (siglos I- VII). Los restos arqueológicos de la plaza del Rey de Barcelona. Museu d'Història de la Ciutat, Institut de Cultura, Ajuntament de Barcelona, Barcelona.

Beltrán de Heredia, J., Nicolau Martí, A., 2000. El projecte de remodelació del subsòl del MHCB. Resultats de les darreres intervencions arqueològiques: una església dels segles VI- VII al subsòl de la plaça del Rei. Tribuna d'arqueologia 1997–1998, 125–144.

Ben Redjeb, T., 1985. La céramique gallo-romaine à Amiens (Somme). I - La céramique gallo-belge. Revue archéologique de Picardie 3, 143–176. https://doi.org/10.3406/pica.1985.1480

Bennet, W., Jeffery, A.B., Brinkmann, R., Vitaliano, C.J., 1989. The provenance postulate: Thoughts on the Use of Physical y Chemical Data in the Study of Ceramic Materials., in: Jeffery, A.B., Bennet, W. (Eds.), Analysis y Publication of Ceramics: The Computer Data-Base in Archaeology, BAR International Series. Archaeopress, Oxford, pp. 31–44.

Berastegui, X., Losantos, M., 2007. Mapa geologic de Catalunya: Granollers 1:25 000 393-1-1 (73-29).

Berastegui, X., Losantos, M., 2001. Mapa geologic de Catalunya: Sabadell 1:25 000 392-2-22 (72-30).

Bérat, J., Krol, V., 1998. Propos sur la céramique de l'Antiquité Tardive et du Haut Moyen Age de la villa Saint-Martin à Taradeau (Var), in: SFECAG. Actes Du

Congrès d'Istres, 1998. Presented at the SFECAG. Actes du congrès d'Istres, 1998, Istres, pp. 329–337.

Berg, I., 2011. Exploring the chaine operatoire of ceramics through X-Radiography, in: Scarcella, S. (Ed.), Archaeological Ceramics: A Review of Current Research, BAR International Series. BAR Internationa Series. Archaeopress, Oxford, pp. 57–63.

Berges, M., 1974. Columnas romanas y cruces visigóricas en la plaza Rovellat de Tarragona. Miscelánea Arqueológica. XXV Aniversario de los cursos de Ampúrias I, 153–167.

Bergman, J., Lindahl, A., 2015. Optimising Archaeologic Ceramics XRF Analyses, in: Proceedings of the 6th International Workshop on Compositional Data Analysis. Presented at the CODAWORK 2015, L'Escala, pp. 26–33.

Bernhard, H., 1997. Die Merowingerzeit in der Pfalz. Bemerkungen zum Übergang von der Spätantike zum frühen Mittelalter und zum Stand der Forschung. Mitteilungen des Historischen Vereins der Pfalz 95, 1997.

Bieber, A.M., Brooks, D., Harbottle, G., Sayre, E.V., 1976. Application of multivariate techniques to analytical data on Aegean ceramics. Archaeometry 18, 59–74.

Bishop, R.L., Harbottle, G., Sayre, E.V., 1982. Chemical y mathematical procedures employed in the Maya Fine Paste ceramics project, in: Sabloff, J.A. (Ed.), Analyses of Fine Paste Ceramics: Excavations at Seibal, Departament of El Petén, Guatemala. Peabody Museum of Archaeology y Ethnology, Harvard University, Cambridge, pp. 238–314.

Bishop, R.L., Neff, H., 1989. Compositional data analysis in Archaology, in: Allen, R.O. (Ed.), Archaeological ChemistryIV, Symposium, 193 Meeting of the American Chemical Society, Denver (Colorado), 5-10 April 1987. Presented at the Archaeological ChemistryIV, Symposium, 193 Meeting of the American Chemical Society, Denver (Colorado), 5-10 April 1987, American Chemical Society, Washington, pp. 57–86.

Blasco, J., Escrivà, V., Soriano, R., 1994. Assaig de síntesi del panorama ceràmic de la ciutat de València a l'Antiguitat Tardana, in: III Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica. Presented at the III Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica, Institut d'Estudis Catalans, Universitat de Barcelona, Consell Insular de Menorca, Menorca, pp. 357–374.

Blasco Nacher, J., 1989. Cerámicas comunes de importación en València (siglos V-VII dC), XIX Congreso Nacional de Arqueología. Zaragoza 735–742.

Blatt, H., 2006. Petrology: igneous, sedimentary y metamorphic. W. H. Freeman, New York.

Blázquez Martínez, J.M., 2002. Relaciones de España en la tarda antigüedad con África y el Oriente. Últimas aportaciones de la cerámica, in: J. M. Carrié, R.L.T. (Ed.), Humana Sapit. Études d'Antiquité Tardive Offertes à Lellia Cracco Ruggini. Turnhout, pp. 299–307.

Blech, J., Dejou, J., Chevalier, Y., Garrigo, J., 2012. Evolution of biotites of the crystalline massifs of Catalonia (Spain) during their geochemical alteration. Annals of Agrarian Science 10, 1–24.

Blondes, M.S., Engle, M.A., Geboy, N.J., 2015. Advances in integrating isotopic data with compositional data analysis: applications for deep formation brine geochemistry, in: Proceedings of the 6th International Workshop on Compositional Data Analysis. Presented at the CODAWORK 2015, L'Escala.

Boileau, M.C., D'Agata, A.L., Whitley, J., 2009. Pottery technology & regional exchange in Early Iron Age Crete, in: Quinn, P. (Ed.), Interpreting Silent

Artefacts. Petrographic Approaches to Archaeological Ceramics. Archaeopress, Oxford, pp. 157–172.

Bonamusa Roura, J., 2008. Els límits de la civitas d'Iluro (estat de la qüestió). Sessió d'Estudis Mataronins 25, 199–207.

Bonamusa Roura, J., 2007. Alarona, l'etapa fosca (segles VII al X). Sessió d'Estudis Mataronins 23, 233–246.

Bonamusa Roura, J., 2006. D'Iluro a Alarona. Sessió d'Estudis Mataronins 22, 35–56.

Bonamusa Roura, J., Clariana, J.F., Garí Lleixà, R.I., Juché, E., 2006. Guia del clos arqueològic de Can Modolell. Cabrera de Mar.

Bonamusa Roura, J., Clariana, J.F., Garí Lleixà, R.I., Juché, E., 2002a. Notícia sobre el descobriment de Can Modolell: L'àrula de Lucius Petreius Victor i les restes al peu del camí (Cabrera de Mar). Sessió d'Estudis Mataronins 19, 227–254.

Bonamusa Roura, J., Clariana Roig, J.F., Garí Lleixà, R.I., 2002b. Dades per a l'estudi de l'hàbitat medieval en el jaciment arqueològic de Can Modolell (Cabrera de Mar), in: II Jornades d'Història i d'Arqueologia Medieval Del Maresme. L'organització de l'espai i Models de Poblament. Presented at the II Jornades d'Història i d'Arqueologia Medieval del Maresme. L'organització de l'espai i models de poblament, Mataró.

Bonamusa Roura, J., Garí Lleixà, R.I., 1982. Jaciment arqueològic de Can Modolell (Cabrera de Mar, El Maresme). Sector criptopòrtic. Campanyes 1977/78-1981/82. Generalitat de Catalunya, Mataró.

Bonifay, M., 2004. Etudes sur la céramique romaine tardive d'Afrique, BAR International Series. Archaeopress, Oxford.

Bonifay, M., Pelletier, J.D., 1983. Éléments d'évolution des céramiques de l'Antiquité Tardive à Marseille d'après les fouilles de La Bourse (1980- 1981). Revue Archéologique de Narbonnaise 16, 285–346.

Bonifay, M., Tréglia, J.C. (Eds.), 2007. LRCW2. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR International Series,. Archaeopress, Oxford.

Bonnet, C., Beltrán de Heredia, J., 2005. Arqueología y arquitectura de los siglos VI y VII en Barcelona. El grupo episcopal., in: Marqués, L.A.G.M. y. S.R. (Ed.), Guerra y Rebelión En La Antigüedad Tardía. El Siglo VII En España y Su Contexto Mediterráneo. Ayuntamiento de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares, pp. 155–180.

Bonnet, C., Beltrán de Heredia, J., 2000a. Nuevas intervenciones arqueológicas en el Museo de Historia de la Ciudad: una iglesia de época visigótica en el grupo episcopal de Barcelona, in: J. M. Gurt, N.T. (Ed.), V Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica, Cartagena (1998). Presented at the V Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica, Cartagena (1998), Institut d'Estudis Catalans, Universidad de Murcia, Universitat de Barcelona, Museo arqueológico de Cartagena, Cartagena/ Barcelona, pp. 135–144.

Bonnet, C., Beltrán de Heredia, J., 2000b. El primer grupo episcopal de Barcelona, in: López, G.R., Gurt, J.M. (Eds.), Sedes Regiae (Ann. 400- 800). Reial Acadèmia de Bones Lletres, Barcelona, pp. 467–490.

Bonnet, C., Beltrán de Heredia, J., 1999. El conjunt episcopal de Barcino, in: P. de Palol, A.P. (Ed.), Del Romà Al Romànic. Història, Art i Cultura de La Tarraconense Mediterrània Entre Els Segles IV i X. Fundació Enciclopèdia Catalana, Barcelona, pp. 179–183.

Boquer Pubil, S., Parpal Tamburini, A., 1989. Memòria de les excavacions arqueològiques al polígon industrial de Can Roqueta (Sabadell, Vallès Occidental). Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Bosch Puche, F., 2002. Memòria de l'excavació arqueològica en els solars número 17 A-B-C de l'avinguda de Joan Antonio Guàrdies de Tarragona (Tarragonès). Necròpolis de Mas Rimbau. Generalitat de Catalunya. Direcció General de Patrimoni Cultural, Tarragona.

Bosch Puche, F., Macías Solé, J.M., Menchon Bes, J.J., Muñoz Melgar, A., Teixell Navarro, A., 2005. La transformació urbanística de l'acròpolis de Tarracona: avanç de les excavacions del Pla director de la catedral de Tarragona (2000-2002), in: J. M. Gurt, A.L. (Ed.), VI Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica: Les Ciutat Tardoantigues d'Hispania: Cristianització i Topografia: València 8, 9 i 10 de Maig de 2003. Presented at the VI Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica: les ciutat tardoantigues d'Hispania: cristianització i topografia, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona, pp. 167–174.

Braun, D., 1983. Pots as tools, in: Moore, J.A., Keene, A.S. (Eds.), Archaeological Hammers y Theories. Academic Press, New York, pp. 107–134.

Brogiolo, G.P., Gelichi, S. (Eds.), 1996. Le ceramiche altomedievali (fine VI-X secolo) in Italia settentrionale: produzione e commerci, in: Documenti Di Archeologia. Presented at the 6° Seminario sul Tardoantico e l'Altomedioevo in Italia Centrosettentrionale Monte Barro - Galbiate (Lecco) 21 - 22 aprile 1995, pp. 15–33.

Bronitsky, G., 1989. Pottery technology: ideas y approaches. Westview Press, Colorado.

Brown, G. w., Brindley, G.W., 1980. Crystal structures of clay minerals y their X-ray identification. Mineralogical Society London, London.

Burch, J., Nolla Brufau, J.M., 2005. Pla de Palol (Castell-Platja d'Aro, Baix Empordà). Estudi General 25, 141–144.

Burés Vilaseca, L., Macías Solé, J.M., García Noguera, M., 1998. Un aqüeducte soterrani a Tàrraco. Empúries 51, 183–196.

Busquets Costa, F., 2000. Memòria de la intervenció arqueològica al principal 2º del carrer arc de Sant Ramon del Call, 11 Bis (Barcelona, desembre 2000). Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Busquets Costa, F., Espejo Blanco, J.M., Triay Olives, V., Ravotto, A., Moreno Gómez, A., 2009. Les vies d'accés a les portes nord-oest i sud-oest de Barcino a través dels testimonis arqueològics. QUARHIS 5, 124–141.

Buxeda Garrigós, J., 2001. L'estadística i la seva aplicació en els estudis de provinença dels materials arqueològics, in: Arqueomediterrània: Jornades d'Arqueologia i Tecnologies de La Información i La Comunicació. Presented at the Jornades d'Arqueologia i Tecnologies de la Informació i la Comunicació: Recerca, Docència i Difusió, Universitat de Barcelona, Barcelona.

Buxeda Garrigós, J., 1999a. Alteration y contaminations of archaeological ceramics: The perturbation problem. Journal of Archaeological Science 26, 295–313.

Buxeda Garrigós, J., 1999b. Problemas en torno a la variación composicional, in: Capel Martínez, J. (Ed.), Arqueometría y Arqueología. Universidad de Granada, Granada, pp. 305–322.

Buxeda Garrigós, J., Cau Ontiveros, M.A., 2006. Caracterització arqueomètrica de les ceràmiques espatulades de la plaça del Rei de Barcelona. QUARHIS 2, 140–151.

Buxeda Garrigós, J., Cau Ontiveros, M.A., 2004. Annex I: Caracteritzacó arqueomètrica de les produccions tardanes d'Iluro. Laietania. La transició del municipium

d'Iluro a Alarona (Mataró). Cultura material i transformacions d'un espai urbà entre els segles V i VII dC 15, 449–498.

Buxeda Garrigós, J., Cau Ontiveros, M.A., 1995. Identificación y significado de la calcita secundaria en cerámicas arqueológicas. Complutum 6, 293–309.

Buxeda Garrigós, J., Cau Ontiveros, M.A., Gurt Esparraguera, J.M., Tsantini, E., Rauret Dalmau, A.M., 2005. Late roman coarse y cooking wares from the Balearic Islands in Late Antiguity, in: Gurt, J.M., Buxeda, J., Cau, M.A. (Eds.), LRCW1. Late Roman Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranian. Archaeology y Archaeometry. Presented at the LRCW1, BAR International Series, Archaeopress, Oxford, pp. 223–234.

Buxeda Garrigós, J., Cau Ontiveros, M.A., Kilikoglou, V., 2003. Chemical variability in clays y pottery from a traditional cooking pot production village: testing assumptions in Pereruela. Archaeometry 45, 1–17.

Buxeda Garrigós, J., Kilikoglou, V., 2003. Total variation as a measure of variability in chemical data sets, in: Zelst, L. v. (Ed.), Patterns y Process. A Festschrift in Honour of Dr. Edward V. Sayre. Smithsonian Center of Materials Research y Education, Suitland, Maryland, pp. 185–198.

Buxeda i Garrigós, J., Cau Ontiveros, M.Á., 2005. Caracterització arqueomètrica de les ceràmiques tardanes de la plaça del Rei de Barcelona. QUARHIS, 2005, vol. 1, p. 90-99.

Buxeda i Garrigós, J., Cau Ontiveros, M.Á., 1998. Possibilitats i limitacions en l'estudi arqueomètric de les produccions ceràmiques ebusitanes. Pyrenae: Revista de Prehistòria i Antiguitat de la Mediterrània Occidental 29, 97–115.

Buxeda, J., 2008. Revisiting the compositional data. Some fundamental questions y new prospects in Archaeometry y Archaeology, in: CoDaWork: Workshop on Compositional Data Analysis. Presented at the Workshop on Compositional Data Analysis, Girona.

Buxeda, J., 2001. L'Estadística i la seva aplicació en els estudis de provinença dels materials arqueològics, in: Jornades d'Arqueologia i Tecnologies de La Informació i La Comunicació: Recerca, Docència i Difusió. Presented at the Jornades d'Arqueologia i Tecnologies de la Informació i la Comunicació: Recerca, Docència i Difusió, Mediterránea, Barcelona, pp. 71–78.

Buxeda, J., Cau, M.A., Gurt, J.M., Tuset, F., 1995. Análisis tradicional y análisis arqueométrico en el estudio de las cerámicas comunes de época romana. Monografies Emporitanes 8, 39–60.

Buxeda, J., Cau, M.A., Tuset, F., 1997. Las cerámicas de la Habitación 39 de la basílica de Es Cap des Port (Fornells, Menorca), primeros resultados. Contextos ceràmics d'època romana tardana i de l'alta edat mitjana (segles IV-X)(ed). Arqueomediterrània 2, 229–248.

Buxeda, J., Madrid, M., Iñañez, J.G., Vila Socias, L., 2008. Arqueometria ceràmica: una arqueologia ceràmica amb més informació. Cota Zero 23, 38–53.

Buxeda, J., Mommsen, H., Tsolakidou, A., 2002. Alterations of Na-, K-, ans Rb-concentrations in mycenaean pottery y a proposed explanation using X-Ray diffraction. Archaeometry 187–198.

Caballero, L., 1989. Cerámicas de época visigoda y postvisigoda de las provincias de Cáceres, Madrid y Segovia. Boletín de Arqueología medieval 3, 75–108.

Caballero, L., Mateos, P., Retuerce, M. (Eds.), 2003. Cerámicas tardorromanas y altomedievales en la Península Ibérica. Ruptura y continuidad. Anejos AEspA XXVIII.

Calpena Marcos, D., 2001. Memòria arqueològica conjunta de les intervencions a l'entorn del passeig del Born (C/ Sombrerers, Fossar de les moreres i placeta Montcada) i plaça del fossar de les moreres. Barri de la Ribera, Ciutat Vella (Barcelona). Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Calpena Marcos, D., Arias del Real, L., 2008. Memòria conjunta de la intervenció arqueològica al carrer de les beates 2-5. Ciutat Vella, Barcelona. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Camats Malet, A., 2011. Informe i memòria del control i intervenció arqueològica d'urgència al carrer Sant Sebastià, 29 (Guissona, La Segarra). Generalitat de Catalunya, Guissona.

Cann, S.J., Lloyd, J.A., 1984. Late Roman y early medieval pottery from Molise. Archeologia medievale 11, 425.

Cantarero Abad, I., 2013. Deformation-fluid multiphase interaction within the fractures of the Barcelona Plain y the Vallès Basin: influence on fault rocks y diagenesis. Universitat de Barcelona, Barcelona.

Canyellas, J., Piñol, L., Vergès, J.M., 1996. La vil·la d'Alcover i la necròpolis de Mas Gassol. Quaderns d'Arqueologia 29, 27–41.

Carbonell Solé, E., Martínez Tomàs, J., Barrasetas Dunjó, E., 1989. Memòria de l'excavació del Jaciment Romà del Poble sec (Sant Quirze del Vallès 4 d'agost-15 d'octubre de 1989). Generalitat de Catalunya, Sabadell.

Caro, A., 2006. Ensayo sobre cerámica en arqueología. Agrija Ediciones, Sevilla.

Carpenter, A., Feinman, G.M., 1999. The Effects of Behaviour on Ceramic Composition: Implications for the Definition of Production Locations. Journal of Archaeological Science 26, 783–796.

Carreras, J., Santanach, P.F., 1975. Precisiones acerca de la significación petrológica y estructural de las rocas gneísicas y cataclásticas del Maresme (prov. de Barcelona). Acta Geologica Hispanica 10, 49–54.

Carreras Montfort, C., 1998. Els abocadors del món romà: el cas de Londinium i Barcino. Pyrenae 29, 147–160.

Carreras Vidal, N., Rigo Jovells, A., Puerta López, C., 1995. Memòria de la intervenció arqueològica a Can Palauet (Carrer d'en Palau, 32-34). Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Carsana, V., 1994. Ceramica da cucina tardo antica e alto medievale, in: Il Complesso Archeologico Di Carminiello Ai Mannesi, Napoli (Scavi 1983e 1984). Presented at the Il Complesso Archeologico di Carminiello ai Mannesi, Napoli (Scavi 1983e 1984), Congedo Editore, Galatina, Nápoles, pp. 221–258.

Cartes, A., Gilisbars de Francisco, T., 2009. Estudi de les restes ceràmiques del Mas de Sant Pau (Masdenverge, Montsià, Catalunya). Quaderns de Prehistòria i Arqueologia Cast. 27, 207–216.

Carvajal, J.C., Day, P.M., 2014. Cerámica, paisaje y cambio social: Análisis petrográficos de ollas en la Vega de Granada Altomedieval, in: Jiménez Puertas, M. (Ed.), El Paisaje y El Análisis Del Territorio. Reflexiones Sobre El Sur de Al-Andalus. Vessants, arqueologia i cultura, Palma de Mallorca.

Carvajal, J.C., Day, P.M., 2013. Cooking pots y islamization in the early medieval Vega of Granada (Al-Andalus, sixth to twelfth centuries). Oxford Journal of Archaeology 32, 433–451.

Casas Blasi, J., 2006. Memòria de la intervenció arqueològica preventiva efectuada al solar del carrer de la princesa 21 i carrer Boquer 8-12. Barcelona. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Casas Blasi, J., Martínez Ferreras, V., 2006. El taller ceràmic d'època romana del carrer Princesa de Barcelona. Estudi arqueològic de les restes i estudi arqueomètric del material ceràmic. QUARHIS 2, 36–59.

Castanyer Masoliver, P., Sanmartí, E., Santos, M., Tremoleda Trilla, J., Benet, C., Carreté, J.M., Fàbrega, X., Remolà, J.A., Rocas, X., 1993. L'excavació del kardo B. Noves aportacions sobre l'abandonament de la ciutat romana d'Empúries. Cypsela 10, 159–194.

Castanyer Masoliver, P., Tremoleda Trilla, J., 2005. Vilauba (Camós, Pla de l'Estany). Estudi General 25, 169–173.

Castanyer Masoliver, P., Tremoleda Trilla, J., 2001. La villa romana de Vilauba (Girona) durante la Antigüedad Tardía: Continuidad o ruptura. Salduie 2, 159–176.

Castanyer Masoliver, P., Tremoleda Trilla, J., 1999. La vil·la romana de Vilauba. Un exemple de l'ocupació i explitació romana del territori a la comarca del pla de l'Estany. Ajuntament de Girona, Girona.

Castro Dorado, A., 1989. Petrografia Básica. Texturas, clasificación y nomenclatura de rocas. Parainfo S. A.

CATHMA, 1993. Céramiques languedociennes du haut Moyen Age (VIIe-XIe s.). Archéologie du Midi médiéval XI, 111–228.

CATHMA, 1987. Importations de céramiques communes méditerranéennes dans le midi de la Gaule (Ve-VIIe s.). La ceràmica medieval do mediterraneo occidental 20–47.

Cau, M.A., 2007. Mediterranean Late Roman Cooking Wares: evidence from the Balearic Islands, in: LRCW2. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranea. Archaeology y Archaeometry, BAR International Series. Presented at the LRCW2. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranea. Archaeology y archaeometry, Archaeopress, pp. 219–246.

Cau, M.A., Day, P.M., Baxter, M.J., Papageorgiou, I., Iliopoulos, I., Montana, G., 2004. Exploring automatic grouping procedures in ceramic petrology. Journal of Archaeological Science 31, 1325–1338.

Cau Ontiveros, M.A., 2003. Cerámica tardorromana de cocina de las Islas Baleares. BAR International Series, Archaeopress, Oxford.

Cau Ontiveros, M.A., 1999. Ceràmica de cuina, in: Palol, P. d. (Ed.), Del Romà Al Romànic: Història, Art i Cultura de La Tarraconense Mediterrània Entre Els Segles IV i X. Enciclopèdia Catalana, Barcelona, pp. 360–363.

Cau Ontiveros, M.A., 1996. Cerámicas tardorromanas de cocina con inclusiones de rocas metamórficas halladas en las Islas Baleares: ¿Posibles producciones de la zona de Cartagena? Supplément à la Revue d'Archéometrie 101–106.

Cau Ontiveros, M.A., Day, P.M., Montana, G., 2002. Secondary calcite in archaeological ceramics: evaluation of alteration y contamination processes by thin section study, in: Kilikoglou, V., Hein, A., Maniatis, Y. (Eds.), Modern Trends in Scientific Studies on Ancient Ceramics: Papers Presented at the 5th European Meeting on Ancient Ceramics, Athens 1999, BAR International Series. Archaeopress, Oxford, pp. 9–18.

Cau Ontiveros, M.A., Giralt, J., Macías Solé, J.M., Padilla, J.I., Tuset Bertrán, F., 1997a. La cerámica del Nordeste peninsular y las Baleares entre los siglos V- X, in: La Céramique Médiévale En Méditerranée. Actues Du 6e Congrès de l'AIECM2. 13- 18 Novembre 1995. Narration Éditions, Aix-en-Provence, pp. 173–192.

Cau Ontiveros, M.A., Macías Solé, J.M., Tuset Bertrán, F., 1997b. Algunas consideraciones sobre cerámicas de cocina de los siglos IV al VIII, in: González, A. (Ed.), La Ceràmica Medieval Catalana. El Monument, Document, Quaderns Científics i Tècnics. Diputació de Barcelona, Barcelona, pp. 7–36.

Cau Ontiveros, M.A., Mas Florit, C., Reynolds, P., Riutort, J., 2014. Two late Antique ceramic deposits from the city of Palma de Mallorca (Balearic Islands, Spain), in: Poulou-Papadimitriou, Nodarou, E., Kilikoglou, V. (Eds.), LRCW4 Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry. Comparison between Western y Eastern Mediterranean, BAR International Series. Presented at the LRCW4, Archaeopress, Thessalonik, pp. 1049–1060.

Cau Ontiveros, M.A., Montana, G., Tsantini, E., Randazzo, L., 2015. Ceramic ethnoarchaeomety in Western Sardinia: Production of cooking ware at Pabillonis. Archaeometry 57, 453–475.

Cau Ontiveros, M.A., Tsantini, E., Buxeda Garrigós, J., 2004. Caracterització arqueomètrica de ceràmiques tardanes, in: Riera Rullán, M. (Ed.), Illot Des Frares. Col·lecció Quaderns de Patrimoni Cultural. Consell de Mallorca, Palma de Mallorca, pp. 57–64.

Cela Espín, X., Muñoz Rufo, V., 2000. Memòria de l'excavació arqueològica d'urgència realitzada al carrer La Palma 15 (Mataró, El Maresme). Generalitat de Catalunya, Mataró.

Cela Espín, X., Revilla Calvo, V., 2005. Contextos cerámicos de los siglos V- VII del Municipium de Iluro (Mataró, Barcelona). Evidencia material, hábitat y dinámica económica de una ciudad del litoral hispano, in: Gurt, J.M., Buxeda, J., Cau, M.A. (Eds.), LRCW I. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR International Series. Presented at the LRCW I. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR International Series, Archaeopress, Barcelona, pp. 203–222.

Cela Espín, X., Revilla Calvo, V., 2004. La transició del municipium d'Iluro a Alarona (Mataró). Cultura material i transformacions d'un espai urbà entre els segles V i VII dC. Laietania 15.

Cerdà Mellado, J.A., García Roselló, J., Martí, C., Pera Isern, J., Pujol, J., Revilla Calvo, V., 1997. El cardo maximus de la ciutat romana d'Iluro (Hispania Tarraconensis). Laietània 10.

Cerdà Mellado, J.A., Pérez Tort, S., 1991. Darreres excavacions d'urgència davant del clos arqueològic de Torre Llauder (Mataró, Maresme). Laietania 6, 127–147.

Chavarría Arnau, A., 2017. Finding invisible Arians: An archaeological perspective on churches, baptism y religious competition in 6th century Spain. Hortus Artium Medievalium 23, 674–685.

Chavarría Arnau, A., 2007. El final de las villae en Hispania (siglos V-VII d.c.), Bibliotheque de l'Antiquité Tardive. Brepol Publishers, Bélgica.

Cirés, J., Berastegui, X., 2011a. Mapa geologic de Catalunya: Castellar del Vallès 1:25 000 392-2-1 (72-29).

Cirés, J., Berastegui, X., 2011b. Mapa geologic de Catalunya: Mataró 1:25 000 393-2-22 (74-30), 421-2-1 (74-31).

Clariana, J.F., Garí Lleixà, R.I., Bonamusa Roura, J., Juché, E., 2000. Aportacions a l'estudi del criptopòrtic de can Modolell (Cabrera de Mar). Sessió d'Estudis Mataronins 17, 165–200.

Clariana, J.F., Prevosti Monclús, M., 1994. Un exemple de ruralització a l'Antiguitat tardana: la vil·la de Torre Llauder, in: III Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica. Presented at the III Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica, Institut d'Estudis Catalans, Universitat de Barcelona, Consell Insular de Menorca, Menorca, pp. 117–127.

Clariana Roig, J.F., 2009. Ceràmiques d'importació singulars provinents de la vil·la romana de Torre Llauder (Mataró). Sessió d'Estudis Mataronins 26, 25–42.

Clariana Roig, J.F., 1990. Aportación al conocimiento de unas estructuras arquitectónicas tardorromanas del yacimiento arqueológico de can Modolell (Cabrera de Mar, Barcelona). Archivo Español de Arqueología 63, 330–344.

Clariana Roig, J.F., Járrega Domínguez, R., 1995. La fase paleocristiana del jaciment de Can Modolell de Cabrera de Mar. Sessió d'Estudis Mataronins 12, 145–166.

Clariana Roig, J.F., Járrega Domínguez, R., 1994. Estudi de la fase Baix Imperial de la vil·la romana de Torre Llauder (Mataró, El Maresme). Les ceràmiques. Laietania 9, 253–270.

Clariana Roig, J.F., Prevosti Monclús, M., 2011. Nota sobre la ceràmica de cuina tardoromana de l'abocador de Torre Llauder (Mataró), in: IV Jornades d'Historia i Arqueologia Medieval Del Maresme. Presented at the IV Jornades d'Historia i arqueologia medieval del Maresme, Mataró, pp. 172–183.

Coll Riera, J.M., 2003. Memòria de la intervenció arqueològica als Horts de Can Torras (Castellar del Vallès, Vallès Occidental), Març- abril 2003. Generalitat de Catalunya, Sabadell.

Coll Riera, J.M., Molina Vallmitjana, J.A., Roig Buxó, J., 1997a. L'església vella de Sant Menna (Sentmenat, Vallès Occidental): Fase I. Annals d'Estudis Gironins 38, 1331–1345.

Coll Riera, J.M., Roig Buxó, J., 2006. La intervenció arqueològica als Horts de can Torras (Castellas del Vallès): un assentament del Neolític i un vilatge de l'Antiguitat Tardana. Tribuna d'arqueologia 2003–2004, 113–127.

Coll Riera, J.M., Roig Buxó, J., 2005. Un assentament Neolític i un viatge de l'Antiguitat Tardana als Horts de can Torras. Recerca 4, 45–59.

Coll Riera, J.M., Roig Buxó, J., Molina Vallmitjana, J.A., 1997b. Las producciones cerámicas de época visigoda en la Cataluña central (ss.V-VII): algunas consideracions técnicas y morfológicas, in: d'Archimbaud, G.D. (Ed.), La Céramique Médiévale En Méditerranée. Actes Du 6e Congrès de l'AIECM2 (Aix-En-Provence, Novembre 1995). Presented at the La céramique médiévale en Méditerranée. Actes du 6e congrès de l'AIECM2 (Aix-en-Provence, novembre 1995), Aix-en-Provence, pp. 193–197.

Coll Riera, J.M., Roig Buxó, J., Molina Vallmitjana, J.A., 1997c. Contextos ceràmics de l'antiguitat tardana del Vallès. Arqueomediterrània 2, 37–57.

Colominas, L., Castanyer, P., Tremoleda, J., 2014. Everyday cooking y eating: an interdisciplinary study of the remains recovered from a pantry at the Vilauba villa near Girona. Journal of Roman Archaeology 27, 239–254.

Comas Solà, M., Padrós Martí, P., 1997. Un context ceràmic del segle VI a Baetulo. Contextos ceràmics d'època romana tardana i de l'alta edat mitjana (segles IV-X). Actes Taula Rodona (Badalona 1996). Arqueomediterrània 2, 121–130.

Comas Solà, M., Padrós Martí, P., 1995. Les derniers niveaux d'ocupation romaine à Baetulo (Badalone 9 attestés par la presence de céramiques tardives (IVe- VIe siècles après J. C.), in: Actes Du Congrés de S.F.E.C.A.G. Rouen, pp. 187–194.

Cortés, A., 2011. L'arquitectura domèstica a la ciutat romana de Barcino. QUARHIS 7, 16–66.

Costin, C.L., 1991. Craft specialization: Issues in defining, documentinc y explaining the organization of production, in: Schiffer, M.B. (Ed.), Archaeological Method y Theory. Academic Press, New York, pp. 1–56.

Cramp, L.J.E., Evershed, R.P., 2015. Reading the Residues: The Use of Chromatographic y Mass Spectromic Techniques for Reconstructing the Role of Kitchen y other Domestic Vessels in Roman Antiquity, in: Spataro, M., Villing, A. (Eds.), Ceramics, Cuisine y Culture: The Archaeology y Science of Kitchen Pottery in the Ancient Mediterranean World. Oxbow Books, Oxford, pp. 125–140.

Cultrone, G., Rodríguez-Navarro, C., Sebastian, E., Cazalla, O., De la Torre, M.J., 2001. Carbonate y silicate phase reactions during ceramic firing. European Journal of Mineralogy 13, 621–634.

D'Agostino, M., Marazzi, F., 1985. Notizia preliminare sullo studio dei materiali tardoantichi e altomedievali di Lacco Ameno, Ischia (NA). Archeologia Medievale 12, 611.

Damjanovic, L., Mioc, U., Bajuk-Bogdanovic, D., Cerovic, N., Maric-Stojanovic, M., Andric, V., Holclajtner-Antunovic, I., 2016. Archaeometric invesstigation of medieval pottery from excavations at Novo Brdo, Serbia. Archaeometry 58, 380–400.

Davis, J.C., 2002. Statistics y data analysis in Geology. Wiley, New York.

Day, P.M., Cau Ontiveros, M.A., Mas Florit, C., Müller, N., 2015. A contextual ethnography of cooking vessel production at Pòrtol, Mallorca (Balearic islands), in: Spataro, M., Villing, A. (Eds.), Ceramics, Cuisine y Culture: The Archaeology y Science of Kitchen Pottery in the Ancient Mediterranean World. Oxbow Books, Oxford, pp. 55–64.

Day, P.M., Kiriatzi, E., Tsolakidou, A., Kilikoglou, V., 1999. Group Therapy: A Comparison between Analyses by NAA y Thin Section Petrography of Early Bronze Age Pottery from Central y East Crete. Journal of Archaeological Science 1025–1036.

De la Fuente, G.A., 2008. Post-depositional chemical alterations in archaeological ceramics: a critical review y implications for their conservation. Boletín del Laboratorio de Petrología y conservación cerámica 1, 21–37.

Delvigne, J.E., 1998. Atlas of micromorphology of mineral alteration y weathering, The Canadian Mineralogist. Special Publication. Orstom, Ontario.

Días García, M., García Fornós, M., Macías Solé, J.M., 2000. Les termes públiques de Tarragona: excavacions en el carrer de Sant Miquel núm. 33. Estudi preliminar, in: Ruiz de Arbulo, J. (Ed.), Tarraco 99: Arqueologia d'una Capital Provincial Romana: Tarragona 15, 16 i 17 d'abril 1999. Presented at the Tarraco 99: arqueologia d'una capital provincial romana, Tarragona, pp. 111–136.

Días García, M., Macías Solé, J.M., 2006. La vil·la romana de la Pineda/Cal·lípolis (Vila-seca,Tarragonès), in: Remolà, J.A. (Ed.), El Territori de Tarraco: Vil·les Romanes Del Camp de Tarragona. Forum 13. Temes d'història i d'arqueologia tarragonines, Tarragona, pp. 133–151.

Días García, M., Macías Solé, J.M., 2000. Excavacions arqueològiques en el solar núm. 36 del carrer del Gasòmetre, in: Ruiz de Arbulo, J. (Ed.), Tarraco 99: Arqueologia d'una Capital Provincial Romana: Tarragona 15, 16 i 17 d'abril 1999. Presented at the Tarraco 99: arqueologia d'una capital provincial romana, Tarragona, pp. 107–110.

Disneaux, D. (Ed.), 2017. LRCW5. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry. Institut d'Etudes Alexandrines, Alexandria.

Donnelly, A.J., 2015. Cooking pots in ancient y Late Antique cookbooks, in: Spataro, M., Villing, A. (Eds.), Ceramics, Cuisine y Culture: The Archaeology y Science of Kitchen Pottery in the Ancient Mediterranean World. Oxbow Books, Oxford, pp. 141–147.

Dore, J.N., Keay, N., Fulford, M., Hall, M., 1989. Excavations at Sabratha, 1948-1951. The finds. The amphorae, coarse pottery y building materials. Society for Libyan Studies on behalf of the Department of Antiquities, Tripoli, S.P.L.A.J., London.

Doval Montoya, M., Martín Pozas, J.M., 1974. Sobre el mecanismo de la descomposición térmica de la dolomita. Estudios Geológicos 30, 425–440.

Drennan, R.D., 2009. Statistics for Archaeologists. A commonsense approach. Springer, New York.

Dupré, X., Carreté, J.M., 1993. La "Antiga Audiencia". Un acceso al foro provincial de Tarraco. Excavaciones Arqueológicas en España 165.

Dyson, S.L., 1976. Cosa: the utilitarian pottery. American Academy in Rome, Rome.

Echallier, J.C., 1983. L'analyse petrographique des ceramiques arqueologiques: principes, techniques et limites de la methode, in: Archeologie Du Midi Mediterranéen. Centre de Recherches Archeologiques (C.N.R.S.), Vallbonne, pp. 60–67.

Enrich Hoja, J., Enrich Hoja, J., 1997. Les ceràmiques comunes tardoromanes i altmedievals en el context de l'habitacle rural dispers de Catalunya central. Arqueomediterrània. Contextos ceràmics d'època romana tardana i de l'alta Edat Mitjana (segles IV-X) 2, 21–36.

Enrich Hoja, J.J., Enrich Hoja, J., Pedraza, L., 1995. Vilaclara de Castellfollit del Boix (El Bages). Un assentament rural de l'antiguitat tardana. Arqueoanoia edicions, Igualada.

Enrique, P., 1990. The Hercynian intrusive rocks of the Catalonian Coastal Ranges (NE Spain). Acta Geologica Hispanica 25, 39–64.

Enrique, P., 1978. Las rocas graníticas de la Cordillera Litoral Catalana, entre Mataró y Barcelona. Acta Geologica Hispanica 13, 81–86.

Faber, E.W., Day, P.M., Kilikoglou, V., 2009. Fine-grained Middle Bronze Age polychrome ware from Crete: Combining petrographic & microstructural analysis, in: Quinn, P. (Ed.), Interpreting Silent Artefacts. Petrographic Approaches to Archaeological Ceramics. Archaeopress, Oxford, pp. 139–156.

Fantuzzi, L., 2015. Caracterización arqueométrica de ánforas tardorromanas del Nordeste de la Península Ibérica. Universitat de Barcelona, Barcelona.

Fantuzzi, L., 2010. La alteración postdeposicional el material cerámico. Agentes, procesos y consecuencias para su preservación e interpretación arqueológica. Comechingonia virtual 4, 27–59.

Fernández Delgado, A., Martínez Jiménez, J., Tejerizo García, C., 2013. Old y new elites in the Visigothic kingdom (AD 550-650), in: van der Wilt, E.M., Martínez Jiménez, J. (Eds.), Tough Times: The Archaeology of Crisis y Recovery. Presented at the Graduate Archaeology at Oxford conferences in 2010 y 2011, BAR International Series. Archaeopress, Oxford, pp. 161–170.

Fernández Martínez, V.M., 2015. Arqueo Estadística. Métodos cuantitativos en arqueología. Alianza Editorial, Madrid.

Fierro Macía, X., Enrich Hoja, J., Beltrán de Heredia, J., López Mullor, A., Sales Carbonell, J., 2004. Cerámica tardorromana y altomedieval en la provincia de Barcelona, siglos VII-X, in: L. Caballero, P.M. i. M.R. (Ed.), Cerámicas Tardorromanas y Altomedievales En La Península Ibérica. Anejos del Archivo Español de Arqueología. Instituto de Historia, Instituto de Arqueología de Mérida, Madrid, pp. 41–66.

Fiumi, F., Prati, L., 1983. Note sulla ceramica comune. Ravenna e ilporto di Classe.

Flad, R.K., Hruby, Z.X., 2007. "Specialized" production in archaeological contexts: rethinking specialization, the social value of products, y the practice of production. Archaeological papers of the American anthropological Association 17, 1–19.

Folch, C., Martí, R., 2007. Excavacions arqueològiques al Vilar de Montclús (Santa Maria de Merlès, Berguedà): un assentament rural del segle IX, in: Actes Del III Congrés d'Arqueologia Medieval i Moderna a Catalunya, Sabadell Del 18 Al 21 de Maig de 2006. Presented at the Actes del III Congrés d'Arqueologia Medieval i Moderna a Catalunya, Sabadell del 18 al 21 de maig de 2006, Sabadell, pp. 506–513.

Folch Iglesias, C., Gibert Rebull, J., Martí Castelló, R., 2011. Primeres campanyes al conjunt arqueològic de Monistrol de Gaià (Bages), in: Actes Del IV Congrés d'Arqueologia Medieval i Moderna a Catalunya. Presented at the IV Congrés d'Arqueologia Medieval i Moderna a Catalunya, Tarragona, pp. 95–100.

Folguet i Coll, G., 1989. Memòria d'excavacions al carrer Puig d'en Sitges 8, 10 i 12. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Font Piqueras, J., 2002. Excavació arqueològica al jaciment a la ciutat romana d'Iluro. Carrer d'en Pujol, 47 de Mataró (El Maresme). 25 d'abril- 10 de juliol de 2000. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Font-Bardia, M., Alcobé, X., 2012. X-ray single crystal y powder diffraction: possibilities y applications, in: Handbook of Instrumental Techniques for Materials, Chemical y Biosciences Research. Centres Científics i Tecnològics, Universitat de Barcelona, Barcelona, pp. 9–14.

Fortó, A., Martínez, P., Muñoz, V., 2011. Assentaments al límit del sistema de la villa: Les fases republicana i tardo-antiga de Ca l'Estrada (Canovelles, Vallès Oriental), in: Actes Del Simposi: Les Vil·les Romanes a La Tarraconense, Monografies. Presented at the Les vil·les romanes a la Tarraconense.: implantació, evolució i transformació. Estat actual de la investigació del món rural en època romana. 28-30 novembre 2007, Museu d'Arqueologia de Catalunya-Institut d'Estudis Ilerdencs, Lleida, pp. 115–123.

Fortó, A., Martínez, P., Muñoz, V., 2006. Ca l'Estrada (Canovelles, Vallès Oriental): un exemple d'ocupació de la plana vallesana des de la Prehistòria a l'alta edat mitjana. Tribuna d'arqueologia 2004–2005, 45–70.

Fortó, A., Martínez, P., Muñoz, V., 2005a. El jaciment arqueològic de Ca l'Estrada (Canovelles). Treballs Lauro 28, 5–16.

Fortó, A., Muñoz, V., Martínez, P., 2005b. L'estàtatua menhir antropomorfa de ca l'Estrada. Cota Zero 17–22.

Francès Farré, J., 2007. Els Mallols. Un jaciment de la plana del Vallès entre el Neolític i l'Antiguitat Tardana, Excavacions arqueològiques a Catalunya. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Freed, J., 1983. Pottery from the late middens at San Giovanni, in: Lo Scavo Di S. Giovanni Di Ruoti Ed Il Periodo Tardoantico in Basilicata: Atti Della Tavola Rotonda, Roma 4 Luglio 1981. Presented at the Lo Scavo di S. Giovanni di

Ruoti ed il periodo tardoantico in Basilicata: Atti della tavola rotonda, Roma 4 luglio 1981, Roma, pp. 91–106.

Freestone, I., 2001. Post-depositional changes in archaeological ceramics y glasses, in: Brothwell, D.R., Pollard, A.M. (Eds.), Handbook of Archaeological Sciences. John Wiley & Sons, Chichester, pp. 615–612.

Freestone, I., Meeks, N.D., Middleton, A., 1985. Retention of phosphate in buried ceramics: an electron microbeam approach. Archaeometry 27, 161–177.

Freestone, I., Middleton, A., Meeks, N.D., 1994. Significance of phosphate in ceramic bodies: discussion of paper by Bollong et al. Journal of Archaeological Science 21, 425–426.

Fulford, M.G., Peacock, D.P.S., 1994. The Circular Harbour, north side : the pottery. Oxford Univ. Press, Oxford.

Fulford, M.G., Peacock, D.P.S., 1984. Excavations at Carthage: The British Mission. The avenue du President Habib Bourguiba, Salammbo. The pottery y other ceramic objects from the site. British Academy, University of Sheffield, Sheffield.

García Biosca, J.E., Miró Alaix, N., Revilla Cubero, E., 2003. Un context paleoandalusí a l'excavació de l'Arxiu Administratiu de Barcelona (1998), in: II Congrés d'Arqueologia Medieval i Moderna a Catalunya (Sant Cugat Del Vallès 2002). Presented at the II Congrés d'Arqueologia medieval i moderna a Catalunya, Associació catalana per a la recerca en arqueologia medieval, Barcelona, pp. 363–380.

García del Amo, D., 2000. Determinación de parámetros mineralógicos mediante análisis digital de imagen. Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe, Coruña 25, 119–122.

García Fornós, M., 2007. Memòria de la intervenció arqueològica a la vil·la romana de la Llosa. Generalitat de Catalunya, Tarragona.

García Fornós, M., Macías Solé, J.M., Menchon Bes, J.J., Puche, J.M., Ramón Sariñena, E., Remolà Vallverdú, J.A., 2001. La vil·la romana de la Llosa. Deu anys d'investigació arqueológica. Ajuntament de Cambrils, Cambrils.

García Fornós, M., Puche Fontanilles, J.M., 2000. La vil·la romana de la Llosa (Cambrils, Baix Camp), in: Ruiz de Arbulo, J. (Ed.), Tarraco 99: Arqueologia d'una Capital Provincial Romana: Tarragona 15, 16 i 17 d'abril 1999. Presented at the Tarraco 99: arqueologia d'una capital provincial romana, Tarragona, pp. 231–242.

García Guinea, M.A., González Echegaray, J., San Miguel Ruíz, J.A., 1966. Excavaciones en Monte Cildá (1963-1966). (Olleros de Pisuerga, Palencia), Excavaciones Arqueológicas en España.

Garcia i Targa, J., Revilla Calvo, V., 1998. Vil·la romana del Vinyet: Noves aportacions. Miscel·lània penedesenca 23, 35–52.

Garcia, J. (Ed.), 2012. Vil·la romana de Torre Llauder. De re rustica iluronensium. Ajuntament de Mataró.

Garcia Llinares, M.G., Moro García, A., Tuset Bertrán, F., 2009. La seu episcopal d'Ègara. Arqueologia d'un conjunt cristià del segle IV al IX, 8. Documenta. ICAC., Tarragona.

García Noguera, M., Macías Solé, J.M., 2002. Les aigües subterrànies a Tàrraco: natura i home. Empúries 53, 38–40.

García Noguera, M., Puche Fontanilles, J.M., 2000. Memòria de les intervencions arqueològiques realitzades a la vil·la romana de La Llosa, Cambrils (Baix Camp). Generalitat de Catalunya, Tarragona.

García Porras, A., 2013. Los estudios de cerámica medieval en España. Puntos de partida, líneas, enfoques y perspectivas de investigación, in: Sabaté, F., Brufal, J. (Eds.), Recerca Avançada En Arqueologia Medieval, Agira Col·lecció. Pages Editors, Lleida, pp. 53–79.

Garrett, R.G., 2013a. The "rgr" package for the R Open Source statistical computing y graphics environment - a tool to support geochemical data interpretation. Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis 13, 355–378.

Garrett, R.G., 2013b. rgr: The GSC Applied Geochemistry EDA Package.

Gassner, V., Sauer, R., 1991. Archäometrische Untersuchungen zur Keramikproduktion in Carnuntum. Der Römische Limes in Österreich, 37. Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien.

Gauss, W., Klebinder-Gauss, G., Kiriatzi, E., Pentedeka, A., Georgakooulou, M., 2015. Aegina: an important centre of cooking pottery from the prehistoric to the historic era, in: Spataro, M., Villing, A. (Eds.), Ceramics, Cuisine y Culture: The Archaeology y Science of Kitchen Pottery in the Ancient Mediterranean World. Oxbow Books, Oxford, pp. 65–74.

Gebellí, P., Piñol, L., 1997. Intervencions arqueològiques a la part alta de Tarragona. Tribuna d'arqueologia 99–116.

Giardina, A., 1986. Società romana e impero tardoantico: Roma, politica, economia, paesaggio urbano. Laterza, Roma.

Gibert Rebull, J., 2011. L'Alta Edat Mitjana a la Catalunya Central (Segles VI-XI). Estudi històric de la conca mitjana del riu Llobregat. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.

Glascock, M.D., Neff, H., Vaughn, K.J., 2004. Instrumental Neutron Activation Analysis y multivariate statistics for pottery provenance. Hyerfine Interactions 154, 95–105.

Gliozzo, E., Fortina, C., Memmi Turbanti, I., Turchiano, M., Volpe, G., 2005. Cooking y painted ware from San Giusto (Lucera, Foggia): The production vyvle, fron the supply of raw materials to the commercialization of products. Archaeometry 47.1, 13–29.

Godoy Fernández, C., Gros i Pujol, M., 1994. L'oracional hispànic de Verona i la topografia cristiana de Tarraco a l'Antiguitat Tardana: possibilitats i límits. Pyrenae 25, 245–258.

Goffer, Z., 2007. Archaeological Chemistry. Wiley, Hoboken.

Goldschmidt, V.M., 1958. Geochemistry. Oxford University Press, Oxford.

Golitko, M., Dudgeon, J.V., Neff, H., Terrell, J.E., 2011. Identification of post-depositional chemical alteration of ceramics from the North coast of Papua New Guinea (Sanduan Province) by time-of-flight-laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectometry (TOF-LA-ICP-MS). Archaeometry 1, 80–100.

Gómez-Gras, D., Parcerisa, D., Calvet, F., Porta, J., Solé de Porta, N., J. Civis, 2001. Stratigraphy y petrology of the Miocene Montjuïc delta (Barcelona, Spain). Acta Geologica Hispanica 36, 115–136.

González López, M.A., 2007. Vajillas de importaión no africanas en el Norestepeninsular (S. V-VII). Distribución y tipocronología. Archivo Español de Arqueología 80, 207–238.

González Marcén, P., Martín Colliga, A., Mora Torcal, R., 1999. Can Roqueta. Un establiment pagès prehistòric i medieval (Sabadell, Vallès Occidental), Excavacions arqueològiques a Catalunya. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

González-Vilches, M.C., González-Garcia, F., García-Ramos, G., 1985. Materias primas y datos tecnológicos de piezas cerámicas antiguas del yacimiento

arqueológico de Cerro Macareno (Sevilla). Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr. 24, 173–186.

Granados i García, J.O., 1997. La muralla de Barcino a la llum de les darreres descobertes. Annals de l'Institut d'Estudis Gironins 38, 1613–1638.

Granados i García, J.O., 1984. Sondeig arqueològic a l'avinguda Cambó. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Gribble, C.D., Hall, A.J., 1985. Optical mineralogy. Principles & practice. George Allen & Unwin, London.

Gross, U., 1999. Funde von Keramik aus dem Nordseeküstenraum im fränkischen Reich, in: Über Allen Fronten. Nordwestdeutschland Zwischen Augustus Und Karl Dem Grossen, Archäologische Mitteilungen Aus Nordwestdeutschland. Verlag Isensee Oldenburg, Oldenburg, pp. 91–112.

Gross, U., 1996. Die Töpferware der Franken. Herleitung–Formen-Produktion, in: Die Franken. Wegbereiter Europas. Vor 1500 Jahren: König Chodwig Und Seine Erben. Philipp von Zabern, Mainz, pp. 581–593.

Gross, U., 1994. Alamannische Funde des 5. Jahrhunderts aus Bürstadt. Geschichtsblätter des Kreises Bergstraße 27, 5–30.

Gross, U., 1992. Zur einglättverzierten Keramik des 5. und frühen 6. Jahrhunderts in Süddeutschland. Sonderdruck aus „Bayerische Vorgeschichtsblätter " 57, 311–320.

Grünewald, M., 1986. Ausgrabungen in Legionslager von Carnuntum (Grabungen 1969-1977). Keramik und Kleinfunde 1976-1977. Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien.

Grünewald, M., 1980. Zum spätrömischen Fundstoff im Legionslager Carnuntum. Österr. Akad. Wiss., Phil.-Hist. Klasse, Denkschriften 145, 29–32.

Guidi, J.J., 2011. Avenços i propostes per a l'estudi de Granollers i el Vallès Oriental als segles V-XI. Ponències. Anuari del Centre d'Estudis de Granollers 2012:2012, 167–177.

Guirao, D., Pla, F., Acosta, A., 2014. The archaeometric characterization of majolica ceramics from Talavera de la Reina y El Puente del Arzobispo (Toledo, Spain). Archaeometry 5, 746–763.

Guitart Duran, J., 2006. Iesso. Guissona. La descoberta d'una ciutat romana. Patronat d'arqueologia de Guissona. Ajuntament de Guissona, Guissona.

Guitart Duran, J., 1997. L'antiga Iesso: Seqüència evolutiva constatada a l'excavació del Camp Primer. Annals de l'Institut d'Estudis Gironins 37, 815–823.

Gurt Esparraguera, J.M., Godoy Fernández, C., 2000. Barcino, de sede imperial a urbs regia en época visigoda, in: Ripoll López, G., Gurt Esparraguera, J.M. (Eds.), Sedes Regiae (Ann. 400- 800). Reial Acadèmia de Bones Lletres, Barcelona, pp. 425–466.

Gurt Esparraguera, J.M., Navarro, R., 2005. Les transformacions en els assentaments i en el territori durant l'antiguitat tardana. Cota Zero 20, 87–98.

Gurt Esparrguera, J.M., 1984. Can Sentromà: un estat de la qüestió. Memòria de llicenciatura.

Gurt i Esparraguera, J.M., Martínez Ferreras, V., 2008. Aportaciones de la arqueometría al conocimiento de las cerámicas arqueológicas. Un ejemplo hispano, in: Bernal, D., Ribera, A.V. (Eds.), Cerámicas Hispanorromanas. Un Estado de La Cuestión. Universidad de Cádiz, Cádiz, pp. 787–806.

Gurt, J.M., Buxeda, J., Cau, M.A. (Eds.), 2005. LRCW I. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR International Series. Archaeopress, Barcelona.

Harbottle, G., 1990. The efficiencies y error-rates of Euclidean y Mahalanobis searches in hypergeometries of archaeological ceramic compositions. Brookhaven National Lab., Upton, NY.

Harbottle, G., 1987. Neutron activation analysis in archaeological chemistry. Brookhaven National Lab., Upton, NY.

Harbottle, G., 1982. Chemical Characterization in Archaeology, in: Ericson, J.E., Earle, J.K.. (Eds.), Contexts for Prehistoric Exchange. Academic Press, New York, pp. 13–51.

Häusler, W., 2004. Firing of Clays Studied by X-ray Diffraction y Mössbauer Spectroscopy. Hyerfine Interactions 154, 121–141.

Hayden, B., 1998. Practical y prestige technologies: The evolution of material systems. Journal of Archaeological Method y Theory 5, 1–55.

Hayden, B., 1995. The emergence of prestige technologies y pottery, in: Barnett, W.K., Hoopes, J.W. (Eds.), The Emergence of Pottery. Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 257–265.

Hayes, J.W., 1978. Pottery report, 1976, in: Humphrey, J.H. (Ed.), Excavations at Carthage, 1976, Conducted by the Univerisity of Michigan. Kelsey Museum, Ann Arbor, Michigan, pp. 23–98.

Hayes, J.W., 1976. Pottery: stratified groups y tipology, in: Humphrey, J.H. (Ed.), Excavations at Carthage, 1975, Conducted by the University of Michigan. Cérès Productions, Túnez, pp. 47–123.

Hayes, J.W., 1972. Late Roman Pottery. The British School at Rome, London.

Heidke, J.M., 2009. Multi-village specialized craft production & the distribution of Hohokam sedentary perion pottery, Tuscon, Arizona, in: Quinn, P. (Ed.), Interpreting Silent Artefacts. Petrographic Approaches to Archaeological Ceramics. Archaeopress, Oxford, pp. 227–244.

Heidke, J.M., Miksa, E.J., 2000. Correspondence y discriminant analyses of sand y sand temper compositions, Tonto basin, Arizona. Archaeometry 42, 273–299.

Heimann, R.B., 1982. Firing technologies y their possible assessment by modern analytical methods, in: Olin, J.S., Franklin, A.D. (Eds.), Archaeological Ceramics. Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 89–96.

Heimann, R.B., Maggetti, M., 1981. Experiments on simulated burial of calcareous terra sigillata (mineralogical change). Preliminary results, in: Hughes, M.J. (Ed.), Scientific Studies in Ancient Ceramics. British Museum, London, pp. 163–177.

Hein, A., Day, P.M., Cau Ontiveros, M.A., Kilikoglou, V., 2004a. Red clays from Central y Eastern Crete: geochemical y mineralogical properties in view of provenance studies on ancient ceramics. Applied Clay Science 24, 245–255.

Hein, A., Day, P.M., Quinn, P., Kilikoglou, V., 2004b. The geochemical diversity of Neogene clay deposits in Crete y its implications for provenance studies of Minoan pottery. Archaeometry 46, 357–84.

Hein, A., Kilikoglou, V., 2017. Compositional variability of archaeological ceramics in the Eastern Mediterranean y implications for the design of provenance studies. Journal of Archaeological Science: Reports.

Hein, A., Müller, N., Day, P.M., Kilikoglou, V., 2008. Thermal conductivity of archaeological ceramics: The effect of inclusions, porosity y firing temperature. Thermochimica Acta 480, 35–42.

Hein, A., Müller, N., Kilikoglou, V., 2015. Heating efficiency of archaeological cooking vessels: computer models y simulations of heat transfer, in: Spataro, M., Villing, A. (Eds.), Ceramics, Cuisine y Culture: The Archaeology y Science of

Kitchen Pottery in the Ancient Mediterranean World. Oxbow Books, Oxford, pp. 49–54.

Hein, A., Müller, N., Kilikoglou, V., 2009. Great pots on fire: Thermal properties of archaeological cooking ware, in: Biró, K.T., Szilágyi, V., Kreiter, A. (Eds.), Vessels: Inside y Outside. Presented at the 9th EMAC'07, Hungarian National Museum, Budapest, pp. 15–20.

Hein, A., Tsolakidou, A., Iliopoulos, I., Mommsen, H., Buxeda Garrigós, J., Montana, G., Kilikoglou, V., 2002. Standardisation of elemental analytical techniques applied to provenance studies of archaeological ceramics. An inter laboratory calibration study. The Analyst 127, 542–553.

Hemer, K.A., Evans, J. A., Chenery, C. A., Lamb, A. L., 2013. Evidence of early medieval trade y migration between Wales y the Mediterranean Sea region. Journal of Archaeological Science 2352–2359.

Hernández- Gasch, J., 2006. El castellum de Barcino, espai públic monumentalitzat en el segle I dC. Les excavacions a Regomir 6. Tribuna d'arqueologia 2004–2005, 245–270.

Hernández-Gasch, J., 2008. Intervenció arqueològica a la vil·la romana dels Caputxins. De març a juny 2005. Generalitat de Catalunya, Mataró.

Hughes, E. A., M.S., Brown, A., V., Smith, G. R., Marshall, V. A., Pantos, E., 2002. A web-fronted database of diffraction patterns of archaeomaterials, in: Kilikoglou, Hein, A., Maniatis, Y. (Eds.), Modern Trends in Scientific Studies on Ancient Ceramics. Presented at the 5th European Meeting of Ancient Ceramics, BAR Internationa Series. Archaeopress, Athens, 1999, pp. 45–49.

Humphrey, J.H., 2006. Ancient Technology. Greenwood Press, Westport.

Hunt, A.M.W., Speakman, R.J., 2015. Portable XRF analysis of archaeological sediments y ceramics. Journal of Archaeological Science 626–638.

ICGC, 2006. Vallès Oriental. Mapa geològic comarcal de Catalunya 1:50 000, 41.

ICGC, 2005a. Vallès Occidental. Mapa geològic comarcal de Catalunya 1:50 000, 40.

ICGC, 2005b. Maresme. Mapa geològic comarcal de Catalunya 1:50 000, 21.

ICGC, 2005c. Barcelonès. Mapa geològic comarcal de Catalunya 1:50 000, 13.

Iglesias, C.F., Rebull, J.G., Castelló, R.M., 2009. Asentamientos rurales de la Alta Edad Media en Catalunya Vella (siglos VIII-XI). Resultados preliminares de un proyecto de investigación, in: The Archaeology of Early Medieval Villages in Europe. Servicio de Publicaciones, pp. 289–302.

Ikäheimo, J.P., 2005. To imitate or to specialize? African Imports y the Production of Domestic Cookwares in Rome AD 50-550, in: Attema, P., Nijboer, A., A. Zifferero (Eds.), Papers in Italian Archaeology VI: Communities y Settlements from the Neolithic to the Early Medieval Period, BAR International Series. Presented at the Papers in Italian Archaeology VI: Communities y Settlements from the Neolithic to the Early Medieval Period, Archaeopress, Oxford, pp. 390–396.

Iñañez, J.G., Speakman, R.J., Buxeda Garrigós, J., Glascock, M.D., 2008. Chemical characterization of majolica from 14th-18th century production centers on the Iberian Peninsula: a preliminary neutron activation study. Journal of Archaeological Science 35, 425–440.

Inserra, F., 2016. Alimentación en el Nordeste de la Península Ibérica durante la Antigüedad Tardíaa través del análisis de residuos orgánicos en cerámicas. Universitat de Barcelona, Barcelona.

Inserra, F., Pecci, A., Cau Ontiveros, M.A., Roig Buxó, J., 2015. Organic residues analysis of Late Antique pottery from Plaça Major- Horts de Can Torras (Castellar del Vallés, Catalonia, Spain). Periódico di Mineralogia 84, 123–138.

Izquierdo, R., 1977. Cerámica de necrópolis de época visigoda del Museo Arqueológico Nacional. Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos 80, 569–611.

Járrega Domínguez, 1986. Notas sobre una forma cerámica: aportacion al estudio de la transición del mundo romano al medieval en el Este de Hispania, in: I Congreso de Arqueología Medieval Española. Presented at the I Congreso de arqueología medieval española, Huesca, pp. 305–313.

Járrega Domínguez, R., 2013. Las últimas importaciones romanas de cerámica en el Este de Hispania Tarraconensis: Una aproximación. SPAL 22, 143–172.

Járrega Domínguez, R., 2011. La vil·la romana de Sant Amanç (Rajadell). Els materials ceràmics. Dovella 37–45.

Járrega Domínguez, R., 2010. El comercio con África y el Mediterráneo en las costas orientales de Hispania entre los siglos V y VII: las producciones cerámicas, in: C. Ebanista, M.R. (Ed.), Ipsam Nolam Barbari Vastaverunt: L'Italia e Il Mediterraneo Occidentale Tra Il V Secolo e La Metà Del VI. Presented at the Ipsam Nolam barbari vastaverunt: l'Italia e il Mediterraneo occidentale tra il V secolo e la metà del VI. 18-19 giugno 2009, Tavolario Edizioni, Cimitile-Nola-Santa Maria Capua, pp. 163–181.

Járrega Domínguez, R., 2005a. Los contextos cerámicos tardoantiguos del grupo episcopal de Barcino, in: García Moreno, L.A. y. R.M. (Ed.), Guerra y Rebelión En La Antigüedad Tardía. El Siglo VII En España y Su Contesto Mediterráneo. Presented at the V Congreso Internacional Hispania en la Antigüedad Tardía, Ajuntament d'Alcalá de Henares, Alcalá de Henares, pp. 231–251.

Járrega Domínguez, R., 2005b. Fortificaciones y hechos bélicos en el este de la Tarraconense durante los siglos IV y V, in: García Moreno, L.A. y. R.M. (Ed.), Guerra y Rebelión En La Antigüedad Tardía. El Siglo VII En España y Su Contexto Mediterráneo. Ajuntament d'Alcalá de Henares, Alcalá de Henares, pp. 31–46.

Járrega Domínguez, R., 2000a. Restes arquitectòniques d'època romana i un petit context estratigràfic tardo-antic trobats al carrer de les Espenyes (Mataró). Sessió d'Estudis Mataronins 10, 33–46.

Járrega Domínguez, R., 2000b. Las cerámicas de importación en el Nordeste de la Tarraconense durante los siglos VI y VII dC. Aproximación general, in: V Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica a Cartagena 16- 19 d'abril de 1998. Presented at the V Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica, Cartagena (1998), Institut d'Estudis Catalans, Universidad de Murcia, Universitat de Barcelona, Museo arqueológico de Cartagena, Cartagena/ Barcelona, pp. 467–483.

Járrega Domínguez, R., 1993. Poblamiento y economia en la costa Este de la Tarraconense en época tardorromana (siglos IV- VI). Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.

Járrega Domínguez, R., 1991. Consideraciones sobre la cronología de las murallas tardorromanas de Barcelona. ¿Una fortificación del siglo V? Archivo español de arqueología 64, 326–335.

Járrega Domínguez, R., Clariana Roig, J.F., 1996. El jaciment arqueològic de Can Modolell (Cabrera de Mar, Maresme) durant l'Antiguitat tardana. Estudi de les ceràmiques d'importació. Cypsela 11, 125–152.

Járrega Domínguez, R., Clariana Roig, J.F., 1995. Aportaciones al conocimiento de la fase tardoantigua de la villa romana de Caputxins (Mataró), in: IV Reunió

d'Arqueologia Cristiana Hispànica. Presented at the IV Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica. 28-30 de setembre/1-2 d'octubre 1992, Institut d'Estudis Catalans, Universitat de Barcelona, Lisboa, pp. 113–120.

Járrega Domínguez, R., Clariana Roig, J.F., 1994. Aportación al estudio de la ciudad romana de Iluro/Alarona (Mataró) durante la Antigüedad Tardía., in: XIV Congreso Internacional de Arqueologia Clásica, Vol. 2. Tarragona, pp. 220–223.

Jenkins, R., Snyder, R.L., 1996. Introduction to X-ray Powder Diffractometry (Volume 138). Wiley Online Library.

Jiménez, F., Palahí, F., 2005. Vil·la romana dels Ametllers (Tossa de Mar, la Selva). Estudi General 25, 125–128.

Jiménez Marzo, M., 1995. Les necròpolis d'Iluro: Estat de la qüestió i cronologia. Sessió d'Estudis Mataronins 12, 101–122.

Jiménez Salvador, J.L., 1998. La multiplicación de plazas públicas en la ciudad hispanorromana. Empúries 51, 11–30.

Jones, A., 2004. Archaeometry y materiality: materials-based analysis in theory y practice. Archaeometry 46.3, 327–338.

Jones, A., 1986. Greek y Cypriot pottery: a review of the scientific studies. British School at Athens, Athens.

Jorge, A., 2009. Technological insights into bell-breakers: A case of study from the Mondego Plateau, Portugal, in: Quinn, P. (Ed.), Interpreting Silent Artefacts. Petrographic Approaches to Archaeological Ceramics. Archaeopress, Oxford, pp. 25–46.

Karatasios, I., Alexiou, K., Müller, N., Day, P.M., Kilikoglou, V., 2014. The second life of ceramics: a new home in a lime environment, in: Martinon-Torres, M. (Ed.), Craft y Science: International Perspectives on Archaeological Ceramics. Bloomsbuty Qatar Foundation, Doha, Qatar, pp. 271–279.

Keay, S., 1984. Late Roman amphorae in the western Mediterranean: a typology y economic study. The Catalan evidence. Archaeopress, Oxford.

Kelly, S.E., Abbott, D.R., Moore, G., Watkins, C., Wichlacz, C., 2009. A preliminar evaluation of the Verde Confederacy model: Testing expectations of pottery exange in the central Arizona highlands, in: Quinn, P. (Ed.), Interpreting Silent Artefacts. Petrographic Approaches to Archaeological Ceramics. Archaeopress, Oxford, pp. 245–266.

Kerr, P.F., 1959. Optical mineralogy. McGraw-Hill, New York.

Kilikoglou, V., Maniatis, Y., Grimanis, A.P., 1988. The effect of purification y firing of clays on trace element provenance studies. Archaeometry 30, 37–46.

Kilikoglou, V., Vekinis, G., Maniatis, Y., Day, P.M., 1998. Mechanical performance of quartz-tempered ceramics: Part I, strength y toughness. Archaeometry 2, 261–279.

Kingery, W.D., 2001. The design process as a critical component of the anthropology of technology, in: Schiffer, M.B. (Ed.), Anthropological Perspectives on Technology. University of New Mexico Press, Albuquerque, pp. 123–138.

Kingery, W.D., 1984. Interactions of ceramic technology with society, in: Rice, P.M. (Ed.), Pots y Potters: Current Approaches in Ceramic Archaeology. University of California Press, Los Angeles, pp. 171–178.

Kingery, W.D., 1982. Plausible inferences from ceramic artifacts, in: Olin, J.S., Franklin, A.D. (Eds.), Archaeological Ceramics. Smithsonian Institution Press, Washington.

Klein, C., Hurlbut, C.S., 2011. Manual de Mineralogía. Reverte, Barcelona.

Klein, C., Hurlbut, C.S., 2008. Manual de Mineralogía. Reverte, Barcelona.

Kolb, C.C., 1989. Ceramic Ecology in retrospect: A critical review of methodology y results, in: Kolb, C.C. (Ed.), Ceramic Ecology, 1988: Current Research on Ceramic Materials, BAR International Series. Archaeopress, Oxford, pp. 261–375.

Kreiter, A., Szakmány, G., Kázmér, M., 2009. Ceramic technology & social process in Late Neolithis Hungary, in: Quinn, P. (Ed.), Interpreting Silent Artefacts. Petrographic Approaches to Archaeological Ceramics. Archaeopress, Oxford.

Kretz, R., 1983. Symbols for rock-forming minerals. American Mineralogist 68, 277–279.

Kulikowski, M., 2006. The Late Roman city in Spain, in: J. V. Krause, C.W. (Ed.), Die Stadt in Der Spätantike. Niedergang Oder Wandel? Akten Des Internationalen Kolloquiums. Presented at the Die Stadt in der Spätantike. Niedergang oder Wandel? München am 30. und 31. Mai 2003, Franz Steiner Verlag, München, pp. 129–152.

Ladstätter, S., 2003. Zur Charakterisierung des Spätantiken Keramikspektrums im Ostalpenraum, in: Sennhause, H.R. (Ed.), Frühe Kirchen Im Östlichen Alpengebiet. Von Der Spätantike Bis in Ottonische Zeit. Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München, pp. 831–857.

Láiz Reverte, M.D., Ruiz Valderas, E., 1988. Cerámicas de cocina de los siglos V-VII en Cartagena (C/. Orcel-D. Gil). Arte y poblamiento en el SE. peninsular. Antigüedad y cristianismo 5, 265–301.

Lemonnier, P. (Ed.), 1993. Technological choices: transformation in material cultures since the Neolithic. Routledge, London-New York.

Leroi-Gourhan, A., 1971. El gesto y la palabra. Universidad Central de Venezuela, Ediciones de la Biblioteca, Caracas.

Lis, B., 2015. From cooking pots to cuisine. Limitations y perspectives of a ceramic-based approach, in: Spataro, M., Villing, A. (Eds.), Ceramics, Cuisine y Culture: The Archaeology y Science of Kitchen Pottery in the Ancient Mediterranean World. Oxbow Books, Oxford, pp. 104–114.

Llinas Pol, J., Manzano Vilar, S., Puig Griessenberger, A.M., Rocas Gutiérrez, X., 1994. Noves dades sobre el poblament d'època visigoda a Empúries: Resultats de l'excavació d'urgència a la carretera de Sant Martí. Annals de l'Institut d'Estudis Gironins 33, 189–204.

Llinas Pol, J., Manzano Vilar, S., Puig Griessenberger, A.M., Rocas Gutiérrez, X., 1992. Noves aportacions al coneixement de les necròpolis emporitanes. I-Les troballes realitzades en l'excavació d'urgència a la carretera de Sant Martí d'Empúries. Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos 25, 352–381.

Llinas Pol, J., Merino Serra, J., Montalbán Martínez, C., 2004. Les termes romanes de Sant Grau (Caldes de Malavella). Novetats arran de les excavacions de 2002. Quaderns de la Selva 16, 69–89.

Llinas Pol, J., Montalbán Martínez, C., Ramírez Garcia, A., 1998. L'Hort d'en Bach (Maçanet de la Selva). Del segle II a.C. al segle XX. Quaderns de la Selva 10, 35–58.

Llinas Pol, J., Ramírez Garcia, A., Montalbán Martínez, C., 1997. L'Hort d'en Bach (Maçanet): Una vil·la romana a La Selva interior. Annals de l'Institut d'Estudis Gironins 37, 841–851.

Llinas Pol, J., Sagrera Aradilla, J., 1993. La vil·la romana de la Vinya del Crispí. Revista d'Arqueologia de Ponent 3, 323–332.

Llinas Pol, J., Tarrés Farrés, A., Montalbán Martínez, C., Frigola Triola, J., Merino Serra, J., Agustí Farjas, B., 2008. Pla de l'Horta (Sarrià del Ter, Girona): una

necrópolis con inhumaciones visigodas en la tarraconense oriental. Archivo Español de Arqueología 81, 289–304.

Lloret, S.G., 1984. La cerámica tosca a mano de los niveles tardíos de Begastri (siglos VI-VIII): Avance preliminar. Antigüedad y Cristianismo.

Loney, H.L., 2000. Society y technological control: a critical review of models of technological change in ceramic studies. American Antiquity 65, 646–668.

López, A., Fierro, X., Caixal, A., 1997. Ceràmica dels segles IV al X procedent de les comarques de Barcelona. Arqueomediterrània. Contextos ceràmics d'època romana tardana i de l'alta Edat Mitjana (segles IV-X) 2, 59–82.

López Mullor, A., Caixal Mata, A., Fierro Macia, X., 1997. Cronologia i difusió d'un grup de ceràmiques medievals trobades a les comarques de Barcelona (segles VII-XIV), in: La Ceràmica Medieval Catalana. El Monument, Document, Quaderns Científics i Tècnics. Diputació de Barcelona, Barcelona, pp. 101–142.

López Mullor, A., Ferrer Martí, A., 1983. Avance de los resultados de las excavaciones en el establecimiento ibérico y romano de Darró (Vilanova i la Geltrú, Barcelona), in: Homenaje Al Prof. Martín Almagro Basch. Ministerio de Cultura, Madrid, pp. 109–119.

López Mullor, A., Fierro Macía, X., 1993. Un conjunto cerámico cerrado, del siglo V d.C., hallado en Darró, Vilanova i la Geltrú, Barcelona. Espacio, Tiempo y Forma, Serie I, Prehistória y Arqueología 6, 343–364.

López Mullor, A., Fierro Macia, X., 1993. Un conjunt ceràmic tancat, del segle V d.C., trobat a la vil·la romana de Darró (Vilanova i La Geltrú). Miscel·lània Penedesenca 115–139.

López Mullor, A., Fierro Macía, X., 1989. L'època romana a Darró (Vilanova i La Geltrú). Miscel·lània penedesenca 71–115.

López Mullor, A., Fierro Macía, X., Caixal Mata, A., 1998. Ceràmica trobada a l'excavació de la vil·la romana i el castell de Cubelles, campanyes 1994- 1995. Miscel·lània penedesenca 9–34.

López Mullor, A., Fierro Macia, X., Caixal Mata, A., Castellano Tresserra, A., 1992. La primera Vilanova: l'establiment ibèric i la vil·la romana d'Arró, Darró o Adarró a Vilanova i la Geltrú. Institut d'Estudis Penedesencs, Vilafranca del Penedès.

López Mullor, A., Fierro Macia, X., Enrich Hoja, J., Enrich Hoja, J., Sales Carbonell, J., Beltrán de Heredia, J., 2003. Cerámica tardorromana y altomedieval en la provincia de Barcelona. Siglos VII-X. Anejos de Archivo Español de Arqueología 28, 41–66.

López Mullor, A., Fierro Macía, X., Riera Rullán, M., Suau Lleal, L., 1999a. Resultats de les darreres campanyes d'excavació a l'establiment ibèric i la vil·la romana de Darró (Vilanova i la Geltrú, Garraf). Miscel·lània penedesenca 219–267.

López Mullor, A., Nolla Brufau, J.M., Palahí, L., 1999b. Memòria d'excavació: Els Ametllers. Generalitat de Catalunya, Tarragona.

López Quiroga, J., 2009. Más allá de las villae. Otras formas de ocupación rural, Biblioteca Básica. Ediciones de la Egastula, Madrid.

López Vilar, J., 2006. Les basíliques paleocristianes del suburbi occidental de Tarraco. El temple septentrional i el complex martirial de Sant Fructuós. Universitat Rovira i Virgili, Institut Català d'Arqueologia Clàssica, Tarragona.

Machacek, J., 2010. Zur Methode der Bearbeitung der (frühmittelalterlichen) Keramik aus Siedlungsarealen, in: Horeja, B., Jung, R., Pavuk, P. (Eds.), Analysing Pottery: processing, classification, publication. Comenius University in Bratislava, Bratislava, pp. 29–40.

Macías Solé, J.M., 2004. Les termes públiques de l'àrea portuària de Tàrraco: carrer de Sant Miquel de Tarragona. Institut Català d'Arqueologia Clàssica, Tarragona.

Macías Solé, J.M., 2003. Cerámicas tardorromanas de Tarragona: economía de mercado versus autarquía. Cerámicas tardorromanas y altomedievales en la Península Ibérica: Ruptura y continuidad 28, 21–39.

Macías Solé, J.M., 2000. La vil·la romana de Cal·lípolis (Vila-seca, Tarragonès), in: Ruiz de Arbulo, J. (Ed.), Tarraco 99: Arqueologia d'una Capital Provincial Romana: Tarragona 15, 16 i 17 d'abril 1999. Tarragona, pp. 207–222.

Macías Solé, J.M., 1999. La cerámica comuna tardoantiga a Tàrraco. Anàlisi tipològica i històrica (segles V-VII). Museu Nacional d'Arqueoloiga de Tarragona, Tarragona.

Macías Solé, J.M., Díaz, M., 1999. Memòria de les intervencions arqueològiques efectuades en el número 33 del carrer Sant Miquel. Generalitat de Catalunya, Direcció General del Patrimoni Cultural.

Macías Solé, J.M., Fiz Fernández, I., Piñol Masgoret, L., Miró Alaix, M.T., Guitart Duran, J., 2007. Planimetria arqueològica de Tarraco. Atles d'arqueologia urbana de Catalunya, Tarragona.

Macías Solé, J.M., Menchon Bes, J.J., 2007. La vil·la romana dels Hospitals. El Morell, Tarragona. Un assentament de la vía De Italia in Hisoanias. HICetNVNC. Universitat Rovira i Virgili, ICAC, Repsol, Tarragona.

Macías Solé, J.M., Menchon Bes, J.J., Puche Fontanilles, J.M., Remolà Vallverdú, J.A., 1997. Nous contextos ceràmics del segle IV i inicis del V en la província de Tarragona, in: Arqueo-Mediterrània: Contextos Ceràmics d'època Romana Tardana i de l'alta Edat Mitjana (Segles IV-X). Universitat de Barcelona, Barcelona, pp. 153–177.

Macías Solé, J.M., Menchon, J.J., Muñoz Melgar, A., Teixell Navarro, A., 2008. Contextos cerámicos derivados de la transformación cristiana de la acrópolis de Tarragona (s. V-VI dC.), in: Société Française d'Étude de La Céramique Antique En Gaule. Generalitat de Catalunya, Museu d'Arqueologia de Catalunya, Diputació de Barcelona, Empúries, pp. 287–293.

Macías Solé, J.M., Remolà Vallverdú, J.A., 2010. Portus Tarraconensis (Hispania Citerior). Bollettino di Archeologia on Line Volume Speciale, 129–140.

Macías Solé, J.M., Remolà Vallverdú, J.A., 2006. Topografia i evolució urbana, in: Dupré Raventós, X. (Ed.), Colonia Iulia Urbs Triumphalis Tarraco. Fòrum, Tarragona, pp. 27–39.

Macías Solé, J.M., Remolà Vallverdú, J.A., 2005a. El port de Tarraco a l'Antiguitat Tardana, in: VI Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica. Presented at the VI Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica, València/Barcelona, pp. 175–185.

Macías Solé, J.M., Remolà Vallverdú, J.A., 2005b. La cultura material de Tarraco-Tarracona (Hispania Tarraconensis- Regnum Visigothorum): cerámica común y ánforas, in: Gurt, J.M., Buxeda, J., Cau, M.A. (Eds.), LRCW I. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR International Series. Presented at the LRCW I. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR Internationa Series. Archaeopress, Barcelona, pp. 125–136.

Macías Solé, J.M., Remolà Vallverdú, J.A., 2000. Tarraco visigoda: caracterización del material cerámico del siglo VII dC, in: V Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica a Cartagena 16- 19 d'abril de 1998. Presented at the V Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica, Cartagena (1998), Institut d'Estudis

Catalans, Universidad de Murcia, Universitat de Barcelona, Museo arqueológico de Cartagena, Cartagena/ Barcelona, pp. 485–497.

Mackensen, M., 1998. New evidence for Central Tunisian red slip ware with stamped decoration (ARS style D). Journal of Roman archaeology 11, 355–370.

Mackensen, M., 1984. Ausgrabungen und spätantike Kleinfunde eines Surveys im Umland von Resafa-Sergiupolis. Von Zabern, Berlin.

Mackensen, M., Schneider, G., 2002. Production centres of African red slip ware (3rd-7th c.) in northern y central Tunisia: archaeological provenance y reference groups based on chemical analysis. Journal of Roman Archaeology 15, 121–158.

MacKenzie, W.S., Donaldson, C.H., Guilford, C., 1982. Atlas of igneous rocks y their textures. Longman, London.

MacKenzie, W.S., Guilford, C., 1980. Atlas of rock-forming minerals in thin sections. Longman Scientifical & Technical, London-New York.

Madrid, M., Buxeda, J., Iñañez, J.G., Ferrer, S.G., Beltrán de Heredia, J., 2015. Arqueometria i arqueologia de les ceràmiques medievals i modernes de Barcelona: El projecte tecnolonial, in: V Congrés d'Arqueologia Medieval i Moderna a Catalunya. Presented at the V Congrés d'Arqueologia medieval i moderna a Catalunya, Barcelona, pp. 253–270.

Maggetti, M., 1982. Phase analysis y its significance for technology y origin, in: Olin, J.S., Franklin, A.D. (Eds.), Archaeological Ceramics. Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 121–133.

Maggetti, M., 1981. Composition of roman pottery from Lausanne (Switzerland), in: Hughes, M.J. (Ed.), Scientific Studies in Ancient Ceramics. British Museum, London, pp. 33–49.

Maniatis, Y., Simopoulos, A., Kostikas, A., 1981. Moessbauer study of the effect of calcium content on iron oxide transformations in fired clays. Journal of American Ceramic Society 64, 263–269.

Marí, L., Revilla Calvo, V., 2006. La vil·la romana del Romeral, a Albesa (la Noguera). Evolució arquitectònica i funcional d'un establiment rural a la vall de la Noguera Ribagorçana, entre els segles I-IV dC. Revista d'Arqueologia de Ponent 16–17, 129–144.

Marí Sala, L., Revilla Calvo, V., 2000. Vil·la romana del Tossal del Moro (Corbins, Segrià). Memòria de les campanyes de 1999 i 2000. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Maritan, L., Mazolli, C., 2004. Phosphates in archaeological finds: implications for environmental conditions of burial. Archaeometry 46, 673–683.

Maritan, L., Mazzoli, C., Tenoni, M., Leonardi, G., Boaro, S., 2009. Provenance & production technology of early Bronze Age pottery from Lake-dwelling settlement at Arquà Petrarca, Padova, Italy, in: Quinn, P. (Ed.), Interpreting Silent Artefacts. Petrographic Approaches to Archaeological Ceramics. Archaeopress, Oxford, pp. 81–100.

Martí, M.A., Nieto Prieto, X., Nolla, J.M., 1979. Excavaciones en la ciudadela de Roses (Campaña 1976 y 1977). Diputació de Girona, Girona.

Martín Menéndez, A., 2001. Les àmfores i la ceràmica comuna, in: VVAA (Ed.), Les Excavacions de 1985-1989 i 1992 a La Vil·la Romana Dels Ametllers, Tossa (Selva). Patronat vil·la romana dels Ametllers, Ajuntament Tossa de Mar, Consell comarcal de la Selva, IEC, Girona, pp. 66–71.

Martín Menéndez, A., 1990. Memòria de les excavacions d'urgència dutes a terme a la Plaça de Santa Maria de Mataró (juny 1990). Generalitat de Catalunya, Mataró.

Martín Menéndez, A., Alemany Joaquina, J., 2002. La intervenció arqueològica a Sant Amanç, in: La Vil·la Romana de Sant Amanç de Viladés. Rajadell (Bages). Museu comarcal de Manresa, Manresa, pp. 19–36.

Martínez Ferreras, V., 2008. Estudi arqueomètric i arqueològic de la producció i difusió d'àmfores vinàries de la zona central i sud de la costa catalana durant els segles I aC i I dC. Universitat de Barcelona, Barcelona.

Martínez, P., Fortó, A., Muñoz, V., 2007. Ronda Nord de Granollers Tram II. Les Franqueses del Vallès - Canovelles. Localització i excavació del jaciment: Ca l'Estrada (Canovelles, Vallès Oriental). Generalitat de Catalunya, Canovelles.

Matson, F.R., 1965. Ceramic ecology: an approach to the study of the early cultures of the Near East, in: Matson, F.R. (Ed.), Ceramics y Man. Aldine, Chicago, pp. 202–217.

Mazaira Cabana-verdes, L., Járrega Domínguez, R., 1987. Excavacions arqueològiques a la vil·la romana de l'Aiguacuit (Terrassa, Vallès Occidental). Octubre-Desembre 1987. Generalitat de Catalunya, Terrassa.

Melgarejo, J.C., 1997. Atlas de asociaciones minerales en lámina delgada. Universitat de Barcelona, Barcelona.

Menchelli, S., Santoro, S., Pasquinucci, M., Guiducci, G. (Eds.), 2010. LRCW3. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y archaeometry. Comparison between western y eastern Mediterranean, BAR International Series. Archaeopress, Oxford.

Menchon Bes, J.J., 1994. Intervenció arqueològica en el núm. 13 del carrer nou de Santa Tecla de Tarragona (Camp de Tarragona). Quaderns d'Història Tarraconense 13, 164–181.

Menchon Bes, J.J., 1990. Memòria de la intervenció arqueològica efectuada al número 13 del carrer Nou de Santa Tecla de Tarragona (Camp de Tarragona). Generalitat de Catalunya. Direcció General de Patrimoni Cultural, Tarragona.

Menchon Bes, J.J., Macías Solé, J.M., Muñoz Melgar, A., 1994. Aproximació al procés transformador de la ciutat de Tarraco. Del Baix Imperi a l'Edat Mitjana. Pyrenae 25, 225–243.

Merino Serra, J., Agustí Farjas, B., 1990. La necròpolis paleocristiana de Sant Esteve (Caldes de Malavella, la Selva). Cypsela 8, 219–238.

Mestres Santacreu, I., Pujades Cavalleria, J., 1998. Memòria de les excavacions arqueològiques realitzades al solar del Museu Episcopal de Vic (Vic, Osona). Generalitat de Catalunya, Vic.

Mestres Santacreu, I., Pujades Cavalleria, J., Rocafiguera Espona, M., 1992. Memòria de l'excavació arqueològica d'urgència realitzada a l'església catedral de Vic (Osona). Generalitat de Catalunya, Vic.

Meyer, M., Daszkiewicz, M., Schneider, G., Bernbeck, R., Heeb, B.S., Hegewisch, M., Kohlmeyer, K., Nässer, C., Polla, S., Schultze, E., Schwigart, F., Warburton, D., 2016. Economic Space. On the Analysis y Interpretation of Pottery Production y Distribution. ETopoi. Journal for Ancient Studies. 6, 190–219.

Middleton, A., 1997. Ceramic petrography. Revista do Museo de Arqueologia e Etnologia, Sao Paulo Suplemento 2, 73–79.

Minc, L.D., Sherman, R.J., 2011. Assessing natural clay composition in the Valley of Oaxaca as a basis for ceramic provenance studies. Archaeometry 53, 285–328.

Miró Alaix, N., 1997. Memòria de la intervenció realitzada als carrers de l'argenteria i Manresa de Barcelona (Barcelonès). Juliol- novembre 1997. Vol 1, 3. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Miró, B., 1993. La ceràmica comuna de producció africana a Ilerda. Revista d'Arqueologia de Ponent 3, 311–322.

Modolell Ros, J.M., 2004. 30 Anys d'excavacions rqueològiques a Can Modolell: del déu Mitra a Sant Joan. Ajuntament de Cabrera de Mar, Cabrera de Mar.

Molas Font, M.D., Ollich Castanyer, I., 2010. Memòria de les excavacions arqueològiques a Vic. Jaciment Casa Genís 1987-1989. Vic.

Molas Font, M.D., Ollich Castanyer, I., Caballé Crivillés, A., 2008. De l'Auso romana al Vicus Ausonensis medieval. Ausa 23, 719–722.

Molina Vidal, J., 2011. La villa romana: de las fuentes escritas a la creación del concepto histórico, in: Actes Del Simposi: Les Vil·les Romanes a La Tarraconense, Monografies. Presented at the Les vil·les romanes a la Tarraconense: implantació, evolució, transformació. Estat actual de la investigació del món rural en època romana. 28-30 novembre 2007, Museu d'Arqueologia de Catalunya-Institut d'Estudis Ilerdencs, Lleida, pp. 37–48.

Mommsen, H., 2004. Short note: provenancing of pottery- the need for an integrated approach? Archaeometry 46.2, 267–271.

Montana, G., Cau Ontiveros, M.A., Polito, A.M., Azzaro, E., 2011. Characterisation of clayey raw materials for ceramic manufacture in ancient Sicily. Applied Clay Science 53, 476–488.

Montana, G., Fabbri, B., Santoro, S., Gualtier, S., Iliopoulos, I., Guiducci, G., Mini, S., 2007. Pantellerian ware: A comprehensive archaeometric review. Archaeometry 49.3, 455–481.

Montana, G., Iliopoulos, I., Giarrusso, R., 2005a. Pantellerian ware: new data on petrography, chemistry y technological properties, in: Gurt Esparrguera, J.M., Cau Ontiveros, M.A., Buxeda Garrigós, J. (Eds.), LRCW 1, Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR International Series. Presented at the LRCW I. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR International Series. Archaeopress, Oxford, pp. 425–436.

Montana, G., Iliopoulos, I., Tantillo, M., 2005b. Establishing a "recipe" for Pantellerian ware: raw materials field survey, analysis y experimental reproduction, in: Gurt Esparraguera, J.B., Buxeda Garrigós, J., Cau Ontiveros, M.A. (Eds.), LRCW 1, Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR International Series. Presented at the LRCW 1, Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR International Series. Archaeopress, Barcelona, pp. 437–450.

Montana, G., Polito, A.M., Iliopoulos, I., 2009. Archaic indigenous tableware production during the archaic period in Western Sicily: New results from petrographic analysis, in: Quinn, P. (Ed.), Interpreting Silent Artefacts. Petrographic Approaches to Archaeological Ceramics. Archaeopress, Oxford, pp. 47–64.

Moore, D.M., Reynolds, R.C., 1989. X-ray Diffraction y the Identification y Analysis of Clay Minerals. Oxford university press Oxford, London.

Morer, J., Rigo Jovells, A., Barrasetas Dunjó, E., 1998. Les intervencions arqueològiques a l'autopista A-16: valoració de conjunt. Tribuna d'arqueologia 67–98.

Moro García, A.A., 1997. Ceràmica medieval trobada a les excavacions del nucli urbà de Terrassa. Segles V al XV, in: Ceràmica Medieval Catalana; El Monument, Document. Diputació de Barcelona, Barcelona, pp. 165–176.

Morrison, J., Sofianou, C., Brogan, T.M., Alyounis, J., Mylona, D., 2015. Cooking up new perspectives for Late Minoan IB domestic activities: an experimental approach to understanding the possibilities y the probabilities of using ancient cooking pots, in: Spataro, M., Villing, A. (Eds.), Ceramics, Cuisine y Culture: The Archaeology y Science of Kitchen Pottery in the Ancient Mediterranean World. Oxbow Books, Oxford, pp. 115–124.

Moya Garra, A., Martínez Rodríguez, P., López Melción, J.B., 2008. Éssers de pedra. Les estàtues-menhirs i esteles antropomorfes de l'art megalític de Catalunya. Cypsela 11–41.

Müller, N., Hein, A., Kilikoglou, V., Day, P.M., 2012. Modelling thermal stresses in Prehistoric cooking ware, in: ΠΡΑΚΤΙΚΑ 5ου ΣΥΜΠΟΣΙΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΑΡΧΑΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ. Presented at the Proceedings of the 5th conference of the Hellenic Society for Archaeometry (2008), pp. 477–491.

Müller, N., Kilikoglou, V., Day, P.M., 2015. Home-made recipes: tradition y innovation in Bronze Age cooking pots from Akrotiri, Thera, in: Spataro, M., Villing, A. (Eds.), Ceramics, Cuisine y Culture: The Archaeology y Science of Kitchen Pottery in the Ancient Mediterranean World. Oxbow Books, Oxford, pp. 37–48.

Müller, N., Kilikoglou, V., Day, P.M., Vekinis, G., 2014. Thermal shock resistance of tempered archaeological ceramics, in: Martinon-Torres, M. (Ed.), Craft y Science: International Perspectives on Archaeological Ceramics, UCL Qatar Series in Archaeology y Cultural Heritage. Bloomsbuty Qatar Foundation, Doha, Qatar, pp. 263–270.

Museu de Mataró (Ed.), 1980. La vil·la romana de Torre Llauder, Opuscle. Museu de Mataró, Mataró.

Nebot Pich, N., 2011. Memòria d'intervenció arqueològica. Abril 2010. Torre Llauder (Mataró, Maresme). Generalitat de Catalunya, Mataró.

Neff, H., 2012. Comment: Chemical y mineralogical approaches to ceramic provenance determination. Archaeometry 2, 244–249.

Negre, J., 2007. La ceràmica comuna del nord-est peninsular entre els segles IV i IX. Estrat Crític 1, 60–68.

Neuru, L., Kyle, D., Demers, A., Hayes, J.W., 1980. Late Roman pottery: a fifth century deposit from Carthage. Antiquités africaines 16, 195–211.

Nieto Prieto, A., Escala, O., 1994. Vilans de Reig (els Torms, les Garrigues): un assentament rural del s. VII dC. Revista d'Arqueologia de Ponent 14, 275–286.

Nieto Prieto, X., 1993. El edificio A de la ciudadela de Roses (la Terra Sigilata Africana). Centre d'investigacions arqueològiques de Girona, Girona.

Nigra, B.T., Faull, K.F., Barnard, H., 2015. Analytical Chemistry in Archaeological Research. Analytical Chemistry 87, 3–18.

Nolla Brufau, J.M., 2007a. Govern i poder polític a Gerunda (segles I-VIII). Annals d'Estudis Gironins 48, 9–27.

Nolla Brufau, J.M., 2007b. La ciutat tardoantiga de Gerunda, bressol del cristianisme gironí. Revista de Girona 240, 62–66.

Nolla Brufau, J.M., 2002. Pla de Palol. Un establiment romà de primer ordre a Platja d'Aro. Ajuntament de Castell de Platja d'Aro.

Nolla Brufau, J.M., 2000. Tombes i cementiris del sector nord-oriental del turó d'Empúries. AIEE, Figueres 33, 11–20.

Nolla Brufau, J.M., 1997. Roses a l'antiguitat tardana. El cementiri de Santa Maria. AIEE, Figueres 30, 107–146.

Nolla Brufau, J.M., 1995. Els cementiris tardo-antics de la Neàpolis emporitana, in: IV Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica. Presented at the IV Reunió

d'Arqueologia Cristiana Hispànica. 28-30 de setembre/1-2 d'octubre 1992, Institut d'Estudis Catalans, Universitat de Barcelona, Consell Insular de Menorca, Lisboa, pp. 99–105.

Nolla Brufau, J.M., 1993. Ampurias en la Antigüedad tardía. Una nueva perspectiva. Archivo Español de Arqueología 66, 207–224.

Nolla Brufau, J.M., 1980. Excavacions i sondeigs a Girona: el sector de la Seu. Cypsela 3, 83–91.

Nolla Brufau, J.M., Alberch, J., Merino, J., Vivó, D., 1989. El sector oriental de les muralles de Gerunda. Noves aportacions al seu coneixement (Campanya d'excavacions de 1987 a la Torre Gironella). Cypsela 7, 111–130.

Nolla Brufau, J.M., Amich, N.M., 1997. El cementiri de l'àrea de l'Hospital militar de la ciutadella de Roses. Annals d'Estudis Gironins 37, 1027–1040.

Nolla Brufau, J.M., Casas Blasi, J., 1997. Material ceràmic del Puig de les Muralles (Puig Rom, Roses). Arqueomediterrània. Contextos ceràmics d'època romana tardana i de l'alta Edat Mitjana (segles IV-X) 2, 7–20.

Nolla Brufau, J.M., Casas Blasi, J., 1990. El material ceràmic d'importació de la vil·la romana de Puig Rodon (Corçà, Baix Empordà) d'època severiana a la Baixa Antiguitat. Cypsela 8, 193–218.

Nolla Brufau, J.M., Nieto Prieto, X., 1980. La vil·la romana baix-imperial de la Ciutadella de Roses. Algunes consideracions i darreres novetats. Cypsela 3, 267–274.

Nolla Brufau, J.M., Patiño, C., Sagrera, J., Vivó, D., 2003. La vil·la romana i el jaciment altmedieval de Sant Pere de Montfullà (Bescanó, el Gironès). Universitat de Girona, Institut de Patrimoni Cultural, Girona.

Nolla Brufau, J.M., Sagrera Aradilla, J., 1995. Ciuitatis Impuritanae coementeria. Les necròpolis tardanes de la Neàpolis. Estudi General 15, 9–329.

Nolla Brufau, J.M., Sureda, M., 1999. El món funerari antic, tardoantic i altomedieval a la ciutat de Girona. Un estat de la qüestió. Annals d'Estudis Gironins 40, 13–66.

Nunes, K.P., Toyota, T.G., Oliveira, M.S., Neves, E.G., Soares, E.A.A., Munita, C.S., 2013. Preliminary Compositional Evidence of Provenance of Ceramics from Hatahara Archaeological Site, Central Amazonia. Journal of Chemistry 2013.

Olcese, G., 1994. Ceramiche comuni e archeometria, in: Olcese, G. (Ed.), Ceramica Romana e Archeometria: Lo Stato Degli Studi. Consiglio Nazionale Delle Ricerche Museo Archeologico e Della Ceramica Di Montelupo. Quaderni Del Dipartimento Di Archeologia e Storia Delle Arti Sezione Archeologica. Presented at the Consiglio nazionale delle ricerche Museo archeologico e della ceramica di Montelupo. Castello di Montegufoni (Firenze) 26-27 aprile 1993, Università di Siena, Castello di Montegufoni (Firenze), pp. 89–104.

Olcese, G., 1993. Le ceramiche comuni di Albintimilium: indagine archeologica e archeometrica sui materiali dell'area del Cardine. All'Insegna del Giglio.

Olcese, G., 1992. Il contibuto delle analisi di laboratorio allo studio e alla classificazione della ceramica in archeologia, in: Archeometria Della Ceramica. Problemi Di Metodo. Atti 8^{o} SIMCER- Simposio Internazionale Della Ceramica. Presented at the Archeometria della ceramica. Problemi di metodo. Atti 8^{o} SIMCER- Simposio Internazionale della ceramica. 10-12 Novembre 1992, Int. centro ceramico, Universitat de Bologna, Rimini, pp. 35–54.

Olcese, G., 1991. Roman Coarse Ceramics from Albintimilium (Italy): an example of archaeometric y archaeological studies, in: International Symposium on Archaeometry. Birkhäuser Verlag, pp. 495–504.

Olmo Enciso, L., Castro Priego, M., 2008. La cerámica de época visigoda de Recópolis: apuntes tipológicos desde un análisis estratigráfico. Zona arqueológica 9, 89–96.

Orfila, M., Cau, M.A., 1994. Las cerámicas finas procedentes de la cisterna de Sa Mesquida, Mallorca, in: III Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica. Presented at the III Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona, pp. 257–288.

Oriol Granados, J., 1995. Notes per a l'estudi de la basílica i el conjunt episcopal paleocristià de Barcelona. Valoració de la primera fase, in: IV Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica. Presented at the IV Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica. 28-30 de setembre/1-2 d'octubre 1992, Institut d'Estudis Catalans, Universitat de Barcelona, Consell Insular de Menorca, Lisboa, pp. 121–132.

Orobitg Dellà, M.J., 1992. Memòria de l'excavació d'urgència de 1986 a l'estança Bany de la vil·la romana de Torre Llauder (Mataró. Maresme). Generalitat de Catalunya, Mataró.

Orton, C., Tyers, P., Vince, A., 1997. La cerámica en arqueología. Carítica, Barcelona.

Otiña Hermoso, P., 2005. La vil·la romana dels Munts (Altafulla). Excavacions de Pedro Manuel Berges Soriano. Biblioteca Tarraco d'Arqueologia. Fundació Privada Liber, Tarragona.

Ownby, M., Bourriau, J., 2009. Themovement of Middle Bronze Age transport jars. A provenance study based on petrographic y chemical analysis og Canaanite jars from Memphis, Egypt, in: Quinn, P. (Ed.), Interpreting Silent Artefacts. Petrographic Approaches to Archaeological Ceramics. Archaeopress, Oxford, pp. 173–188.

Padilla, J.I., 1984. Contribución al estudio de las cerámicas grises catalanas de época medieal: El taller, los hornos y la produción de Casampons. Acta historica et archaeologica Mediaevalia Annex, 99–143.

Padilla, J.I., Alvaro, K., Travé, E., 2011. Las cerámicas culinarias de Cabrera d'Anoia: Estrategias de producción en un alfar medieval. Arqueología y Territorio Medieval 18, 117–144.

Padilla, J.I., Alvaro, K., Travé, E., 2008. Un modelo de producción en gruta: el Alfar de Cabreda d'Anoia, Barcelona. Munibe Antropologia-Arkeologia 59, 269–290.

Padrós Martí, P., Comas Solà, M., Bosch de Doria, M., Muñoz, V., 2004. Baetulo: la ciutat romana i el seu territori. Intervencions arqueològiques període 1996-2001, in: Actes de Les Jornades d'Arqueologia i Peleontologia 2001. Comarques de Barcelona 1996- 2001 (La Garriga, 29 i 30 de Novembre, 2 de Desembre de 2001). Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya, Barcelona, pp. 362–374.

Palahí, L., 2013. La vil·la de Sant Menna de Vilablareix i el suburbium de Gerunda. Annals de l'Institut d'Estudis Gironins 54, 221–262.

Palarea Albaladejo, J., Fernández, M., Gómez García, J., 2005. alr approach for replacing values below the detection limit, in: CoDaWork: Workshop on Compositional Data Analysis. Presented at the Workshop on Compositional Data Analysis, Girona.

Palol, P., 2004. El castrum el Puig de les Muralles de Puig Rom (Roses, Alt Empordà). Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona, Girona.

Palol, P., 1989. El Bovalar (Seròs, Segrià). Conjunt d'època paleocristiana i visigòtica. Diputació de Lleida, Generalitat de Catalunya, Lleida.

Papadopoulou, D.N., Lalia-Kantouri, M., Kantiranis, N., Stratis, J.A., 2006. Thermal y mineralogical contribution to the ancient ceramics y natural clays characterization. Journal of Therman Analysis y Calorimetry 84, 39–45.

Papageorgiou, I., Baxter, M.J., 2002. Model-based clustering methods in archaeological ceramic provenance studies, in: Kilikoglou, V., Hein, A., Maniatis, Y. (Eds.), Modern Trends in Scientific Studies on Ancient Ceramics. Presented at the 5th European Meeting of Ancient Ceramics, BAR Internationa Series. Archaeopress, Athens, 1999, pp. 51–68.

Parcerisa i Duocastella, D., 2002. Petrologia i diagènesi en sediments de l'Oligocè superior i del Miocè inferior i mitjà de la depressió del Vallès i del Pla de Barcelona : evolució de l'àrea font i dinàmica de fluids. Universitat de Barcelona, Barcelona.

Pawlowsky-Glahn, V., 2003. Statistical modelling on coordinates, in: CoDaWork: Workshop on Compositional Data Analysis. Presented at the Workshop on Compositional Data Analysis.

Payà, X., Gil, I., Loriente, A., Lafuente, A., Morán, M., 1996. Evolució espacial i cronològica de l'antiga ciutat d'Ilerda. Revista d'Arqueologia de Ponent 6, 119–150.

Payà, X., Reyes, T., 1987. Memòria d'excavació. Muralla romana d'Aeso. Generalitat de Catalunya, Lleida.

Peacock, D.P.S., 1984a. Petrology y origins, in: Fulford, M.G. (Ed.), Excavations at the Carthage: The British Mission. The Avenue Du President Habib Bourguiba, Salammbo. The Pottery y Other Ceramic Objects from the Site. Vol. 2. British Academy, University of Sheffield, Sheffield, pp. 29–47.

Peacock, D.P.S., 1984b. Seawater, salt y ceramics, in: Fulford, M.G., Peacock, D.P.S. (Eds.), Excavations at Carthage: The Bristish Mission, Vol. I.2. The Avenue Du Président Habib Bourguiba, Salammbo. The Pottery y Other Ceramic Objects from the Site. University of Sheffield, Sheffield, pp. 263–264.

Peacock, D.P.S., 1982. Pottery in the Roman world: an ethnoarchaeological approach. Longman archaeological series, London-New York.

Peacock, D.P.S. (Ed.), 1977. Pottery y early commerce: characterization y trade in Romman y later ceramics. London.

Peacock, D.P.S., 1970. The scientific analysis of ancient ceramics: a review. World Archaeology 1, 375–389.

Peacock, D.P.S., Bejaoui, F., Lazreg, N.B., 1990. Roman pottery production in central Tunisia. Journal of Roman Archaeology 3, 59–84.

Pecci, A., Cau Ontiveros, M.A., 2014. Residue Analysis of Late Roman cooking pots y amphorae from Sa Mesquida (Mallorca, Balearic Islands), in: Poulou-Papadimitriou, Nodarou, E., Kilikoglou, V. (Eds.), LRCW4 Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry. Comparison between Western y Eastern Mediterranean, BAR International Series. Presented at the LRCW4, Archaeopress, Thessalonik, pp. 833–840.

Pecci, A., Cau Ontiveros, M.A., Garnier, N., 2013. Identifying wine y oil production: analysis of residues from Roman y Late Antique plastered vats. Journal of Archaeological Science 4491–4498.

Peña, J.T., 2007. Roman Pottery in the Archaeological Record. Cambridge University Press, Cambridge.

Peón, A., Alonso, F., Rosell, J., Trilla, J., Obrador, A., 1976. Mapa geológico de España. Sabadell. Hoja 392. Magna 50.

Pera Isern, J., 1995. La vil·la romana dels Vilassos (Tarroja de Segarra, la Segarra). Revista d'Arqueologia de Ponent 5, 195–210.

Pérez, A., 1991. Lleida romana. Pagès editors, Lleida.

Pérez Tort, S., Cerdà Mellado, J.A., 1989. Informe-Memòria de les excavacions d'urgència fetes davant del clos arqueològic de Torre Llauder, al costat del carrer Roma (Mataró, El Maresme). Febrer-abril, 1989. Generalitat de Catalunya, Mataró.

Pergola, P., Vismara, C., 1989. Castellu (Haute-Corse) : un établissement rural de l'Antiquité tardive : fouilles récentes (1981-1985). Editions de la Maison des sciences de l'homme : Diffusion/distribution, C.I.D., Paris.

Philpotts, A.R., 1989. Petrography of igneous y metamorphic rocks. Waveland Press, Inc., Ilinois.

Picon, M., 1984. Problèmes de détermination de l'origine des céramiques, in: Hackens, T., Schvoerer, M. (Eds.), Datation-Caractérisation Des Céramiques Anciennes. CNRS, Paris, pp. 425–433.

Picon, M., 1976. Remarques préliminaires sur deux types d'altération de la composition chimique des céramiques au cours du temps. Figlina 1, 159–166.

Picon, M., 1973. Introduction à l'étude technique des céramiques sigillées de lezoux. Université de Dijon. Centre de recherches sur les techniques gréco-romaines, Dijon.

Piñero Subirana, J., 2002. La vil·la de Sant Amanç. A mig camí entre dos territoris, in: La Vil·la Romana de Sant Amanç de Viladés. Rajadell (Bages). Museu comarcal de Manresa, Manresa, pp. 7–12.

Piñol Masgoret, L., 2000. El circ romà de Tarragona. Qüestions arquitectòniques i de funcionament, in: Ruiz de Arbulo, J. (Ed.), Tarraco 99: Arqueologia d'una Capital Provincial Romana: Tarragona 15, 16 i 17 d'abril 1999. Tarragona, pp. 53–60.

Piñol Masgoret, L., 1992. Memòria de l'excavació del Mas de Gassol, Alcover (Alt Camp). Generalitat de Catalunya, Tarragona.

Pla Perea, C., Revilla Calvo, V., 2002. El santuario romano de Can Modolell (Cabrera de Mar, Barcelona): nuevas aportaciones para su interpretación. Empúries 53, 211–239.

Pociña López, C.A., Remolà Vallverdú, J.A., 2001. Nuevas aportaciones al conocimmiento del puerto de Tarraco (Hispania Tarraconensis). Saguntum 33, 85–96.

Pociña López, C.A., Remolà Vallverdú, J.A., 2000. La plaza de representación de Tarraco: Intervenciones arqueológicas en la plaza del fòrum y la calle d'en Compte, in: Ruiz de Arbulo, J. (Ed.), Tarraco 99. Arqueologia d'una Capital Provincial Romana. Tarragona 15, 16 i 17 d'abril 1999. Actes de Les Jornades d'arqueologia Sobre Intervencions a La Ciutat Antiga i Al Seu Territori (1993-1999). Presented at the Jornades d'arqueologia sobre intervencions a la ciutat antiga i al seu territori (1993- 1999), Tarragona, pp. 27–45.

Pollard, A.M., Batt, C.M., Stern, B., Young, S.M., 2007. Analytical Chemistry in Archaeology. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.

Pollard, A.M., Heron, C., 2008. Archaeological Chemistry. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.

Poulou-Papadimitriou, Nodarou, E., Kilikoglou, V. (Eds.), 2014. LRCW4. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y archaeometry. Comparison between western y eastern Mediterranean, BAR International Series. Archaeopress, Thessalonik.

Prevosti Monclús, M., Clariana Roig, J.F., 2010. Torre Llauder, Figlina Amphoralis. Rei Cretariae Romanae Favtorvm acta 41, 481–489.

Prevosti Monclús, M., Clariana Roig, J.F., 1993. Aproximació a l'estudi de l'Antiguitat Tardana a la vil·la romana de Torre Llauder (Mataró). Sessió d'Estudis Mataronins 10, 61–86.

Prevosti Monclús, M., Clariana Roig, J.F., 1988. Torre Llauder: Mataró: vil·la romana. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Prevostí Monclús, M., Clariana Roig, J.F., 1985. Nota sobre l'excavació de salvament realitzada a la zona de l'abocador d'escombraries de la vil·la romana de Torre Llauder. Laietania 2–3, 217–223.

Puerta López, C., 2015. Memòria. Intervenció arqueològica de la vil·la romana de Torre Llauder. Mataró (El Maresme). Setembr de 2014-Juny/Juliol de 2015. Generalitat de Catalunya, Mataró.

Puerta López, C., 2010. Memòria. Intervenció arqueològica de la vil·la romana de Torre Llauder. Mataró (El Maresme). Campanyes de 2009 i 2010. Generalitat de Catalunya, Mataró.

Puerta López, C., 2008. Memòria. Intervenció arqueològica de la vil·la romana de Torre Llauder. Mataró (El Maresme). Campanyes de 2008 (Gener-Desembre). Generalitat de Catalunya, Mataró.

Puerta López, C., Garcia Rosselló, J., 2014. La vil·la romana de Torre Llauder. Darrers treballs de recerca i restauració, i perspectives de futur (Mataró, El Maresme). Tribuna d'arqueologia 2011–2012, 189–205.

Puig, A.M., Carrascal, C., Vieyra, G., Teixidor, M., 1997. La Roses d'època visigòtica en el subsòl de la ciutadella (Alt Empordà). Darreres investigacions. Annals d'Estudis Gironins 37.

Puig Griessenberger, A.M., 1998. El jaciment de Rhode a la fi de l'Antiguitat Tardana. Els contextos del segle VII d.C. a la ciutadella de Roses (Alt Empordà, Girona). Pyrenae 29, 171–192.

Pujades Cavalleria, J., Tió, X., 1990. Casa Clariana, 1990 (Vic, Osona): memòria científica de les excavacions arqueològiques 1. Generalitat de Catalunya, Vic.

Pujol Hamelink, M., Carreras Montfort, C., 2002. L'ancoratge i el port de Rhode (Roses, Alt Empordà). Empúries 53, 131–154.

Quinn, P., 2013. Ceramic Petrography. The interpretation of archaeologcal pottery y related artefacts in thin section. Archaeopress, Oxford.

Rainey, F., Ralph, E.K., 1966. Archeology y Its New Technology. Sciene 153, 1481–491.

Raith, M.M., Raase, P., Reinhardt, J., 2011. Guide to thin section microscopy. e-book.

Rakob, F., 1997. Die deutschen Ausgrabungen in Karthago. Philipp von Zabern.

Raynaud, C., 1993. Céramique commune méditerranéenne tardo-romaine. Dictionnaire des Céramiques Antiques (VIIème s. av. n. è.-VIIème s. de n. è.) en Méditerranée Nord-occidentale (Provence, Languedoc, Ampurdan), Lattara 6.

Raynaud, C., 1991. Les céramiques communes, in: Solier, Y. (Ed.), La Basilique Paléochrétienne Du Clos de La Lombarde à Narbonne. Cadre Archéologique, Vestiges et Mobiliers. Paris, pp. 215–234.

Reedy, C.L., 2008. Thin-section petrography of stone y ceramic cultural materials. Archetype, London.

Remolà Vallverdú, J.A., 2008. La vil·la romana de Centcelles (Constantí, Tarragonès), in: Remolà, J.A. (Ed.), El Territori de Tarraco: Vil·les Romanes Del Camp de Tarragona. MNAT, SCEC, ICAC. Fòrum 13. Temes d'història i d'arqueologia tarragonines, Tarragona.

Remolà Vallverdú, J.A., 1998. Recents intervencions arqueológiques a Centcelles (1996-1997).

Remolà Vallverdú, J.A., Pociña López, C.A., 2004a. La font dels lleons, in: Tarraco i l'aigua. Presented at the Tarraco i l'aigua: exposició al Museu Nacional Arqueològic de Tarragona del 18 de setembre de 2004 al 27 de març de 2005, MNAT, Tarragona, pp. 53–66.

Remolà Vallverdú, J.A., Pociña López, C.A., 2004b. Una primera aproximació a la font monumental de Pere Martell (Tarragona, Tarragonès). Tribuna d'arqueologia 2000–2001, 207–221.

Remolà Vallverdú, J.A., Ruiz de Arbulo, J., 2002. L'aigua a la colònia de Tarraco. Empúries 53, 29–65.

Renfrew, C., 1977. Introduction: production y exchange in early state societies, the evidence of pottery, in: Peacock, D.P.S. (Ed.), Pottery y Early Comerce. Characterization y Trade in Roman y Later Ceramics. Academic Press, Londres-Nueva York-San Francisco, pp. 1–20.

Revilla Calvo, V., Martí García, C., García Roselló, J., Pera Isern, J., Cerdà Mellado, J.A., Pujol del Horno, J., 1997. El nivell d'amortització del Cardo Maximus d'Iluro, in: Contextos Ceràmics d'època Romana Tardana i de l'alta Edat Mitjana (Segles IV- X). Actes Taula Rodona (Badalona 1996). Arqueomediterrània. pp. 101–119.

Revilla Cubero, E., 1995. Informe del sondeig arqueològic realitzat al solar de l'antic arxiu administratiu, 2-19 de maig de 1995. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Revilla, V., Cela Espín, X., 2006. La transformación material e ideológica de una ciudad de Hispania: Iluro (Mataró) entre los siglos I y VII dC. Archivo Español de Arqueología 79, 89–114.

Reyes, T., González Villaescusa, R., García, J.E., 1998. Estudi de l'ager aesonensis (Isona i conca Dellà, Pallars Jussà). Revista d'Arqueologia de Ponent 8, 39–60.

Reynolds, P., 1995. Trade in the Western Mediterranean, AD 400-700 : the ceramic evidence, BAR International Series. Archaeopress, Oxford.

Reynolds, P., 1993. Settlement y pottery in the Vinalopó Valley (Alicante, Spain) A.D. 400-700, BAR International Series. British Archaeological Series. Archaeopress, Oxford.

Reynolds, P., 1985. Cerámica tardorromada modelada a mano, de carácter local, regional y de importación en la provincia de Alicante. Lucentum 4, 245–267.

Ribas Bertrán, M., 1988. Els orígens de Mataró. Mataró.

Ribas Bertrán, M., 1975. El Maresme en els primers segles del cristianisme. Caixa d'Estalvis Laietana, Mataró; Rafael Dalmau, Barcelona.

Ribas Bertrán, M., 1952. El poblament d'Iluro. Estudi arqueològic i topogràfic des dels temps prehistòrics fins a la destrucció d'Iluro. Barcelona.

Ribera, A.V., Rosselló, M., 2007. Contextos cerámicos de mediados del siglo V en Valentia y en Cullera, in: Bonifay, M., Tréglia, J.C. (Eds.), LRCW2. Late Roman Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranian. Archaeology y Archaeometry, BAR International Series. Presented at the LRCW2, Archaeopress, Oxford, pp. 189–198.

Riccardi, M.P., Messiga, B., Duminuco, P., 1999. An approach to the dynamics of clay firing. Applied Clay Science 15, 393–409.

Rice, P.M., 2005. Pottery Analysis. A Sourcebook. Chicago University Press, Chicago, London.

Rice, P.M., 1991. Specialization, standardization y diversity: A retrospective, in: Bishop, R.L., Lange, F.W. (Eds.), The Ceramic Legacy of Anna Sheppard. University Press of Colorado, Boulder, pp. 257–279.

Riederer, J., 2004. Thin Section Microscopy Applied to the Study of Archaeological Ceramics. Hyerfine Interactions 154, 143–158.

Riley, J.A., 1981. The Pottery from the Cisterns 1977.1, 1977.2, y 1977.3, in: Humphrey, J.H. (Ed.), Excavations at Carthage 1977. University of Michigan, Michigan, p. 116.

Ripoll López, G., 2001. La transformación de la ciudad de Barcino durante la antigüedad tardía, in: Beltrán de Heredia, J. (Ed.), De Barcino a Barcinona (Siglos I- VII). Los Restos Arqueológicos de La Plaza Del Rey de Barcelona. Museu d'Història de la Ciutat, Institut de Cultura, Ajuntament de Barcelona, Barcelona, pp. 34–43.

Ripoll López, G., 2000. Sedes regiae en la Hispania de la antigüedad tardía, in: Ripoll López, G., Gurt Esparraguera, J.M. (Eds.), Sedes Regiae (Ann. 400- 800). Reial Acadèmia de Bones Lletres, Barcelona, pp. 371–402.

Ripoll López, G., Arce, J., 2001. Transformación y final de las villae en occidente (siglos IV-VIII): problemas y perspectivas. AyTM 8, 21–54.

Riutort, J., 2018. Estudio macroscópico de las cerámicas de cocina tardoantiguas de Plaça Major de Castellar del Vallès (Barcelona), in: Cerámicas Altomedievales En Hispania y Su Entorno (s. V-VIII d.C.). Presented at the Cerámicas altomedievales en Hispania y su entorno (s. V-VIII d.C.), Glyphos Publicaciones, Zamora, pp. 553–562.

Riutort, J., Cau Ontiveros, M.A., Fantuzzi, L., Roig, J., 2017. Late Roman Common y Cooking Wares from the site of Can Gambús (Catalonia, Spain): archaeometric interim results, in: Disneaux, D. (Ed.), LRCW5. Late Roman Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranian. Archaeology y Archaeometry. Presented at the LRCW5. Late Roman Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranian. Archaeology y Archaeometry, Institut d'Etudes Alexandrines, Alexandria, pp. 31–48.

Riutort, J., Cau Ontiveros, M.A., Roig Buxó, J., 2018. Archaeometric characterization of regional Late Antique cooking ware from the area of Vallès (Catalonia, Spain): the case of of two rural sites. Journal of Archaeological Science: Reports.

Roberts, J.P., 1963. Determination of the firing temperature of ancient ceramics by measurement of thermal expansion. Archaeometry 6, 21–25.

Rocafiguera Espona, M., 2010. Les excavacions arqueològiques de l'Escorial (Vic). Del món romà fins al segle XIX. Ausa 166, 733–752.

Rodrigo Requena, E., 2001. Intervenció arqueològica a l'immoble situat al carrer Sant Francesc d'Assís, núm. 15. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Rodríguez, A., Palomo, A., 2003. Les estructures medievals de Can Roqueta II (Sabadell, Vallès Occidental), in: Actes Del II Congrès d'Arqueologia Medieval i Moderna de Catalunya. Presented at the II Congrès d'Arqueologia Medieval i Moderna de Catalunya, Sant Cugat, pp. 443–450.

Roig Buxó, 2009. La cerámica del período carolingio y primera época condal en la Cataluña Vieja: las producciones reducidas, oxidantes y espatuladas (siglos IX, X y XI). Propuesta de tipología. Presented at the IX Congresso Internazionale AIECM2, Venezia.

Roig Buxó, J., 2013. Silos, poblados e iglesias: almacenaje y rentas en época visigoda y altomedieval en Cataluña (siglos VI al XI). Horrea, barns y silos. Storage y

incomes in early medieval Europe, Documentos de arqueología Medieval 5, 145–170.

Roig Buxó, J., 2011. Formas de poblamiento rural y producciones cerámicas en torno al 711: documentación arqueológica del área catalana. Zona arqueológica, 711 Arqueología e historia entre dos mundos 2, 119–144.

Roig Buxó, J., 2010. Vilatges i assentaments pagesos de l'Antiguitat Tardana als territoria de Barcino i Egara (depressió litoral i prelitoral): Caracterització del poblament rural entre els segles V-VIII, in: Actes Del IV Congrés d'Arqueologia Medieval i Moderna a Catalunya. Ajuntament de Tarragona, Tarragona, pp. 227–250.

Roig Buxó, J., 2009. Asentamientos rurales y poblados tardoantiguos y altomedievales en Cataluña (siglos VI al X), in: Quirós Castillo, J.A. (Ed.), The Archaeology of Early Medieval Villages in Europe, Documentos de Arqueología e Historia. Universidad del País Vasco, Bilbao, pp. 207–252.

Roig Buxó, J., 1997. Memòria de la intervenció arqueològica a l'església de Sant Esteve de Castellar Vell (Castellar del Vallès, Vallès Occidental). Generalitat de Catalunya, Sabadell.

Roig Buxó, J., Coll Riera, J.M., 2012. El registro cerámico de una aldea model de la Antigüedad Tardía en Cataluña (siglos VI-VII): Can Gambús-1 (Sabadell, Barcelona), in: IX Congresso Internazionale AIECM2. Presented at the IX Congresso Internazionale AIECM2, 23-28 Novembre 2009, Venezia, Venecia, pp. 195–199.

Roig Buxó, J., Coll Riera, J.M., 2011a. Evolució històrica i arqueològica de Santa Maria l'Antiga o Santiga: de la vil·la romana a la perròquia medieval i moderna. 2000 anys d'històrica (Santa Perpètua de Mogoda, Vallès occidental). L'Ordit 4, 29–65.

Roig Buxó, J., Coll Riera, J.M., 2011b. El registre ceràmic dels assentaments i vilatges de l'Antiguitat Tardana de la depressió litoral i prelitoral (s.VI-VIII): Caracterització de les produccions i estudi morfològic, in: Actes Del IV Congrés d'Arqueologia Medieval i Moderna a Catalunya. Tarragona, pp. 211–226.

Roig Buxó, J., Coll Riera, J.M., 2010a. El jaciment de la Plaça Major de Castellar del Vallès (Vallès Occidental): L'assentament del neolític, el canal de l'edat del ferro i el vilatge de l'antiguitat Tardana. Tribuna d'arqueologia 2008–2009, 187–220.

Roig Buxó, J., Coll Riera, J.M., 2010b. El jaciment de la Plaça Major de Castellar del Vallès: de l'assentament del Neolític al viatge de l'antiguitat tardana. 5000 anys d'evolució històrica. Recerca 77–110.

Roig Buxó, J., Coll Riera, J.M., 2007. La intervenció arqueològica al jaciment de l'aparcament subterrani de la plaça major de Castellar del Vallès. Primeres dades i resultats preliminars. Recerca 5, 117–142.

Roig Buxó, J., Coll Riera, J.M., 2006. El paratge arqueològic de Can Gambús-1 (Sabadell, Vallès Occidental). Tribuna d'arqueologia 85–10.

Roig Buxó, J., Coll Riera, J.M., 2005. Memòria de la intervenció arqueològica al jaciment de la Plaça Major de Castellar del Vallès (Vallès Occidental), abril-desembre 2005. Generalitat de Catalunya, Sabadell.

Roig Buxó, J., Coll Riera, J.M., 2004. El vilatge d'època visigòtica de Can Gambús 1 de Sabadell, in: Fulletó Del Dia Internacional Dels Museus. Museu d'història de Sabadell, Sabadell.

Roig Buxó, J., Coll Riera, J.M., 2003. El conjunt arqueològic de Sant Esteve de Castellar Vell (Castellar del Vallès, Vallès Occ.): el vilatge i l'església d'època

carolíngia i comtal (segles IX-X i XI-XII), in: Actes Del II Congrès d'Arqueologia Medieval i Moderna de Catalunya. Acram, Sant Cugat, pp. 791–803.

Ros Mateu, J., 1995. Memòria d'excavació: Iesso: Cal Sellès (C/Seminari 6). Generalitat de Catalunya, Guissona.

Rosell, J., Obrador, A., Robles, S., Palli, L., 1973. Sedimentologia del Mioceno del Vallés . occidental (prov. de Barcelona). Acta Geologica Hispanica 8, 25–29.

Rosselló, M., Ribera, A.V., Ruiz Val, E., 2010. Cerámicas de los niveles de ocupación del circo romano de Valencia en la época Tardoantigua (Siglos VI y VII), in: Menchelli, S., Santoro, S., Pasquinucci, M., Guiducci, G. (Eds.), LRCW3 Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry. Comparison between Western y Eastern Mediterranean, BAR International Series. Presented at the LRCW3, Archaeopress, Oxford, pp. 173–182.

Roure, A., 1988. La vil·la romana de Vilauba (Camós). Estudi d'un assentament rural (Campanyes de 1979-1985). Centre d'investigacions arqueològiques de Girona, Girona.

Roymans, N., 2017. Gold, Germanic foederati y the end of imperial power in the Late Roman North, in: Roymans, N., Heeren, S., De Clercq, W. (Eds.), Social Dynamics in the Northwest Frontiers of the Late Roman Empire, Amster Archaeological Studies. Amsterdam University Press, Amsterda, pp. 57–80.

Ruestes, C., 2007. Memòria. Intervenció arqueològica de la vil·la romana de Torre Llauder. Mataró (El Maresme). Novembre i Desembre 2007. Generalitat de Catalunya, Mataró.

Ruf, M.A., Molera, J., Vendrell, M., 1997. Aportacions per a la caracterització de la ceràmica comuna de cocció reductora a les Valls d'Andorra (segles VII-XV), in: La Ceràmica Medieval Catalana. El Monument, Document, Quaderns Científics i Tècnics. Diputació de Barcelona, Barcelona, pp. 63–69.

Rye, O.S., 1981. Pottery technology: Principles y reconstruction. Taraxacum, Washington.

Rye, O.S., 1977. Pottery manufacturing techniques: X-ray studies. Archaeometry 19, 205–211.

Salazar Ortiz, N., 2006. Memòria de la intervenció arqueològica preventiva als carrers d'Alvarez de Castro, 1-7, Jaume Giralt, 19-43, c/Gombau 1-11, 2-16, Metges Casals i Martorell, 1-27, 2-26, Arc de Sant Cristòfol, 1-12 i Fonollar 21-29 Ciutat Vella. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Salvatore, M., 1982. La ceramica altomedievale nell'Italia meridionale: stato e prospettive della ricerca. Archeologia medievale 9, 47.

Sánchez Fernández, M.J., 1983. Cerámica común romana del Portus Illicitanus. Lucentum II, 285–317.

Sancho, M., 2009. Aldeas tardoantiguas y aldeas altomedievales en la sierra de Montsec (Prepirineo leridano): hábitat y territorio, in: Castillo, J.A.Q. (Ed.), The Archaeology of Early Medieval Villages in Europe. Documentos de arqueología e historia 1, Lleida, pp. 275–288.

Sangiorgi, S., 2005. Le ceramiche da fuoco in Sardegna: osservazioni preliminari a partire dai materials rinvenuti nello scavo di S.. Eulalia a Cagliari, in: Gurt Esparraguera, J.M., Buxeda Garrigós, J., Cau Ontiveros, M.A. (Eds.), LRCW 1, Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR International Series. Presented at the LRCW 1, Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the

Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR International Series. Archaeopress, Barcelona.

Santoro, S., 2005. The informative potential of archaeometric y archaeological cooking ware studies: the case of Pantellerian ware, in: Gurt Esparraguera, J.B., Buxeda Garrigós, J., Cau Ontiveros, M.A. (Eds.), LRCW 1, Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry. Presented at the LRCW 1, Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR International Series. Archaeopress, Barcelona, pp. 327–340.

Santrot, M.-H., Santrot, J., 1979. Céramique communes gallo-romaines d'Aquitaine. CNRS, Paris.

Schiffer, M.B., 2004. Studying technological change: A behavioral perspective. World Archaeology 36, 579–585.

Schiffer, M.B., Skibo, J.M., 1997. The explanation of artifact variability. American Antiquity 62, 27–50.

Schiffer, M.B., Skibo, J.M., 1987. Theory y experiment in the study of technological change. Current Anthropology 28, 595–622.

Schiffer, M.B., Skibo, J.M., Griffitts, J.L., Hollenback, K.L., Longacre, W., 2001. Behavioural archaeology y the study of technology. American Antiquity 66, 729–738.

Schipp, O., 2014. Römer und Barbaren: Fremde in der Spätantike und im Frühmittelalter, in: Fremd Und Rechtlos? Zugehörigkeitsrechte Fremder von Der Antike Bis Zur Gegenwart. Böhlau Verlag, Wien, Köln, pp. 121–151.

Schneider, G., Hoffmann, B., Wirz, E., 1978. Significance y Depen dability of Reference Groups for Chemical Determinations of Provenance of Artifacts. Archeophysica 10, 269–285.

Schreg, R., 1998. Keramik aus Südwestdeutschland. Eine Hilfe zur Beschreibung, Bestimmung und Datierung archäologischer Funde vom Neolithikum bis zur Neuzeit. Verlag des Vereins für Archäologie des Mittelalters, Schloss Hohentübingen, Tübingen.

Schwedt, A., Mommsen, H., Zacharias, N., 2004. Post-depositional elemental alterations in pottery: Neutron Activation Analyses of surface an core samples. Archaeometry 46, 85–101.

Schwedt, A., Mommsen, H., Zacharias, N., Buxeda, J., 2006. Analcime crystallization y compositional profiles - Comparing apporachs to detect post-depositional alterations in archaeological pottery. Archaeometry 48, 237–251.

Sciuti, S., 2000. Trenta anni di archeometria, in: Martini, M. (Ed.), Atti Del I Congresso Nazionale Di Archeometria. Presented at the I Congresso nazionale di archeometria, Patron Editore, Verona, pp. 13–26.

Seaborg, G.T., 1964. Science y the Humanities: A New Level of Symbiosis. Science 144, 1199–1203.

Shackley, M.S., 2011. X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology. Springer, New York.

Shackley, M.S., 2008. Archaeological petrology y the archaeometry of lithic materials. Archaeometry 50, 194–215.

Shennan, S., 1992. Arqueología cuantitativa. Crítica, Barcelona.

Sheppard, A.O., 1995. Ceramics for the archaeologist. Carnegie Inst. Publications, Washington.

Sheppard, A.O., 1965. Rio Grande glaze-paint pottery: a test of petrographic analysis, in: Matson, F.R. (Ed.), Ceramics y Man. Viking Fund Publications in Anthropol, Chicago, pp. 62–87.

Sheppard, A.O., 1964. Temper identification: 'technological sherd-splitting' or an unanswered challenge. American Antiquity 29, 518–520.

Siena, S.L., 1994. Ad mensam. Manufatti d'uso da contesti archeologici fra tarda antichità.

Sillar, B., Tite, M.S., 2000. The challenge of 'Technological Choices' for materials science approaches in archaeology. Archaeometry 42, 2–20.

Silva, F.A., 2008. Ceramic technology of the Asurini do Xingu, Brazil: An ethnoarchaeological study of artifact variability. Journal of Archaeological Method y Theory 15, 217–265.

Skibo, J.M., 1992. Pottery Function: A Use-Alteration Perspective. Plenum Press, New York.

Skibo, J.M., Schiffer, M.B., 2008. People y things. A behavioral approach to material culture. Springer, New York.

Skibo, J.M., Schiffer, M.B., 2001. Understanding artefact variability y change: a behavioural framework, in: Schiffer, M.B. (Ed.), Anthropological Perspectives on Technology. University of New Mexico Press, Albuquerque, pp. 139–149.

Smith, M.S., 2008. Petrography, in: Herbert, J.M., McReynolds, T.E. (Eds.), Woodland Pottery Sourcing in the Carolina Sandhills, Research Report. University of North Carolina at Chapel Hill, North Carolina, pp. 73–107.

Sneath, P.H.A., Sokal, R.R., 1973. Numerical taxonomy. The principles y practice of numerical classification. W. H. Freeman y Company, San Francisco.

Solaun Bustinza, J.L., 2005. La cerámica medieval en el País Vasco (siglos VIII-XIII), EKOB. Universidad del País Vasco, Vitoria.

Solé i Benet, A., 1988. Alteración de las biotitas y biotitas cloritizadas de la granodiorita de Collserola (Barcelona). Acta Geologica Hispanica 23, 257–267.

Solé, J., Delaloye, M., Enrique, P., 1998. K-Ar ages in biotites y K-feldspars form the Catalan Coastal Batholith : evidence of a post- Hercynian overprinting. Eclogae Geologicae Helvetiae 91, 139–148.

Stanjek, H., Häusler, W., 2004. Basics of X-ray Diffraction. Hyerfine Interactions 154, 107–119.

Stevenson, C.M., Gurnick, M., 2016. Structural collapse in kaolinite, montmorillonite y illite clay y its role in the ceramic rehydroxylation dating of low-fired earthenware. Journal of Archaeological Science 69, 54–63.

Szilágyi, V., Szakmány, G., 2009. Comparison of volcaniclastic-tempered Inca Imperial ceramics from Paria, Bolivia with potential sources, in: Quinn, P. (Ed.), Interpreting Silent Artefacts. Petrographic Approaches to Archaeological Ceramics. Archaeopress, Oxford, pp. 211–226.

Szonyi, E.T., 1984. Die Keramik des 4. und 5. Jahrhunderts n. Chr. aus Arrabona. Archaeologia Austriaca 68, 345–350.

Tarragó Pleyán, J.A., Diez-Coronel Montull, L., 1981. La excavación arqueológica del palacio de la Paheria de Lérida y su museo. Institut d'Estudis Ilerdencs, Lleida.

Tarrats Bou, F., Macías Solé, J.M., Ramón Sariñena, E., 1997. Noves intervencions a la vil·la romana dels Munts (Altafulla, Tarragonès). Tribuna d'arqueologia 1996–1997, 35–36.

Tarrats Bou, F., Macías Solé, J.M., Ramón Sariñena, E., Remolà Vallverdú, J.A., 2007. Nuevas actuaciones en el área residencial de la villa romana de "Els Munts"

(Altafulla, Ager Tarraconensis). Estudio preliminar. Tribuna d'arqueologia 213–228.

Tarrats Bou, F., Macías Solé, J.M., Ramón Sariñena, E., Remolà Vallverdú, J.A., 2000. Nuevas actuaciones en el área residencial de la villa romana de Els Munts (Altafulla, Ager Tarraconensis). Estudio preliminar. Madrider Mitteilungen 41, 358–379.

Tarrats Bou, F., Macías Solé, J.M., Ramón Sariñena, E., Remolà Vallverdú, J.A., 1998. Excavacions a l'àrea residencial de la vil·la romana dels Munts (Altafulla, Tarragonès). Empúries 51, 197–225.

Tarrats Bou, F., Remolà Vallverdú, J.A., Sánchez Gil de Montes, J., 2008. La vil·la romana dels Munts (Altafulla, Tarragonès) i Tarraco. Tribuna d'arqueologia 2006, 213–228.

Taylor, R.J., Robinson, V.J., 1996. Provenance studies of Roman African red slip ware using neutron activation analysis. Archaeometry 38, 245–255.

TED'A, 1990. L'amfiteatre romà de Tarragona, la basílica visogótica i l'església romànica. Memòries d'excavació 3.

TED'A, 1989a. El foro provincial de Tarraco, un complejo arquitectónico de época flavia. Archivo español de arqueología 62, 141–191.

TED'A, 1989b. Un abocador del segle V dC en el fòrum provincial de Tarraco. Memòries d'excavació 2.

Tejerizo García, C., 2013. La arquitectura doméstica en ámbitos rurales en la cuenca del Duero (ss.V-IX): Características generales y primeras aproximaciones, in: Sastre Blanco, J.C., Catalán Ramos, R., Fuentes Melgar, P. (Eds.), Arqueología En El Valle Del Duero. Del Neolítico a a Antigüedad Tardía: Nuevas Perspectivas. Presented at the Primeras Jonadas de jóvenes investigadores en el valle del Duero, Ediciones de la Egastula, Madrid, pp. 259–268.

Tejerizo García, C., 2012. Early medieval household archaeology in Northwest Iberia (6th-11th centuries), in: Quirós Castillo, J.A. (Ed.), Arqueología de La Arquitectura y Arquitectura Del Espacio Doméstico En La Alta Edad Media Europea, Arqueología y Arquitectura. CSIC, Madrid, pp. 181–194.

Terrats Jiménez, N., 2009. La ocupación tardoantigua de Can Roqueta/ Torre-Romeu (Sabadell, Barcelona): caracterización de las estructuras, in: Quirós, J.M. (Ed.), The Archaeology of Early Medieval Villages in Europe, Documentos de Arqueología e Historia. Argitalpen Zerbitzua, Universidad del País Vasco, Bilbao, pp. 303–314.

Terrats Jiménez, N., 2006. El jaciment tardoantic de Can Roqueta/Torre-Romeu (Sabadell, Vallès Occidental). Un exemple d'assentament rural. Empúries 54, 213–230.

Ther, R., 2016. Identification of pottery forming techniques using quantitative analysis of the orientation of inclusions y voids in thin sections. Archaeometry 58, 222–238.

Thiriot, J., 1986. La production de la céramique commune grise du haut Moyen Age en Uzège et Bas-Rhône: état de la question, in: La Ceramica Medievale Nel Mediterraneo Occidentale. Atti Del III Congresso Internazionale Organizzato Dal Dipartimento Di Archeologia e Storia Delle Arti Dell'Università Degli Studi Di Siena e Dal Museo Delle Ceramiche Di Faenza (Siena-Faenza 1984). Presented at the La ceramica medievale nel Mediterraneo Occidentale. Atti del III Congresso Internazionale organizzato dal Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti dell'Università degli Studi di Siena e dal Museo delle Ceramiche di Faenza (Siena-Faenza 1984), All'insegna del giglio, Siena, p. 235.

Thomas, C.W., Aitchinson, J., 2003. Exploration of geological variability y possible processes through the use of compositional data analysis: an example using scottish metamorphosed, in: CoDaWork: Workshop on Compositional Data Analysis. Presented at the Workshop on Compositional Data Analysis.

Thompson, E.A., 2002. Romans y Barbarians. The declive of the Western Empire. University of Wisconsin Press, London-Madison.

Tite, M.S., 2008. Ceramic production, provenance y use. Archaeometry 50, 216–231.

Tite, M.S., 1999. Pottery production, distribution, y consumption. The contribution of the Physical Sciences. Journal of Archaeological Method y Theory 6.

Tite, M.S., Kilikoglou, V., 2002. Do we understand cooking pots y is there an ideal cooking pot?, in: Kilikoglou, Hein, A., Maniatis, Y. (Eds.), Modern Trends in Scientific Studies on Ancient Ceramics. Presented at the 5th European Meeting of Ancient Ceramics, BAR Internationa Series. Archaeopress, Athens, 1999, pp. 1–8.

Tite, M.S., Kilikoglou, V., Vekinis, G., 2001. Strength, thoughtness y thermal shock resistance of Ancient ceramics, y their influence on technological choice. Archaeometry 43, 301–324.

Tite, M.S., Maniatis, Y., 1975. Examination of ancient pottery using the Scanning Electron Microscope. Nature 257, 122–123.

Tomber, R., 1988. Pottery from the 1982-83 excavations, in: Humphrey, J.H. (Ed.), The Circus y Byzantine Cemetery at Carthage. The University of Michigan Press, Muchigan, pp. 437–528.

Travé, E., 2009. Producció i distribució d'una terrisseria medieval: Cabrera d'Anoia. Universitat de Barcelona, Barcelona.

Travé, E., López Pérez, M.A., Álvaro, K., 2014a. Circuitos de distribución de cerámica culinaria en el noreste peninsular: una aproximación territorial a partir del estudio analítico de vajilla utilitaria. Arqueología y Territorio Medieval 21, 125–153.

Travé, E., López Pérez, M.D., Álvaro, K., 2013a. Estrategias de producción y distribución de cerámicas grises medievales en el Nordeste peninsular: caracterización arqueométrica de los materiales de Caulers y Sant Feliu de Girona. Munibe Antropologia-Arkeologia 64, 199–217.

Travé, E., Ollich, I., Rocafiguera, M., 2013b. Les terrisseries i la producció d'atuells de cuina a Osona en època medieval: Caracterització química i petrogràfica d'un conjunt de ceràmica grisa de L'Esquerda. Ausa XXVI, 259–285.

Travé, E., Padilla, J.I., 2013. Alfares, hornos y producción de cerámica en la Cataluña Medieval y Moderna: una reflexión para su estudio. Territorio, Sociedad y Poder 8, 105–132.

Travé, E., Quinn, P., López Pérez, M.D., 2015. To the vicinity y beyond! Production, distribution y trade of cooking greywares in medieval Catalonia, Spain. Archaeological y Anthropological Sciences 8.

Travé, E., Quinn, P., López Pérez, M.D., Padilla, J.I., 2014b. One hundred sherds of grey: compositional y technological characterization of Medieval greyware pottery production at Cabrera d'Anoia, Catalonia, Spain. Archaeological y Anthropological Sciences 6, 397–410.

Tsantini, E., 2007. Estudi de la producció i la distribució d'àmfores ibèriques en el nord-est peninsular a través de la seva caracterització arqueomètrica. Universitat de Barcelona, Barcelona.

Tsantini, E., Buxeda Garrigós, J., Cau Ontiveros, M.A., 2004. Caracterización arqueométrica de la cerámica común producida en la villa romana de Sa Mesquida (Mallorca). Pyrenae 1, 157–186.

Tsantini, E., Buxeda, J., Cau, M.A., 2008. La caracterització arqueomètrica de la ceràmica comuna produïda a la vil·la romana de Sa Mesquida (Mallorca). establiment del grup de referència, in: Cau, M.A. (Ed.), Estudi Arqueològic i Caracterització Arqueomètrica de La Ceràmica Comuna Romana Del Forn de Sa Mesquida (Calvià, Mallorca). El Tall, Palma de Mallorca, pp. 77–97.

Tuffreau-Libre, M., 1992. La céramique en Gaule romaine. Ed. Errance.

Tuffreau-Libre, M., 1978a. La céramique commune gallo-romaine du site de Baudimont à Arras. Bulletin de la Commission départementale des monuments historiques du Pas-de-Calais 10, 177–205.

Tuffreau-Libre, M., 1978b. La céramique gallo-romaine dorée au mica dans le Nord de la France, Nord et Picardie.

Tuffreau-Libre, M., La Geniere, J.D., 1980. La céramique commune gallo-romaine dans le Nord de la France (Nord, Pas-de-Calais).

Uscatescu, A., 2004. La ciutat de Iesso durant l'Antiguitat Tardana: Les novetats de la campanya d'excavacions de 1999, in: J. Guitart, J.P. (Ed.), Iesso I. Miscel·lània Arqueològica. Patronat d'arqueologia de Guisona, Guissona, pp. 11–143.

Uscatescu, A., García Jiménez, R., 2005. Pottery wares from Fifth century. Deposit found at Iesso (Guissona, Lleida): Archaeological y archaeometrical analyses, in: Gurt, J.M., Buxeda, J., Cau, M.A. (Eds.), LRCW I. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR International Series. Presented at the LRCW I. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares y Amphorae in the Mediterranean: Archaeology y Archaeometry, BAR International Series, Archaeopress, Barcelona, pp. 81–104.

Valenciano, A., Sanz Fuentes, E., 1979. Algunos datos sobre el Carbonifero del borde sur del Montseny (La Garriga - Chnoves, Barcelona). Acta Geologica Hispanica 14, 213–215.

Valenti, M., 1991. Materiali ceramici tardo antichi dal territorio senese: contributo alla tipologizzazione della ceramica comune di produzione locale. Archeologia medievale 18, 737.

van den Boogaart, K.G., 2005. Using the R package "compositions".

van den Boogaart, K.G., Lehemann, M., Tolosana-Delgado, R., 2015. Linear models for the conditional distribution, in: Proceedings of the 6th International Workshop on Compositional Data Analysis. Presented at the CODAWORK 2015, L'Escala.

van den Boogaart, K.G., Tolosana-Delgado, R., 2008. '"compositions"': A unified R package to analyze compositional data. Computers & Geosciences 320–338.

Van der Leeuw, S.E., 1984. Pottery manufacture: some complications for the study of trade, in: Rice, P.M. (Ed.), Potsand Potters. Current Approaches in Ceramic Archaeology. University of California, Los Angeles, pp. 55–69.

Van der Leeuw, S.E. van der., Pritchard, A.C., Albert Egges van Giffen Instituut voor Prae- en Protohistorie (Amsterdam), Many dimensions of pottery, 1984. The many dimensions of pottery: ceramics in archaeology y anthropology. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.

Varas Ranz, O., 2006. Memòria d'intervenció arqueològica a la Plaça Beat Salvador i Carrers Na Pau i Don Magí de Vilallonga. Generalitat de Catalunya, Mataró.

Vegas, M., 1973. Cerámica común romana del Mediterráneo Occidental. Instituto de Arqueología y Prehistoria, Madrid.

Vekinis, G., Kilikoglou, V., 1998. Mechanical performance of Quartz-tempered ceramics: Part II, Hertzian strength, wear resistance y applications to ancient ceramics. Archaeometry 40, 281–292.

Venables, W.N., Ripley, B.D., 2002. Modern applied statistics with S. Springer-Verlag, New York.

Venables, W.N., Ripley, B.D., 2000. S Programming. Springer-Verlag, New York.

Vendrell, M., Pradell, T., García, M.T., Molera, J., 1997. Producció i difusió de la ceràmica grisa a Catalunya durant l'Edat Mitjana, in: González, A. (Ed.), La Ceràmica Medieval Catalana. El Monument, Document, Quaderns Científics i Tècnics. Diputació de Barcelona, Barcelona, pp. 263–272.

Vernon, R.H., 2004. A practical guide to rock microstructure. Cambridge University Press, Cambridge.

Vigil-Escalera Guirado, A., 1999. Evolución de los morfotipos de cerámica común de un asentamiento rural visigodo en la Meseta (Górquez de Arriba, S. Martín de la Vega, Madrid). Revista digital ArqueoHispania 0.

Vilardell Fernández, A., 2009. Les restes romanes del carrer Avinyó dins l'urbanisme de Barcino. Ex Novo 5, 59–80.

Villedieu, F., 1984. Turris Libisonis: fouille d'un site romain tardif à Porto Torres, Sardaigne, BAR International Series. Archaeopress.

Villing, A., Spataro, M., 2015. Investigating ceramics, cuisine y culture – past, present y future, in: Spataro, M., Villing, A. (Eds.), Ceramics, Cuisine y Culture: The Archaeology y Science of Kitchen Pottery in the Ancient Mediterranean World. Oxbow Books, Oxford, pp. 1–26.

Virgil-Escalera, A., 2006. La cerámica del período visigodo en Madrid. Zona arqueológica 8, 705–716.

Vokaer, A., 2010. Cooking wares in ancient Syria (First to 10th centuries AD): Reconstructing the production context from the consumption sites. Archaeometry 52.4, 605–627.

VVAA, 2001. Intervenció al C/ Sant Sever 5 i Sant Felip Neri 2-4. Generalitat de Catalunya, Barcelona.

VVAA, 1991. Conjunt arqueològic del Bovalar. Patrimoni de Catalunya 58. Espais 29.

Wagner, F.E., Kyek, A., 2004. Mössbauer Spectroscopy in Archaeology: Introduction y Experimental Considerations. Hyerfine Interactions 154, 5–53.

Wallace Hadrill, J.M., 1985. The barbarian West. 400-1000. Basil Blackwell, Oxford.

Weigand, P.C., Harbottle, G., Sayre, E.V., 1977. Turquoise sources y source analysis: Mesoamerica y the southwestern USA, in: Earle, T.K.., Ericson, J.E. (Eds.), Exchange Systems in Prehistory. Studies in archaeology, Academic Press, London-New York, pp. 15–34.

Whiston, C., 1987. X-Ray Methods, Analytical Chemistry by Open Learning. Wiley, Chichester.

Whitbread, I., 2015. Materials choices in utilitarian pottery: kitchen wares in the Berbati valley, Greece, in: Spataro, M., Villing, A. (Eds.), Ceramics, Cuisine y Culture: The Archaeology y Science of Kitchen Pottery in the Ancient Mediterranean World. Oxbow Books, Oxford, pp. 28–36.

Whitbread, I., 2001. Ceramic petrology, clay geochemistry y ceramic production. From technology to the mind of the potter, in: Brothwell, D.R., Pollard, A.M. (Eds.), Handbook of Archaeological Sciences. John Wiley & Sons, Chichester, pp. 449–459.

Whitbread, I., 1995. Appendix 3. The collection, precessing y interpretation of petrographic data, in: Whitbread, I. (Ed.), Greek Transport Amphorae: A Petrological y Archeological Study. British School at Athens, Athens, pp. 365–396.

Whitbread, I., 1989. A proposal for the systematic description of thin sections towards the study of ancient ceramic technology, in: Maniatis, Y. (Ed.), Archaeometry: Proceedings of the 25th International Symposium. Presented at the Archaeometry: proceedings of the 25th international symposium, Amsterdam, pp. 127–138.

Whitbread, I., 1986. The characterisation of argillaceous inclusions in ceramic thin sections. Archaeometry 1, 79–88.

Whitehouse, D., Arthur, P., 1982. La ceramica dell'Italia meridionale: produzione e mercato tra V e X secolo. Archeologia Medievale 9, 39.

Whitehouse, D., Barker, G., Reece, R., Reese, D., 1982. The Schola PraeConum I: The Coins, Pottery, Lamps y Fauna. Papers of the British School at Rome 50, 53–101.

Whitehouse, D., Costantini, L., Guidobaldi, F., Passi, S., Pensabene, P., Pratt, S., Reece, R., Reese, D., 1985. The Schola Praeconum II. Papers of the British School at Rome 53, 163–210.

Whitney, D.L., Evans, B.W., 2010. Abbreviations for names of rock-forming minerals. American Mineralogist 95, 185–187.

Wickham, C., 2016. Medieval Europe. Yale University Press, London.

Wickham, C., 2014. El legado de Roma. Una historia de Europa de 400 a 1000. Pasado Presente, Barcelona.

Williams, D., 1992. Pottery: a methodical approach, in: Archeometria Della Ceramica. Problemi Di Metodo. Atti 8^{o} SIMCER- Simposio Internazionale Della Ceramica. Presented at the Archeometria della ceramica. Problemi di metodo. Atti 8^{o} SIMCER- Simposio Internazionale della ceramica, Int. Centro ceramico, Universitat de Bologna, Rimini, pp. 27–34.

Wilson, J.R., 2010. Minerals y rocks. Richard Wilson & Ventus Publishing ApS.

Winther-Jacobsen, K., 2015. Cooking wares between the Hellenistic y Roman world: artifact variability, technological choice y practice, in: Spataro, M., Villing, A. (Eds.), Ceramics, Cuisine y Culture: The Archaeology y Science of Kitchen Pottery in the Ancient Mediterranean World. Oxbow Books, Oxford, pp. 91–102.

Worley, N., Quinn, P., 2009. Henry Clifton Sorby (1826-1908) & the development of thin section petrography in Sheffield, in: Interpreting Silent Artefacts. Petrographic Approaches to Archaeological Ceramics. Archaeopress, Oxford, pp. 1–11.

Yardley, B.W.D., MacKenzie, S.W., Guilford, C., 1990. Atlas of metamorphic rocks y their textures. Longman Scientifical & Technical, London-New York.

Zacharias, N., Schwedt, A., Buxeda Garrigós, J., Michael, C., Mommsen, M., Kilikoglou, V., 2007. A contribution to the study of post-depositional alterations of pottery using TL dating analysis. Journal of Archaeological Science 34, 1804–1809.

ANEXOS Y TABLAS

Tabla 1. Resumen fábricas occidentales de cerámica de cocina tardía

Cau	**Barcelona**	***Iluro***	**Peacock**	**Reynolds**	**Característica**	**Proveniencia**
1.1	BC-1				Filítica no calcárea	Cartagena
2.1					Moscovita y metamorfismo	
2.2		PL-C			Moscovita y metamorfismo	Maresme
2.3 a 2.5		PL-C	1.6 y 1.7	Handmade Ware 3	Abundante mica con cuarzo y feldespato y en ocasiones plagioclasa	Cerdeña, Sicilia o del Norte de Italia
2.6 a 2.8					Moscovita y metamorfismo	
3.1			1.2	Handmade Ware 2	Ígnea con riolita	Lípari, Cerdeña
3.2/3.3				Handmade Ware 8	Plutónicas con biotita y plagioclasa	Maresme o Levante
3.4			1.1	Handmade Ware 1	Ígnea con riolita	Pantelleria
3.5					Biotita, hornblenda y cuarzo	Mallorca
3.6					Derivada de granito con feldespato alterado a caolín	Valencia
3.7					Granítico con algunas metamórficas y clinopiroxeno	Importación
3.8					Cuarzo y plagioclasa zonada	Importación
3.9					Granítica	Importación
4.2,4.3,5.2	BC-9			Handmade Ware 7	Ígnea	Levante
4.4					Ígnea	Darró
4.5					Ígnea con aporte metamórfico	Ibiza
4.6					Anfíboles abundante	Ibiza
4.7					Plutónica granitoide con plagioclasa alterada a sericita	Mallorca
6.1			1.3		Cuarzo y calcita	Mediterráneo central
6.10					Matriz oscura con opacos	Valencia
6.2			1.8		*Mudstone*, cuarzo y algún fósil marino	Cartago

6.3, 6.4					Cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasa y hercinita	Valencia
6.5					Matriz naranja con inclusiones de *sandstone*s	Baleares
6.6					Matriz naranja con inclusiones de *sandstone*s y roca calcárea	Baleares
6.7					Matriz naranja con cuarzo	Baleares
6.8					Matriz negra con cuarzo, *sandstone* y opacos	Baleares
6.9					Cuarzos redondeados, efecto de la erosión eólica o marina	Norte de África
				Handmade Ware 4	Cuarzo redondeado, calcita y mica dorada	Alicante
				Handmade Ware 5	Biotita visibles en la superficie y cuarzo	Murcia
			1.9	Handmade Ware 6	Inclusiones rojas y marrones, cuarzo, plagioclasa, feldespato y augita	Cartago
				Handmade Ware 7	Pizarra, cuarzo y calcita	Alicante
				Handmade Ware 8	Inclusiones blancas, probablemente de cuarzo	
	BC-2	PL-C			Pasta calcárea, cuarzo, microfósies, inclusiones plutónicas y granitoides	Maresme
	BC-3				Granodioríticos con anfíboles y talco esporádico	Maresme
	BC-4	PL-C				Maresme
	BC-4.1	PL-C			Pasta calcárea, cuarzo, plagioclasa, feldespato alcalino, biotita, micrita e inclusiones plutónicas	Maresme
	BC-4.2				Granodioríticos con anfíboles y talco esporádico	Maresme
	BC-5				Cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasa, biotita, moscovita y metamórficas	Barcelona
	BC-6				Pasta micácea	Importación
	BC-7					Cartagena
	BC-8				Inclusiones metamórficas, argillita, cuarzo, feldespato, plagioclasa, biotita y moscovita	Importación
		PL-A			Granodioríticas	Maresme
		PL-B			Granodioríticas	Maresme

Tabla 2. Materiales arqueológicos muestreados de Can Gambús 1

Sigla	Sigla arqueológica	UE	Cronología	Forma	Cocción
CG1001	CG1-1763-5	1763	500-600	Olla	Reductora
CG1003	CG1-1763-10	1763	500-600	Olla	Reductora
CG1004	CG1-1763-11	1763	500-600	Olla	Reductora
CG1005	CG1-1763-1	1763	500-600	Jarra	Oxidante
CG1006	CG1-1763-2, 1767-5,9,13	1763,18	500-600	Jarra	Oxidante
CG1007	CG1-1767-10	1767	500-600	Plato	Oxidante
CG1008	CG1-1763-19	1763	500-600	Bol	Oxidante
CG1009	CG1-1767-17	1767	500-600	Olla	Reductora
CG1010	CG1-1767-19	1767	500-600	Olla	Reductora
CG1011	CG1-1767-30	1767	500-600	Olla	Reductora
CG1012	CG1-1767-15	1767	500-600	Olla	Reductora
CG1014	CG1-916-1	916	500-600	Jarra	Oxidante
CG1015	CG1-870-88	870	500-600	Olla	Reductora
CG1016	CG1-1830-1	1830	500-600	Olla	Reductora
CG1017	CG1-815-260	815	500-600	Olla	Reductora
CG1018	CG1-1384-430	1384	500-600	Mortero	Reductora
CG1019	CG1-928-197	928	500-600	Barreño	Oxidante
CG1020	CG1-218-821-414	218	500-600	Olla	Reductora
CG1021	CG1-580-10	580	500-600	Olla	Reductora
CG1022	CG1-848-1	848	550-650	Olla	Reductora
CG1023	CG1-266-698-355	266		Olla	Oxidante
CG1025	CG1-269-833, 842	269		Olla	Reductora
CG1026	CG1-286-741	286		Olla	Oxidante
CG1027	CG1-98-178,179-3,13	98		Olla	Reductora
CG1028	CG1-108-114-4,2	108		Olla	Reductora
CG1029	CG1-164-170-3,4,5	164		Olla	Reductora
CG1030	CG1-296-833,842	196		Olla	Reductora
CG1031	CG1-251-604-25	251		Olla	Reductora
CG1032	CG1-350-885-282,267	350		Olla	Reductora
CG1033	CG1-216-517-82	216	500	Cazuela	Oxidante
CG1034	GC1-350-985-301	350		Cazuela	Oxidante
CG1035	CG1-216-517-97	216	500	Barreño	Oxidante
CG1036	CG1-216-619,676- 255, 193,236,250	216	500	Olla	Reductora
CG1037	CG1-267-595-1	267	500	Mortero	Oxidante

Tabla 3. Materiales arqueológicos muestreados de Horts de Can Torras

Sigla	Sigla arqueológica	UE	Cronología	Forma	Cocción
HCT001	HCT-39-1	39	650-750	Jarra	Reductora
HCT002	HCT-39-2	39	650-750	Olla	Reductora
HCT003	HCT-39-3	39	650-750	Cazuela	Reductora
HCT004	HCT-39-4	39	650-750	Olla	Reductora
HCT005	HCT-39-5	39	650-750	Olla	Reductora
HCT006	HCT-39-6	39	650-750	Olla	Reductora
HCT007	HCT-39-16	39	650-750	Tapadera	Reductora
HCT008	HCT-44-1	44	650-750	Olla	Reductora
HCT009	HCT-46-1	46	600-700	Jarra	Reductora
HCT010	HCT-46-2	46	600-700	Olla	Reductora
HCT011	HCT-46-3	46	600-700	Olla	Reductora
HCT012	HCT-46-4	46	600-700	Olla	Reductora
HCT013	HCT-46-5	46	600-700	Olla	Reductora
HCT014	HCT-46-6	46	600-700	Olla	Reductora
HCT015	HCT-46-7	46	600-700	Olla	Reductora
HCT016	HCT-46-8	46	600-700	Olla	Reductora
HCT017	HCT-46-47	46	600-700	Dolium	Oxidante
HCT018	HCT-53-1	53	650-750	Olla	Reductora
HCT019	HCT-55-1	55	650-750	Olla	Reductora
HCT020	HCT-55-2	55	650-750	Dolium	Oxidante
HCT021	HCT-55-9	55	650-750	Jarra	Oxidante
HCT022	HCT-60-1	60	600-700	Olla	Reductora
HCT023	HCT-39-30	39	650-750	Dolium	Oxidante

Tabla 4. Materiales arqueológicos muestreados de Plaça Major de Castellar del Vallès

Sigla	Sigla arqueológica	UE	Cronología	Forma	Cocción
PMCV001	PMCV-39-317-6	39	450-550	Olla	Reductora
PMCV002	PMCV-39-185-13	39	450-550	Olla	Reductora
PMCV003	PMCV-39-185-19	39	450-550	Cazuela	Reductora
PMCV004	PMCV-39-185-17	39	450-550	Cazuela	Reductora
PMCV005	PMCV-39-185-14	39	450-550	Olla	Reductora
PMCV006	PMCV-39-185-6,7	39	450-550	Jarra	Reductora
PMCV007	PMCV-40-187-6	40	450-550	Olla	Reductora
PMCV008	PMCV-40-187-12	40	450-550	Olla	Reductora
PMCV009	PMCV-40-187-5	40	450-550	Olla	Reductora
PMCV010	PMCV-40-187-11	40	450-550	Cazuela	Reductora
PMCV011	PMCV-40-187-10	40	450-550	Cazuela	Reductora
PMCV012	PMCV-42-347-3	42	V	Olla	Reductora
PMCV013	PMCV-42-347-1	42	V	Jarra	Oxidante
PMCV014	PMCV-13-79-14	13	V	Olla	Reductora
PMCV015	PMCV-7-18-4	7	V	Mortero	Oxidante
PMCV016	PMCV-12-164-41	12	V	Olla	Reductora
PMCV017	PMCV-12-164-38	12	V	Olla	Reductora
PMCV018	PMCV-12-164-42	12	V	Cazuela	Reductora
PMCV019	PMCV-12-164-21	12	V	Mortero	Oxidante
PMCV020	PMCV-12-124-44	12	V	Cazuela	Reductora
PMCV021	PMCV-12-124-45	12	V	Olla	Reductora
PMCV022	PMCV-12-162-51	12	V	Olla	Oxidante
PMCV023	PMCV-12-164-39	12	V	Olla	Reductora
PMCV024	PMCV-12-164-37	12	V	Olla	Reductora
PMCV025	PMCV-12-124-49	12	V	Barreño	Reductora
PMCV026	PMCV-12-22-43	12	V	Jarra	Oxidante
PMCV027	PMCV-12-22-35	12	V	Cazuela	Reductora
PMCV028	PMCV-12-22-61	12	V	Oll	Oxidante
PMCV029	PMCV-9-325-9,10,11	9	VI	Olla	Reductora
PMCV030	PMCV-9-58-91	9	VI	Jarra	Oxidante
PMCV031	PMCV-9-325-16	9	VI	Olla	Reductora
PMCV032	PMCV-9-417-45	9	VI	Cazuela	Reductora
PMCV033	PMCV-9-417-46	9	VI	Cazuela	Reductora
PMCV034	PMCV-9-325-12	9	VI	Olla	Reductora
PMCV035	PMCV-9-58-79	9	VI	Mortero	Oxidante
PMCV036	PMCV-9-58-99	9	VI	Cazuela	Reductora
PMCV037	PMCV-9-58-146	9	VI	Cazuela	Oxidante
PMCV038	PMCV-9-58-114	9	VI	Olla	Reductora
PMCV039	PMCV-26-106-28	26	VI	Olla	Reductora
PMCV040	PMCV-26-106-27	26	VI	Olla	Reductora

PMCV041	PMCV-26-106-29	26	VI	Olla	Reductora
PMCV042	PMCV-27-143-6	27	VI	Olla	Reductora
PMCV043	PMCV-27-143-5	27	VI	Cazuela	Reductora
PMCV044	PMCV-27-143-2	27	VI	Mortero	Reductora
PMCV045	PMCV08-90-577-2	90	VII	Olla	Reductora
PMCV046	PMCV08-84-563-1	84	VII	Puchero	Reductora
PMCV047	PMCV08-72-537-1	72	VII	Olla	Reductora
PMCV048	PMCV08-75-582-1	75	VII	Cazuela	Reductora
PMCV049	PMCV08-75-582-2	75	VII	Puchero	Reductora
PMCV050	PMCV08-84-561-1	84	VII	Puchero	Oxidante
PMCV051	PMCV08-84-574-3	84	VII	Olla	Reductora
PMCV052	PMCV08-87-573-2	87	VII	Olla	Reductora
PMCV053	PMCV08-75-582-10	75	VII	Dolium	Oxidante
PMCV054	PMCV08-		VI	Olla	Reductora
PMCV055	PMCV08-		VI	Olla	Reductora

Tabla 5. Materiales arqueológicos muestreados de Ca l'Estrada

Sigla	**Sigla arqueológica**	**UE**	**Cronología**	**Forma**	**Cocción**
EST001	EST04-1418-11	1418	V-VII	Olla	Reductora
EST002	EST04-1418-12	1418	V-VII	Olla	Reductora
EST003	EST04-1418-15	1418	V-VII	Olla	Reductora
EST004	EST04-1418-60	1418	V-VII	Olla	Oxidante
EST005	EST04-1418-49	1418	V-VII	Olla	Reductora
EST006	EST04-1418-50	1418	V-VII	Olla	Reductora
EST007	EST04-1418-62	1418	V-VII	Olla	Oxidante
EST008	EST04-1418-53	1418	V-VII	Olla	Reductora
EST009	EST04-1434	1434	V-VII	Olla	Reductora
EST010	EST04-1418-22	1418	V-VII	Olla	Oxidante
EST011	EST04-1418-52	1418	V-VII	Olla	Reductora
EST012	EST04-1418-14	1418	V-VII	Olla	Reductora
EST013	EST04-1418-61	1418	V-VII	Olla	Reductora
EST014	EST04-1418	1418	V-VII	Olla	Reductora
EST015	EST04-1434-6	1434	V-VII	Cazuela	Reductora
EST016	EST04-1434-5	1434	V-VII	Olla	Reductora
EST017	EST04-1434-3	1434	V-VII	Cazuela	Reductora
EST018	EST04-1434-1	1434	V-VII	Olla	Reductora
EST019	EST04-1418	1418	V-VII	Olla	Reductora
EST020	EST04-1418	1418	V-VII	Olla	Reductora
EST021	EST04-1418-14	1418	V-VII	Olla	Reductora
EST022	EST04-1418/1467-3	1418	V-VII	Olla	Oxidante
EST023	EST04-1412-1	1412	V-VII	Olla	Reductora
EST024	EST04-1412	1412	V-VII	Cazuela	Reductora

EST025	EST04-1434	1434	V-VII	Olla	Reductora
EST026	EST04-1418-8	1418	V-VII	Olla	Reductora
EST027	EST04-1418-6	1418	V-VII	Olla	Reductora
EST028	EST04-1418-9	1418	V-VII	Olla	Reductora
EST029	EST04-1418-5	1418	V-VII	Olla	Reductora
EST030	EST04-1555-3	1555	V-VII	Olla	Reductora

Tabla 6. Materiales arqueológicos muestreados de Torre Llauder

Sigla	**Sigla arqueológica**	**UE**	**Cronología**	**Forma**	**Cocción**
TLL001	TLL86-P54-01	Peristilo	570-630	Barreño	Oxidante
TLL002	TLL86-P78-01	Peristilo	570-630	Contenedor	Oxidante
TLL003	TLL86-P38,40-01	Peristilo	570-630	Olla	Reductora
TLL004	TLL86-P26-01	Peristilo	570-630	Olla	Reductora
TLL005	TLL86-P26-02	Peristilo	570-630	Olla	Reductora
TLL006	TLL86-P26-03	Peristilo	570-630	Olla	Reductora
TLL007	TLL86-P35-01	Peristilo	570-630	Olla	Reductora
TLL008	TLL86-P38-01	Peristilo	570-630	Olla	Oxidante
TLL009	TLL86-P38-02	Peristilo	570-630	puchero	
TLL010	TLL86-P74-01	Peristilo	570-630	Olla	Reductora
TLL011	TLL86-P38-04, P35-02	Peristilo	570-630	Olla	Reductora
TLL012	TLL86-P40-02, P38-05	Peristilo	570-630	Cazuela	Reductora
TLL013	TLL'A82-4-333, 337, 340, 343	Atrio	570-630	Cazuela	Reductora
TLL014	TLL07-4003-03	4003	570-630	Olla	Reductora
TLL015	TLL07-4026-02, 05	4026	570-630	Olla	Reductora
TLL016	TLL07-4026-06	4026	570-630	Cazuela	Reductora
TLL017	TLL07-4026-01	4026	570-630	Olla	Reductora
TLL018	TLL86-P122-01	Peristilo	570-630	Tapadera	Reductora
TLL019	TLL89-MP89-17-4	Mosaico	570-630	Cazuela	Reductora
TLL020	TLL89-MP89-81-1	Mosaico	570-630	Mortero	Reductora
TLL021	TLL89-MP89-90-1	Mosaico	570-630	Cazuela	Reductora
TLL022	TLL89-MP89-77-19	Mosaico	570-630	Olla	Reductora
TLL023	TLL89-MP89-54-08	Mosaico	570-630	Cazuela	Reductora
TLL024	TLL89-MP89-25-01	Mosaico	570-630	Olla	Reductora
TLL025	TLL89-MP89-25-02	Mosaico	570-630	Olla	Reductora
TLL026	TLL10-5009-12	5009		Olla	Reductora
TLL027	TLL10-5009-143-144	5009		Olla	Reductora
TLL028	TLL10-5009-15	5009		Olla	Reductora
TLL029	TLL10-5009	5009		Olla	Reductora
TLL030	TLL10-5009-188	5009		Cazuela	Reductora

TLL031	TLL10-5009-200	5009		Olla	Oxidante
TLL032	TLL08-7012-18	7012		Olla	Reductora
TLL033	TLL08-7012-21	7012		Olla	Reductora
TLL034	TLL08-7012-20	7012		Cazuela	Reductora
TLL035	TLL08-7012-19	7012		Olla	Reductora
TLL036	TLL08-7012	7012		Barreño	Reductora
TLL037	TLL08-9010-1	9010		Olla	Reductora
TLL038	TLL08-9010-3	9010		Cazuela	Reductora
TLL039	TLL08-9010-4	9010		Cazuela	Reductora
TLL040	TLL08-7012	7012		Olla	Oxidante
TLL041	TLL08-7012	7012		Olla	Oxidante
TLL042	TLL07-4003-03	4003	570-630	Cazuela	Reductora
TLL043	TLL07-4005-2	4005		Olla	Oxidante
TLL044	TLL07-4005	4005		Cazuela	Oxidante
TLL045	TLL07-4010	4010		Mortero	Oxidante
TLL046	TLL07-4010-2	4010		Olla	Oxidante
TLL047	TLL07-4010	4010		Olla	Reductora

Tabla 7. Materiales arqueológicos muestreados de Can Modolell

Sigla	**Sigla arqueológica**	**Cronología**	**Forma**	**Cocción**
MDL001	C.199, Q34, E-III	VI-VII	Olla	Reductora
MDL002	50758/a	V-VI	Olla	Reductora
MDL003	50761/a	V-VI	Olla	Reductora
MDL004	50764/a	V-VI	Cazuela	Reductora
MDL005	50764/b	V-VI	Cazuela	Reductora
MDL006	Criptopòrtic 4a Nord 50814a	V-VI	Olla	Reductora
MDL007	Criptopòrtic 4a Nord 50814d	V-VI	Olla	Reductora
MDL008	Q10bis -IV	V-VI	Jarra?	Oxidante
MDL009	Q10bis -IV	V-VI	Olla	Reductora
MDL010	Q10bis -IV	V-VI	Olla	Reductora
MDL011	Q27 N-IVb	V-VI	Barreño	Oxidante
MDL012	Q30 E-III C/160	VI-VII	Olla	Reductora
MDL013	Q30 E-III C/160	VI-VII	Olla	Oxidante
MDL014	Q27 E-IVb sect.B	V-VI	Tapadera	Reductora
MDL015	Q28 E-IVb sect.B	V-VI	Olla	Reductora
MDL016	Q28 E-IVb sect.B	V-VI	Jarra	Oxidante
MDL017	Q66-67 E-IV	V-VI	Cazuela	Oxidante
MDL018	Criptopòrtic IVa sect.N	V-VI	Olla	Reductora
MDL019	Criptopòrtic IVa sect.N 50720/1	VI	Olla	Oxidante
MDL020	Criptopòrtic IVa sect.N 50711/1	VI	Olla	Reductora
MDL021	Criptopòrtic IVa sect.N 50711/1	VI	Olla	Oxidante
MDL022	Criptopòrtic IVa sect.N 50711/1	VI	Barreño	

MDL023	Criptopòrtic IVa sect.N 50713	VI	Olla	Reductora
MDL024	Criptopòrtic IVa sect.N 50711/3	VI	Olla	Reductora
MDL025	Criptopòrtic IVa sect.N 50716/1	VI	Cazuela	Reductora
MDL026	Criptopòrtic IVa sect.N 50711/6	VI	Olla	Reductora
MDL027	Criptopòrtic IVa sect.N 50711/2	VI	Olla	Reductora
MDL028	Q6 N-III C-59	VI-VII	Olla	Reductora
MDL029	Q6 N-III C-59	VI-VII	Olla	Reductora
MDL030	Q6 N-III C-59	VI-VII	Cazuela	Reductora
MDL031	Q0b N-IVa	V-VI	Cazuela	Reductora
MDL032	Criptopòrtic sect.Sid N-IVa 50765a	V-VI	Olla	Reductora
MDL033	Criptopòrtic sect.Sid N-IVa 50765a	V-VI	Cazuela	Reductora
MDL034	Criptopòrtic sect.Sid N-IVa 50765a	V-VI	Olla	Reductora
MDL035	E-IV Q6 54514	V-VI	Cazuela	Reductora

Tabla 8. Refecencia de las arcillas recogidas y muestreadas

Sigla	**Material**	**Ubicación**
Mostra 1	Arcilla	Castellar del Valles
Mostra 2	Arcilla	Castellar del Valles
Mostra 3	Arcilla	Sabadell
Mostra 4	Arcilla	Castellar del Valles
Mostra 5	Arcilla	Sabadell
Mostra 6	Arcilla	Sabadell

Tabla 9. Referencias del análisis cuantitativo de FRX. Procedencia de las muestras geológicas de referencia y rectas de calibraje

Procedencia de las muestras geológicas de referencia internacional

ANRT - National Working Group; Association Nationale de la Recherche Technique ANRT; Vandoeuvre, France **BCS -** British Chemical Standards (BCS); Bureau of Analysed Samples (BAS); Middlebrou, Cleveland, England **CCRMP** - Canada Center for Mineral y Energy Technology; Mines y Resources; Ottawa, Canada
CRPG - Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques (CNRS); Vandoeuvre, France
IGGE - Institute of Geophysical y Geochemical Prospection; Ministry of Geology; Beijing, China.
IWG-GIT - International Working Group; Analitical Standards of Minerals, Ores y Rocks; Vandoeuvre, France
MISC - Geological Research Laboratory; Sofia; Bulgaria
NIST - National Institute of Standards y Technology NIST (antic NBS); Gaithersburg, USA
NIM - SABS; Pretoria, South Africa.
NRC - National Research Council; Institute for Environmental Chemistry; Ottawa, Canada **USGS** - Branch of Geochemistry; Geological Survey; Denver Federal Center; Denver, USA **GSJ** – Geological Survey of Japan

Desviación estándar de la recta de calibraje y rango de patrones de la recta de calibraje de los elementos TRAZAS

Elemento	**s(*)** ppm	Rang patrons ppm
Ba	25,1	0 - 4000
Ce	8,5	21 - 928
Co	2,8	0,5 - 438
Cr	12,7	4 - 2300
Cu	8,3	0 - 1230
Ga	1,4	5 - 948
Mo	0,5	5 - 92
Nb	8,5	5 - 1003
Ni	6,5	0 – 2380
Pb	11,6	0 - 1162
Rb	11,3	0 - 8500
Sn	7,2	0 - 1300
Sr	13,8	0 - 1370
Th	3,5	0 - 1017
V	7,8	3 - 446
W	4,5	7 - 490
Y	5,1	0- 184
Zn	18,3	0 - 1720
Zr	18,4	20 - 1494

Desviación estándar de la recta de calibraje y rango de patrones de la recta de calibraje de los elementos MAYORES

Compuesto en el que se expresa el % en peso del elemento determinado	**s(*)** %en peso	**Rangos patrons** %en peso
Fe_2O_3	0,09	0,7 – 25,65
MnO	0,04	0,01 – 1,0
TiO_2	0,02	0,01 – 2,7
CaO	0,04	0,04 – 55,09
K_2O	0,04	0,05 – 12,81
P_2O_5	0,01	0,01 – 1,39
SiO_2	0,40	0,5 – 90,36
Al_2O_3	0,22	0,15- 59,2
MgO	0,12	0,12 – 43,43
Na_2O	0,07	0,5 – 10,59

Cálculo d'**s**

(*) SIGMA(**s**) de la recta de calibraje n = patrones k = coeficientes de regresión c.q.= concentración química c.c.= concentración calculada	$$S = \sqrt{\frac{\sum_n (c.q - c.c)^2}{n - k}}$$

Tabla 10. Datos químicos crudos de Can Gambús 1 con LOI. Elementos mayores expresados en % y trazas en ppm.

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	P2O5	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr	Pb	LOI	Suma
CG1001	5,040	0,040	0,605	1,795	2,840	63,440	17,180	1,035	1,495	0,050	731,40	86,20	23,70	6,20	20,70	11,60	9,30	114,50	114,20	18,60	85,60	28,10	65,80	156,80	33,70	6,17	99,84
CG1003	4,910	0,075	0,570	2,540	2,960	64,065	15,380	1,335	1,235	0,090	623,00	78,60	46,30	13,80	19,00	11,20	25,00	126,60	91,90	15,20	97,00	27,70	90,20	174,60	27,40	4,59	97,90
CG1004	4,380	0,060	0,625	1,390	3,050	71,735	15,285	1,085	1,410	0,080	655,60	82,00	51,60	10,20	17,90	11,50	15,60	113,30	89,10	15,70	79,50	30,00	64,20	272,80	25,50	1,66	100,91
CG1005	7,985	0,080	0,905	1,005	4,020	60,245	21,255	2,785	0,950	0,170	642,50	98,60	59,00	34,70	27,40	16,30	28,60	168,60	127,20	20,10	124,00	37,00	139,30	146,00	38,90	1,23	100,80
CG1006	7,205	0,100	0,800	7,670	3,750	53,880	20,105	3,330	0,360	0,230	1038,60	73,10	74,10	32,20	25,50	15,30	39,50	167,70	175,70	17,10	126,90	27,70	137,20	141,10	40,80	2,99	100,63
CG1007	5,765	0,095	0,745	6,945	3,590	56,395	18,515	2,400	0,980	0,180	705,50	79,50	62,30	31,20	23,10	13,70	26,00	152,40	144,10	17,20	99,80	31,10	116,00	171,70	36,40	4,74	100,52
CG1008	6,460	0,080	0,805	1,090	3,840	63,465	19,445	1,790	0,960	0,100	802,10	90,60	55,90	21,20	25,30	16,00	26,30	164,60	83,90	19,60	91,20	40,40	115,10	211,10	29,40	2,39	100,60
CG1009	4,165	0,040	0,610	1,445	3,925	69,160	15,415	1,270	0,790	0,270	646,50	62,70	41,80	14,40	18,80	12,70	13,60	127,90	88,20	14,50	78,80	22,10	86,70	186,20	28,20	2,19	99,43
CG1010	4,190	0,040	0,630	1,460	3,765	70,500	15,465	1,230	0,775	0,070	631,60	64,90	47,60	10,30	18,90	12,60	14,90	135,40	87,90	14,50	79,20	22,30	82,00	187,90	25,60	1,47	99,74
CG1011	4,380	0,040	0,625	2,085	3,775	69,640	15,745	1,235	0,795	0,070	676,50	66,20	39,60	7,50	19,10	13,40	14,90	137,90	92,90	15,30	81,90	22,00	84,60	191,40	27,80	1,64	100,18
CG1012	5,200	0,060	0,640	1,540	3,415	64,800	16,240	1,590	0,995	0,220	716,10	69,10	45,20	17,90	19,40	10,90	18,50	126,40	95,60	13,40	90,60	34,60	87,40	156,50	26,20	5,65	100,50
CG1014	7,055	0,060	0,900	3,930	3,160	58,700	18,395	2,090	1,200	0,135	785,70	103,20	42,10	13,00	23,20	17,70	22,10	133,50	132,20	23,70	101,80	41,70	105,60	191,80	24,90	4,56	100,36
CG1015	5,410	0,080	0,700	1,805	3,120	65,080	17,040	1,275	1,785	0,320	917,10	73,80	26,10	7,30	19,60	10,60	11,20	103,80	145,30	12,20	100,30	24,80	71,80	172,80	19,40	3,90	100,68
CG1016	5,740	0,070	0,740	1,230	3,445	67,745	17,475	1,635	1,110	0,080	572,50	89,20	33,10	10,30	20,90	13,20	14,30	128,60	79,50	19,60	95,50	33,70	94,70	194,30	30,50	0,44	99,85
CG1017	5,860	0,030	0,555	1,170	2,670	71,890	15,170	1,140	0,570	0,100	607,50	73,00	71,30	19,30	19,10	10,50	29,50	111,80	65,70	13,30	100,50	26,70	77,90	170,30	29,50	0,44	99,74
CG1018	5,480	0,070	0,735	0,815	3,235	68,195	16,570	1,190	1,070	0,200	859,80	75,80	67,40	14,30	21,40	14,00	28,30	130,00	104,40	15,00	102,60	28,60	78,20	236,30	24,20	2,47	100,21
CG1019	5,045	0,075	0,610	2,650	3,550	65,975	16,730	1,565	1,590	0,150	1019,60	73,10	55,90	15,00	20,80	11,50	16,60	145,10	124,00	16,40	82,00	30,00	122,30	162,80	88,90	2,10	100,24
CG1020	5,085	0,060	0,680	0,780	3,075	71,665	15,675	1,180	0,975	0,080	596,70	76,60	52,50	16,00	19,20	12,50	21,50	123,90	74,30	15,50	89,00	32,10	79,20	270,00	30,20	1,38	100,79
CG1021	5,540	0,075	0,730	1,475	3,085	68,840	17,380	1,405	1,495	0,100	664,10	87,20	49,50	10,90	21,50	14,40	19,20	119,80	113,10	18,50	97,50	38,00	83,40	271,70	29,90	0,65	100,94
CG1022	5,020	0,080	0,640	1,815	3,255	64,190	16,560	1,215	1,980	0,110	1041,10	72,00	28,00	6,80	18,70	11,10	11,60	116,30	126,40	16,90	84,50	28,20	68,50	175,50	23,30	5,75	100,80
CG1023	4,475	0,040	0,605	2,415	3,380	64,070	18,365	1,200	1,670	0,270	637,80	75,00	40,10	6,30	24,80	13,90	7,50	171,50	113,60	18,90	61,30	37,90	71,30	186,70	25,70	4,33	100,96
CG1025	4,810	0,050	0,620	1,545	3,135	67,660	16,040	0,975	1,690	0,320	984,30	74,60	34,60	5,90	19,00	11,60	11,60	114,60	128,80	17,40	90,60	27,70	64,30	183,90	19,90	4,36	101,39
CG1026	4,995	0,060	0,630	2,295	2,860	63,145	16,345	1,175	2,065	0,380	1046,80	75,00	24,30	3,50	19,20	10,70	7,80	101,00	143,90	16,90	86,20	30,90	67,30	150,20	19,20	6,09	100,22
CG1027	4,620	0,040	0,545	2,005	3,100	65,195	15,570	1,165	1,960	0,170	990,10	72,60	29,80	7,80	19,20	11,20	8,70	107,90	115,10	18,00	75,90	29,90	58,10	139,30	18,30	6,32	100,86
CG1028	4,075	0,060	0,575	2,175	3,235	65,780	14,570	0,980	1,725	0,070	954,20	71,30	30,90	5,90	16,40	10,00	9,90	115,30	119,40	14,30	75,40	22,40	59,10	186,10	22,80	7,32	100,74
CG1029	4,900	0,065	0,615	1,555	3,275	64,245	16,225	1,260	2,055	0,070	1050,60	72,40	29,30	4,60	19,20	11,30	9,30	118,60	127,50	17,10	85,90	25,90	69,30	155,50	21,70	6,40	100,85
CG1030	4,370	0,030	0,530	3,520	3,155	65,180	15,305	0,830	1,685	0,190	1101,50	55,90	27,00	6,00	17,40	9,80	7,60	108,70	131,30	14,10	72,80	16,60	52,40	156,30	20,50	6,89	101,87
CG1031	5,010	0,050	0,620	1,060	3,535	69,580	17,230	1,125	1,755	0,070	681,10	76,10	31,10	9,70	19,90	11,70	13,20	132,70	99,00	17,50	85,90	26,60	68,50	191,10	25,60	0,86	101,04
CG1032	5,255	0,080	0,695	1,895	3,075	64,735	16,800	1,260	1,795	0,280	982,60	79,70	29,30	9,10	20,50	10,90	12,30	105,80	153,00	12,90	100,30	26,30	75,10	183,60	20,30	4,71	100,77
CG1033	6,965	0,050	0,640	3,035	2,465	56,030	19,240	1,255	0,990	0,325	1114,80	73,10	56,00	17,90	22,60	10,90	27,50	100,10	140,40	14,80	123,50	35,60	103,30	146,50	38,70	9,51	100,71
CG1034	7,010	0,045	0,640	2,815	2,465	56,990	19,455	1,215	0,995	0,275	1233,10	78,20	60,70	18,40	23,30	11,00	28,70	99,60	135,90	14,20	119,10	36,40	106,10	141,00	41,50	8,16	100,28
CG1035	5,760	0,090	0,680	2,980	3,945	62,110	19,055	1,995	1,460	0,200	848,20	62,90	38,00	32,40	21,40	11,20	17,80	129,80	141,90	12,90	84,60	27,70	131,00	142,60	71,90	2,65	101,10
CG1036	4,890	0,060	0,660	0,730	3,155	72,945	15,525	1,180	1,140	0,060	504,60	71,90	43,40	11,60	16,60	10,10	18,30	109,10	65,90	12,20	75,40	28,40	67,70	238,00	23,60	0,39	100,87
CG1037	6,520	0,100	0,730	10,700	3,395	50,160	18,100	3,285	0,470	0,240	888,40	73,80	61,60	33,50	23,90	14,10	34,50	148,30	234,60	16,90	121,50	28,30	148,20	134,10	46,00	7,36	101,26

Tabla 11. Resumen estadístico de los datos químicos de Can Gambús 1. Se expresa el valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento

Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2
Min. :4.075	Min. :0.03000	Min. :0.5300	Min. : 0.730	Min. :2.245	Min. :50.16
1st Qu.:4.760	1st Qu.:0.04750	1st Qu.:0.6100	1st Qu.: 1.415	1st Qu.:3.075	1st Qu.:63.29
Median :5.045	Median :0.06000	Median :0.6400	Median : 1.805	Median :3.235	Median :65.08
Mean :5.379	Mean :0.06486	Mean :0.6624	Mean : 2.423	Mean :3.256	Mean :64.93
3rd Qu.:5.763	3rd Qu.:0.08000	3rd Qu.:0.7150	3rd Qu.: 2.595	3rd Qu.:3.542	3rd Qu.:69.00
Max. :7.985	Max. :0.14000	Max. :0.9050	Max. :10.700	Max. :4.020	Max. :75.19
Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr
Min. :14.03	Min. :0.830	Min. :0.1450	Min. :0.05046	Min. :0.005590	Min. :0.002370
1st Qu.:15.55	1st Qu.:1.177	1st Qu.:0.9675	1st Qu.:0.06445	1st Qu.:0.007220	1st Qu.:0.003100
Median :16.57	Median :1.235	Median :1.2000	Median :0.07857	Median :0.007440	Median :0.004340
Mean :16.94	Mean :1.482	Mean :1.2606	Mean :0.08145	Mean :0.007607	Mean :0.004563
3rd Qu.:18.23	3rd Qu.:1.577	3rd Qu.:1.6875	3rd Qu.:0.09872	3rd Qu.:0.007905	3rd Qu.:0.005595
Max. :21.25	Max. :3.330	Max. :2.0650	Max. :0.12331	Max. :0.010320	Max. :0.008790
Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr
Min. :0.000350	Min. :0.001640	Min. :0.000980	Min. :0.000750	Min. :0.00996	Min. :0.00657
1st Qu.:0.000740	1st Qu.:0.001900	1st Qu.:0.001095	1st Qu.:0.001160	1st Qu.:0.01125	1st Qu.:0.00924
Median :0.001160	Median :0.001960	Median :0.001150	Median :0.001660	Median :0.01264	Median :0.01151
Mean :0.001443	Mean :0.002060	Mean :0.001229	Mean :0.001903	Mean :0.01270	Mean :0.01171
3rd Qu.:0.001815	3rd Qu.:0.002205	3rd Qu.:0.001355	3rd Qu.:0.002615	3rd Qu.:0.01348	3rd Qu.:0.01341
Max. :0.003470	Max. :0.002740	Max. :0.001770	Max. :0.004500	Max. :0.01715	Max. :0.02346
Th	V	Y	Zn	Zr	
Min. :0.001020	Min. :0.006130	Min. :0.001660	Min. :0.005240	Min. :0.01195	
1st Qu.:0.001425	1st Qu.:0.008195	1st Qu.:0.002645	1st Qu.:0.006850	1st Qu.:0.01528	
Median :0.001570	Median :0.009060	Median :0.002830	Median :0.007920	Median :0.01746	
Mean :0.001602	Mean :0.009295	Mean :0.002953	Mean :0.008772	Mean :0.01799	
3rd Qu.:0.001745	3rd Qu.:0.010040	3rd Qu.:0.003290	3rd Qu.:0.010445	3rd Qu.:0.01912	
Max. :0.002370	Max. :0.012690	Max. :0.004170	Max. :0.014820	Max. :0.02728	

Tabla 12. Medias y desviaciones estándar de Can Gambús 1 para cada uno de los clusters resultantes

	Total dendrograma		CG1 Cluster 1		CG1 Cluster 2		CG1 Cluster 3		CG1 Calcáreas	
	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
Fe2O3	5,3794	0,9777	6,8625	0,4844	4,8641	0,3841	5,1487	0,8180	6,5033	1,2832
MnO	0,0649	0,0233	0,1000	0,0000	0,0577	0,0175	0,0670	0,0241	0,0883	0,0076
TiO2	0,6624	0,0910	0,7650	0,0495	0,6159	0,0532	0,6740	0,0933	0,7767	0,1158
CaO	2,4229	2,0763	9,1850	2,1425	1,9514	0,6177	1,6400	0,8536	3,6433	3,0250
K2O	3,2556	0,4288	3,5725	0,2510	3,1441	0,1927	3,3120	0,4352	3,8517	0,2297
SiO2	64,9319	5,6353	52,0200	2,6304	65,2936	1,8698	68,1743	4,2340	59,5833	2,9144
Al2O3	16,9393	1,7031	19,1025	1,4177	16,2605	0,8413	16,3167	1,3866	19,6083	1,4514
MgO	1,4817	0,6106	3,3075	0,0318	1,1177	0,1446	1,3973	0,2819	2,3933	0,3950
Na2O	1,2606	0,5026	0,4150	0,0778	1,8173	0,1778	1,0457	0,3517	1,1300	0,2862
Ba	0,0815	0,0196	0,0964	0,0106	0,0953	0,0133	0,0687	0,0133	0,0732	0,0105
Ce	0,0076	0,0010	0,0073	0,0000	0,0074	0,0007	0,0078	0,0011	0,0080	0,0018
Cr	0,0046	0,0016	0,0068	0,0009	0,0029	0,0003	0,0051	0,0013	0,0053	0,0013
Cu	0,0014	0,0009	0,0033	0,0001	0,0007	0,0002	0,0014	0,0004	0,0033	0,0002
Ga	0,0021	0,0003	0,0025	0,0001	0,0019	0,0001	0,0020	0,0002	0,0024	0,0003
Nb	0,0012	0,0002	0,0015	0,0001	0,0011	0,0001	0,0013	0,0002	0,0014	0,0003
Ni	0,0019	0,0009	0,0037	0,0004	0,0010	0,0002	0,0021	0,0008	0,0024	0,0006
Rb	0,0127	0,0020	0,0158	0,0014	0,0113	0,0009	0,0130	0,0013	0,0150	0,0019
Sr	0,0117	0,0033	0,0205	0,0042	0,0128	0,0016	0,0094	0,0018	0,0138	0,0009
Th	0,0016	0,0003	0,0017	0,0000	0,0016	0,0002	0,0016	0,0003	0,0017	0,0004
V	0,0093	0,0016	0,0124	0,0004	0,0086	0,0009	0,0090	0,0010	0,0103	0,0020
Y	0,0030	0,0006	0,0028	0,0000	0,0026	0,0004	0,0031	0,0006	0,0032	0,0005
Zn	0,0088	0,0025	0,0143	0,0008	0,0065	0,0007	0,0088	0,0016	0,0129	0,0012
Zr	0,0180	0,0039	0,0138	0,0005	0,0168	0,0017	0,0204	0,0045	0,0153	0,0016

Tabla 13. Matriz de variación composicional de Can Gambús 1 con todas las variables

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	P2O5	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Pb	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,09	0,01	0,36	0,05	0,33	0,06	0,01	0,06	0,28	0,07	0,02	0,08	0,26	0,01	0,03	0,13	0,10	0,04	0,07	0,04	0,01	0,03	0,03	0,09
MnO	0,09		0,07	0,39	0,10	0,41	0,14	0,09	0,07	0,32	0,15	0,10	0,17	0,30	0,09	0,10	0,20	0,15	0,10	0,11	0,12	0,09	0,11	0,08	0,15
TiO2	0,01	0,07		0,39	0,02	0,36	0,03	0,01	0,06	0,24	0,08	0,01	0,09	0,31	0,01	0,01	0,17	0,12	0,02	0,08	0,02	0,02	0,03	0,05	0,05
CaO	0,36	0,39	0,39		0,40	0,44	0,48	0,35	0,28	0,71	0,31	0,42	0,44	0,55	0,35	0,38	0,50	0,36	0,37	0,20	0,39	0,35	0,44	0,31	0,57
K2O	0,05	0,10	0,02	0,40		0,39	0,02	0,02	0,09	0,22	0,09	0,03	0,12	0,34	0,02	0,02	0,23	0,12	0,01	0,09	0,03	0,05	0,06	0,07	0,05
P2O5	0,33	0,41	0,36	0,44	0,39		0,42	0,33	0,39	0,55	0,26	0,40	0,44	0,61	0,32	0,38	0,55	0,46	0,39	0,24	0,41	0,32	0,37	0,36	0,50
SiO2	0,06	0,14	0,03	0,48	0,02	0,42		0,03	0,16	0,16	0,08	0,03	0,13	0,43	0,04	0,04	0,26	0,16	0,04	0,12	0,04	0,05	0,06	0,11	0,02
Al2O3	0,01	0,09	0,01	0,35	0,02	0,33	0,03		0,08	0,21	0,06	0,01	0,10	0,32	0,00	0,01	0,19	0,10	0,02	0,06	0,02	0,02	0,03	0,05	0,06
MgO	0,06	0,07	0,06	0,28	0,09	0,39	0,16	0,08		0,46	0,18	0,10	0,11	0,17	0,07	0,07	0,13	0,11	0,07	0,11	0,10	0,07	0,10	0,03	0,19
Na2O	0,28	0,32	0,24	0,71	0,22	0,55	0,16	0,21	0,46		0,19	0,20	0,51	0,93	0,24	0,26	0,71	0,42	0,26	0,25	0,20	0,29	0,23	0,40	0,20
Ba	0,07	0,15	0,08	0,31	0,09	0,26	0,08	0,06	0,18	0,19		0,08	0,20	0,48	0,07	0,10	0,31	0,17	0,10	0,04	0,08	0,07	0,11	0,13	0,15
Ce	0,02	0,10	0,01	0,42	0,03	0,40	0,03	0,01	0,10	0,20	0,08		0,11	0,36	0,01	0,02	0,20	0,14	0,03	0,09	0,01	0,03	0,02	0,07	0,04
Cr	0,08	0,17	0,09	0,44	0,12	0,44	0,13	0,10	0,11	0,51	0,20	0,11		0,16	0,09	0,09	0,05	0,11	0,09	0,20	0,13	0,08	0,10	0,07	0,13
Cu	0,26	0,30	0,31	0,55	0,34	0,61	0,43	0,32	0,17	0,93	0,48	0,36	0,16		0,30	0,31	0,09	0,20	0,30	0,41	0,40	0,27	0,33	0,16	0,45
Ga	0,01	0,09	0,01	0,35	0,02	0,32	0,04	0,00	0,07	0,24	0,07	0,01	0,09	0,30		0,01	0,18	0,10	0,02	0,06	0,02	0,02	0,02	0,04	0,07
Nb	0,03	0,10	0,01	0,38	0,02	0,38	0,04	0,01	0,07	0,26	0,10	0,02	0,09	0,31	0,01		0,18	0,12	0,01	0,09	0,01	0,03	0,03	0,05	0,05
Ni	0,13	0,20	0,17	0,50	0,23	0,55	0,26	0,19	0,13	0,71	0,31	0,20	0,05	0,09	0,18	0,18		0,17	0,19	0,29	0,24	0,13	0,19	0,10	0,26
Pb	0,10	0,15	0,12	0,36	0,12	0,46	0,16	0,10	0,11	0,42	0,17	0,14	0,11	0,20	0,10	0,12	0,17		0,10	0,16	0,14	0,11	0,13	0,05	0,20
Rb	0,04	0,10	0,02	0,37	0,01	0,39	0,04	0,02	0,07	0,26	0,10	0,03	0,09	0,30	0,02	0,01	0,19	0,10		0,10	0,02	0,05	0,05	0,05	0,06
Sr	0,07	0,11	0,08	0,20	0,09	0,24	0,12	0,06	0,11	0,25	0,04	0,09	0,20	0,41	0,06	0,09	0,29	0,16	0,10		0,09	0,07	0,12	0,10	0,18
Th	0,04	0,12	0,02	0,39	0,03	0,41	0,04	0,02	0,10	0,20	0,08	0,01	0,13	0,40	0,02	0,01	0,24	0,14	0,02	0,09		0,05	0,03	0,08	0,06
V	0,01	0,09	0,02	0,35	0,05	0,32	0,05	0,02	0,07	0,29	0,07	0,03	0,08	0,27	0,02	0,03	0,13	0,11	0,05	0,07	0,05		0,04	0,04	0,09
Y	0,03	0,11	0,03	0,44	0,06	0,37	0,06	0,03	0,10	0,23	0,11	0,02	0,10	0,33	0,02	0,03	0,19	0,13	0,05	0,12	0,03	0,04		0,07	0,07
Zn	0,03	0,08	0,05	0,31	0,07	0,36	0,11	0,05	0,03	0,40	0,13	0,07	0,07	0,16	0,04	0,05	0,10	0,05	0,05	0,10	0,08	0,04	0,07		0,15
Zr	0,09	0,15	0,05	0,57	0,05	0,50	0,02	0,06	0,19	0,20	0,15	0,04	0,13	0,45	0,07	0,05	0,26	0,20	0,06	0,18	0,06	0,09	0,07	0,15	
?.i	2,25	3,70	2,25	9,72	2,65	9,60	3,13	2,16	3,24	8,44	3,56	2,53	3,80	8,45	2,14	2,40	5,67	4,01	2,50	3,32	2,75	2,35	2,74	2,65	3,84
vt/?.i	0,89	0,54	0,89	0,21	0,75	0,21	0,64	0,92	0,62	0,24	0,56	0,79	0,53	0,24	0,93	0,83	0,35	0,50	0,80	0,60	0,73	0,85	0,73	0,75	0,52
vt	2,00																								

Tabla 14. Matriz de variación composicional de Can Gambús 1 excluyendo P_2O_5 y Pb

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,09	0,01	0,36	0,05	0,06	0,01	0,06	0,28	0,07	0,02	0,08	0,26	0,01	0,03	0,13	0,04	0,07	0,04	0,01	0,03	0,03	0,09
MnO	0,09		0,07	0,39	0,10	0,14	0,09	0,07	0,32	0,15	0,10	0,17	0,30	0,09	0,10	0,20	0,10	0,11	0,12	0,09	0,11	0,08	0,15
TiO2	0,01	0,07		0,39	0,02	0,03	0,01	0,06	0,24	0,08	0,01	0,09	0,31	0,01	0,01	0,17	0,02	0,08	0,02	0,02	0,03	0,05	0,05
CaO	0,36	0,39	0,39		0,40	0,48	0,35	0,28	0,71	0,31	0,42	0,44	0,55	0,35	0,38	0,50	0,37	0,20	0,39	0,35	0,44	0,31	0,57
K2O	0,05	0,10	0,02	0,40		0,02	0,02	0,09	0,22	0,09	0,03	0,12	0,34	0,02	0,02	0,23	0,01	0,09	0,03	0,05	0,06	0,07	0,05
SiO2	0,06	0,14	0,03	0,48	0,02		0,03	0,16	0,16	0,08	0,03	0,13	0,43	0,04	0,04	0,26	0,04	0,12	0,04	0,05	0,06	0,11	0,02
Al2O3	0,01	0,09	0,01	0,35	0,02	0,03		0,08	0,21	0,06	0,01	0,10	0,32	0,00	0,01	0,19	0,02	0,06	0,02	0,02	0,03	0,05	0,06
MgO	0,06	0,07	0,06	0,28	0,09	0,16	0,08		0,46	0,18	0,10	0,11	0,17	0,07	0,07	0,13	0,07	0,11	0,10	0,07	0,10	0,03	0,19
Na2O	0,28	0,32	0,24	0,71	0,22	0,16	0,21	0,46		0,19	0,20	0,51	0,93	0,24	0,26	0,71	0,26	0,25	0,20	0,29	0,23	0,40	0,20
Ba	0,07	0,15	0,08	0,31	0,09	0,08	0,06	0,18	0,19		0,08	0,20	0,48	0,07	0,10	0,31	0,10	0,04	0,08	0,07	0,11	0,13	0,15
Ce	0,02	0,10	0,01	0,42	0,03	0,03	0,01	0,10	0,20	0,08		0,11	0,36	0,01	0,02	0,20	0,03	0,09	0,01	0,03	0,02	0,07	0,04
Cr	0,08	0,17	0,09	0,44	0,12	0,13	0,10	0,11	0,51	0,20	0,11		0,16	0,09	0,09	0,05	0,09	0,20	0,13	0,08	0,10	0,07	0,13
Cu	0,26	0,30	0,31	0,55	0,34	0,43	0,32	0,17	0,93	0,48	0,36	0,16		0,30	0,31	0,09	0,30	0,41	0,40	0,27	0,33	0,16	0,45
Ga	0,01	0,09	0,01	0,35	0,02	0,04	0,00	0,07	0,24	0,07	0,01	0,09	0,30		0,01	0,18	0,02	0,06	0,02	0,02	0,02	0,04	0,07
Nb	0,03	0,10	0,01	0,38	0,02	0,04	0,01	0,07	0,26	0,10	0,02	0,09	0,31	0,01		0,18	0,01	0,09	0,01	0,03	0,03	0,05	0,05
Ni	0,13	0,20	0,17	0,50	0,23	0,26	0,19	0,13	0,71	0,31	0,20	0,05	0,09	0,18	0,18		0,19	0,29	0,24	0,13	0,19	0,10	0,26
Rb	0,04	0,10	0,02	0,37	0,01	0,04	0,02	0,07	0,26	0,10	0,03	0,09	0,30	0,02	0,01	0,19		0,10	0,02	0,05	0,05	0,05	0,06
Sr	0,07	0,11	0,08	0,20	0,09	0,12	0,06	0,11	0,25	0,04	0,09	0,20	0,41	0,06	0,09	0,29	0,10		0,09	0,07	0,12	0,10	0,18
Th	0,04	0,12	0,02	0,39	0,03	0,04	0,02	0,10	0,20	0,08	0,01	0,13	0,40	0,02	0,01	0,24	0,02	0,09		0,05	0,03	0,08	0,06
V	0,01	0,09	0,02	0,35	0,05	0,05	0,02	0,07	0,29	0,07	0,03	0,08	0,27	0,02	0,03	0,13	0,05	0,07	0,05		0,04	0,04	0,09
Y	0,03	0,11	0,03	0,44	0,06	0,06	0,03	0,10	0,23	0,11	0,02	0,10	0,33	0,02	0,03	0,19	0,05	0,12	0,03	0,04		0,07	0,07
Zn	0,03	0,08	0,05	0,31	0,07	0,11	0,05	0,03	0,40	0,13	0,07	0,07	0,16	0,04	0,05	0,10	0,05	0,10	0,08	0,04	0,07		0,15
Zr	0,09	0,15	0,05	0,57	0,05	0,02	0,06	0,19	0,20	0,15	0,04	0,13	0,45	0,07	0,05	0,26	0,06	0,18	0,06	0,09	0,07	0,15	
?.i	1,83	3,13	1,78	8,92	2,14	2,56	1,74	2,75	7,46	3,12	2,00	3,25	7,63	1,73	1,90	4,95	2,00	2,93	2,20	1,91	2,24	2,24	3,13
vt/?.i	0,87	0,51	0,90	0,18	0,75	0,63	0,92	0,58	0,21	0,51	0,80	0,49	0,21	0,93	0,84	0,32	0,80	0,55	0,73	0,84	0,71	0,71	0,51
vt	1,60																						

Tabla 15. Matriz de variación composicional de Can Gambús 1 sin CaO

	Fe2O3	MnO	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,09	0,01	0,05	0,06	0,01	0,06	0,28	0,07	0,02	0,08	0,26	0,01	0,03	0,13	0,04	0,07	0,04	0,01	0,03	0,03	0,09
MnO	0,09		0,07	0,10	0,14	0,09	0,07	0,32	0,15	0,10	0,17	0,30	0,09	0,10	0,20	0,10	0,11	0,12	0,09	0,11	0,08	0,15
TiO2	0,01	0,07		0,02	0,03	0,01	0,06	0,24	0,08	0,01	0,09	0,31	0,01	0,01	0,17	0,02	0,08	0,02	0,02	0,03	0,05	0,05
K2O	0,05	0,10	0,02		0,02	0,02	0,09	0,22	0,09	0,03	0,12	0,34	0,02	0,02	0,23	0,01	0,09	0,03	0,05	0,06	0,07	0,05
SiO2	0,06	0,14	0,03	0,02		0,03	0,16	0,16	0,08	0,03	0,13	0,43	0,04	0,04	0,26	0,04	0,12	0,04	0,05	0,06	0,11	0,02
Al2O3	0,01	0,09	0,01	0,02	0,03		0,08	0,21	0,06	0,01	0,10	0,32	0,00	0,01	0,19	0,02	0,06	0,02	0,02	0,03	0,05	0,06
MgO	0,06	0,07	0,06	0,09	0,16	0,08		0,46	0,18	0,10	0,11	0,17	0,07	0,07	0,13	0,07	0,11	0,10	0,07	0,10	0,03	0,19
Na2O	0,28	0,32	0,24	0,22	0,16	0,21	0,46		0,19	0,20	0,51	0,93	0,24	0,26	0,71	0,26	0,25	0,20	0,29	0,23	0,40	0,20
Ba	0,07	0,15	0,08	0,09	0,08	0,06	0,18	0,19		0,08	0,20	0,48	0,07	0,10	0,31	0,10	0,04	0,08	0,07	0,11	0,13	0,15
Ce	0,02	0,10	0,01	0,03	0,03	0,01	0,10	0,20	0,08		0,11	0,36	0,01	0,02	0,20	0,03	0,09	0,01	0,03	0,02	0,07	0,04
Cr	0,08	0,17	0,09	0,12	0,13	0,10	0,11	0,51	0,20	0,11		0,16	0,09	0,09	0,05	0,09	0,20	0,13	0,08	0,10	0,07	0,13
Cu	0,26	0,30	0,31	0,34	0,43	0,32	0,17	0,93	0,48	0,36	0,16		0,30	0,31	0,09	0,30	0,41	0,40	0,27	0,33	0,16	0,45
Ga	0,01	0,09	0,01	0,02	0,04	0,00	0,07	0,24	0,07	0,01	0,09	0,30		0,01	0,18	0,02	0,06	0,02	0,02	0,02	0,04	0,07
Nb	0,03	0,10	0,01	0,02	0,04	0,01	0,07	0,26	0,10	0,02	0,09	0,31	0,01		0,18	0,01	0,09	0,01	0,03	0,03	0,05	0,05
Ni	0,13	0,20	0,17	0,23	0,26	0,19	0,13	0,71	0,31	0,20	0,05	0,09	0,18	0,18		0,19	0,29	0,24	0,13	0,19	0,10	0,26
Rb	0,04	0,10	0,02	0,01	0,04	0,02	0,07	0,26	0,10	0,03	0,09	0,30	0,02	0,01	0,19		0,10	0,02	0,05	0,05	0,05	0,06
Sr	0,07	0,11	0,08	0,09	0,12	0,06	0,11	0,25	0,04	0,09	0,20	0,41	0,06	0,09	0,29	0,10		0,09	0,07	0,12	0,10	0,18
Th	0,04	0,12	0,02	0,03	0,04	0,02	0,10	0,20	0,08	0,01	0,13	0,40	0,02	0,01	0,24	0,02	0,09		0,05	0,03	0,08	0,06
V	0,01	0,09	0,02	0,05	0,05	0,02	0,07	0,29	0,07	0,03	0,08	0,27	0,02	0,03	0,13	0,05	0,07	0,05		0,04	0,04	0,09
Y	0,03	0,11	0,03	0,06	0,06	0,03	0,10	0,23	0,11	0,02	0,10	0,33	0,02	0,03	0,19	0,05	0,12	0,03	0,04		0,07	0,07
Zn	0,03	0,08	0,05	0,07	0,11	0,05	0,03	0,40	0,13	0,07	0,07	0,16	0,04	0,05	0,10	0,05	0,10	0,08	0,04	0,07		0,15
Zr	0,09	0,15	0,05	0,05	0,02	0,06	0,19	0,20	0,15	0,04	0,13	0,45	0,07	0,05	0,26	0,06	0,18	0,06	0,09	0,07	0,15	
?.i	1,47	2,75	1,39	1,74	2,07	1,39	2,47	6,75	2,82	1,58	2,81	7,08	1,38	1,52	4,45	1,63	2,73	1,82	1,56	1,80	1,93	2,57
vt/?.i	0,86	0,46	0,91	0,73	0,61	0,91	0,51	0,19	0,45	0,80	0,45	0,18	0,92	0,84	0,28	0,78	0,46	0,70	0,81	0,70	0,66	0,49
vt	1,27																					

Tabla 16. Datos químicos crudos de Horts de Can Torras con LOI. Elementos mayores expresados en % y trazas en ppm

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	P2O5	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr	Pb	LOI	Suma
HCT001	5,495	0,060	0,680	2,065	3,075	64,285	17,015	1,325	2,185	0,180	852,80	77,90	41,00	10,00	20,70	11,80	10,80	123,80	173,30	15,50	92,80	32,90	88,40	163,70	27,60	4,84	101,38
HCT002	4,930	0,070	0,600	2,165	3,105	63,005	17,970	1,485	2,450	0,270	639,80	52,50	11,90	6,80	21,10	12,20	3,90	129,80	145,60	8,90	84,40	24,30	72,00	103,80	19,60	4,65	100,84
HCT003	5,225	0,070	0,680	1,715	3,215	65,700	16,610	1,115	2,280	0,170	879,60	76,60	27,50	8,70	19,20	11,10	10,80	119,20	153,30	13,80	76,10	28,80	86,90	183,80	31,10	3,82	100,78
HCT004	6,005	0,070	0,750	2,500	2,845	65,185	18,210	1,420	2,470	0,150	731,80	93,70	25,40	7,70	22,30	13,30	10,20	117,40	173,60	16,30	100,00	34,40	87,50	219,80	22,80	1,07	100,84
HCT005	5,745	0,060	0,720	1,295	3,020	67,015	16,465	1,420	1,215	0,130	814,50	63,50	38,10	21,20	19,80	12,90	17,60	112,70	126,20	15,40	88,00	25,50	82,50	205,00	26,40	4,19	101,45
HCT006	5,325	0,070	0,690	2,590	2,790	61,825	16,795	1,395	2,495	0,360	926,90	86,90	34,40	9,60	19,10	11,00	9,50	102,20	194,90	13,30	95,40	27,90	77,30	180,60	17,80	5,84	100,35
HCT007	5,995	0,080	0,755	2,250	2,960	63,645	17,695	1,335	2,270	0,300	922,60	88,70	28,90	12,70	21,60	13,00	11,50	119,20	178,60	17,80	84,30	39,00	88,00	159,00	28,60	3,54	101,00
HCT008	5,780	0,070	0,740	2,175	2,890	62,690	17,535	1,330	2,070	0,190	1096,60	91,50	37,50	8,30	22,20	13,10	13,30	116,60	180,70	17,20	92,40	39,60	101,00	155,10	31,60	5,21	100,88
HCT009	5,000	0,075	0,670	1,865	3,090	67,525	16,700	1,180	2,340	0,390	984,70	65,10	27,80	8,50	18,80	11,70	11,40	114,00	175,30	13,60	92,80	29,80	70,60	214,00	25,20	2,49	101,51
HCT010	4,615	0,065	0,600	1,795	3,150	68,345	16,925	1,130	2,375	0,545	792,60	65,80	28,30	8,30	20,60	12,10	7,50	140,00	155,90	12,20	85,50	25,20	69,20	169,10	20,80	1,89	101,59
HCT011	4,195	0,060	0,575	1,915	3,150	65,450	16,190	1,115	2,360	0,555	819,70	60,40	22,70	10,10	19,10	11,50	7,70	129,20	157,70	10,80	79,40	23,50	65,60	155,10	20,10	7,90	103,62
HCT012	5,035	0,070	0,665	2,680	3,250	64,280	16,635	1,215	2,305	0,330	1033,80	77,00	34,50	14,10	20,30	12,40	12,10	115,80	175,80	15,20	99,30	32,60	79,30	177,90	25,20	3,71	100,37
HCT013	5,065	0,055	0,650	1,835	3,095	65,610	17,635	1,270	2,150	0,410	761,70	62,20	20,20	7,90	21,80	13,30	8,50	138,00	148,60	11,90	91,10	25,80	71,00	159,30	20,70	2,75	100,68
HCT014	4,910	0,070	0,645	1,560	3,295	66,915	16,110	1,100	2,180	0,350	1024,70	65,60	27,80	14,20	19,20	11,90	10,90	134,80	157,70	14,50	80,60	28,00	82,00	193,80	22,60	3,29	100,61
HCT015	5,400	0,050	0,715	2,375	2,875	63,210	17,620	1,400	1,875	0,530	790,80	65,70	25,90	10,00	21,40	13,00	11,30	135,80	156,90	12,70	103,60	26,40	74,30	168,10	20,10	3,87	100,09
HCT016	7,400	0,050	0,820	0,745	3,195	61,665	21,290	1,475	1,040	0,140	635,70	71,20	97,00	18,40	28,50	17,20	37,90	190,80	93,60	16,80	133,50	31,80	91,70	192,40	25,70	1,74	99,73
HCT017	5,310	0,060	0,675	1,165	3,365	67,415	16,075	1,150	1,605	0,180	795,90	78,90	37,70	13,20	20,50	12,70	14,80	116,20	127,90	15,50	86,20	28,50	73,50	200,20	24,20	3,33	100,49
HCT018	4,775	0,050	0,555	1,465	3,460	67,290	16,230	0,970	1,915	0,140	959,90	68,50	28,00	10,20	18,90	10,50	10,70	113,70	143,30	15,70	70,50	25,80	65,50	159,70	25,60	3,13	100,15
HCT019	4,770	0,050	0,555	1,480	3,405	67,250	16,180	1,000	1,935	0,200	935,20	87,00	37,00	9,80	19,00	10,50	12,40	115,10	152,50	17,30	79,80	26,30	68,90	148,80	25,80	3,76	100,76
HCT020	4,710	0,080	0,630	1,050	3,965	68,010	16,145	0,980	2,175	0,100	838,20	67,50	30,00	4,70	19,10	10,90	7,80	136,90	135,90	15,50	69,30	23,90	66,60	164,70	23,80	2,50	100,51
HCT021	6,280	0,020	0,630	1,225	2,990	62,085	20,280	0,745	0,935	0,430	1074,20	102,60	34,80	17,90	25,90	14,30	18,50	120,00	110,50	25,30	78,80	18,80	149,00	236,20	40,60	4,63	100,46
HCT022	5,915	0,090	0,740	1,430	3,330	66,755	17,485	1,545	1,560	0,120	649,40	86,60	43,10	13,90	21,70	13,80	21,00	131,50	114,40	18,90	106,40	40,40	89,10	221,50	25,70	1,08	100,21
HCT023	4,905	0,050	0,545	1,280	3,300	66,420	16,500	1,270	2,025	0,280	753,40	84,70	53,40	7,70	19,30	9,50	8,50	111,00	149,60	17,30	85,90	26,40	68,30	122,00	20,70	3,47	100,20

Tabla 17. Resumen estadístico de los datos químicos de Horts de Can Torras. Se expresa el valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento

Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2
Min. :4.195	Min. :0.02000	Min. :0.5450	Min. :0.745	Min. :2.790	Min. :61.66
1st Qu.:4.907	1st Qu.:0.05250	1st Qu.:0.6150	1st Qu.:1.363	1st Qu.:3.005	1st Qu.:63.43
Median :5.225	Median :0.06500	Median :0.6700	Median :1.795	Median :3.150	Median :65.61
Mean :5.338	Mean :0.06283	Mean :0.6646	Mean :1.766	Mean :3.166	Mean :65.29
3rd Qu.:5.763	3rd Qu.:0.07000	3rd Qu.:0.7175	3rd Qu.:2.170	3rd Qu.:3.297	3rd Qu.:67.13
Max. :7.400	Max. :0.09000	Max. :0.8200	Max. :2.680	Max. :3.965	Max. :68.34

Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr
Min. :16.07	Min. :0.745	Min. :0.935	Min. :0.06357	Min. :0.005250	Min. :0.001190
1st Qu.:16.35	1st Qu.:1.115	1st Qu.:1.895	1st Qu.:0.07762	1st Qu.:0.006565	1st Qu.:0.002765
Median:16.80	Median :1.270	Median :2.175	Median :0.08382	Median :0.007660	Median :0.003000
Mean :17.23	Mean :1.233	Mean :2.009	Mean :0.08572	Mean :0.007566	Mean :0.003447
3rd Qu.:17.63	3rd Qu.:1.397	3rd Qu.:2.322	3rd Qu.:0.09476	3rd Qu.:0.008675	3rd Qu.:0.003760
Max. :21.29	Max. :1.545	Max. :2.495	Max. :0.10966	Max. :0.010260	Max. :0.009700

Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr
Min. :0.000470	Min. :0.001880	Min. :0.000950	Min. :0.000390	Min. :0.01022	Min. :0.00936
1st Qu.:0.000830	1st Qu.:0.001915	1st Qu.:0.001130	1st Qu.:0.000900	1st Qu.:0.01154	1st Qu.:0.01396
Median :0.001000	Median :0.002050	Median :0.001220	Median :0.001090	Median :0.01192	Median :0.01533
Mean :0.001104	Mean :0.002087	Mean :0.001233	Mean :0.001255	Mean :0.01254	Mean :0.01514
3rd Qu.:0.001355	3rd Qu.:0.002165	3rd Qu.:0.001305	3rd Qu.:0.001285	3rd Qu.:0.01332	3rd Qu.:0.01734
Max. :0.002120	Max. :0.002850	Max. :0.001720	Max. :0.003790	Max. :0.01908	Max. :0.01949

Th	V	Y	Zn	Zr
Min. :0.000890	Min. :0.00693	Min. :0.001880	Min. :0.006550	Min. :0.01038
1st Qu.:0.001345	1st Qu.:0.00802	1st Qu.:0.002565	1st Qu.:0.006990	1st Qu.:0.01591
Median :0.001550	Median :0.00862	Median :0.002790	Median :0.007730	Median :0.01691
Mean :0.001528	Mean :0.00894	Mean :0.002894	Mean :0.008123	Mean :0.01762
3rd Qu.:0.001700	3rd Qu.:0.00941	3rd Qu.:0.003220	3rd Qu.:0.008775	3rd Qu.:0.01970
Max. :0.002530	Max. :0.01335	Max. :0.004040	Max. :0.014900	Max. :0.02362

Tabla 18. Medias y desviaciones estándar de Horts de Can Torras para cada uno de los clusters y ramas

	Total dendrograma		HCT Cluster 1		HCT Rama1		HCT Rama 2		HCT Cluster 2	
	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
Fe2O3	5,3470	0,6628	5,6567	0,3120	5,2342	0,5217	5,1605	0,0765	5,1559	0,4969
MnO	0,0633	0,0139	0,0700	0,0173	0,0665	0,0083	0,0636	0,0000	0,0634	0,0100
TiO2	0,6670	0,0701	0,7117	0,0333	0,6781	0,0542	0,6558	0,0058	0,6544	0,0704
CaO	1,7607	0,5181	1,2967	0,1325	2,1015	0,3575	1,9792	0,1114	1,9716	0,4266
K2O	3,1642	0,2445	3,2383	0,1899	3,0523	0,1647	3,1116	0,0813	3,1153	0,2023
P2O5	0,2775	0,1414	0,1433	0,0321	0,3431	0,1434	0,3190	0,0702	0,3175	0,1419
SiO2	65,3444	2,0722	67,0617	0,3325	64,9742	1,9107	65,3294	0,4912	65,3516	1,9002
Al2O3	17,2009	1,2536	16,6750	0,7281	17,0519	0,6362	16,9198	0,1721	16,9116	0,6472
MgO	1,2399	0,1920	1,3717	0,2019	1,2562	0,1194	1,2251	0,1652	1,2231	0,1417
Na2O	1,9971	0,4486	1,4600	0,2134	2,2581	0,1683	2,2052	0,0586	2,2019	0,1942
Ba	0,0854	0,0131	0,0753	0,0090	0,0894	0,0115	0,0892	0,0113	0,0892	0,0111
Ce	0,0076	0,0012	0,0076	0,0012	0,0075	0,0012	0,0076	0,0010	0,0076	0,0011
Cr	0,0034	0,0015	0,0040	0,0003	0,0029	0,0006	0,0031	0,0013	0,0031	0,0008
Cu	0,0011	0,0004	0,0016	0,0004	0,0010	0,0002	0,0010	0,0001	0,0010	0,0002
Ga	0,0021	0,0002	0,0021	0,0001	0,0020	0,0001	0,0020	0,0000	0,0020	0,0001
Nb	0,0012	0,0002	0,0013	0,0001	0,0012	0,0001	0,0012	0,0001	0,0012	0,0001
Ni	0,0013	0,0007	0,0018	0,0003	0,0010	0,0002	0,0010	0,0002	0,0010	0,0002
Pb	0,0025	0,0005	0,0025	0,0001	0,0024	0,0004	0,0024	0,0003	0,0024	0,0004
Rb	0,0125	0,0017	0,0120	0,0010	0,0124	0,0011	0,0122	0,0002	0,0122	0,0011
Sr	0,0151	0,0025	0,0123	0,0007	0,0168	0,0014	0,0164	0,0005	0,0164	0,0015
Th	0,0015	0,0003	0,0017	0,0002	0,0014	0,0002	0,0015	0,0001	0,0015	0,0002
V	0,0090	0,0013	0,0094	0,0011	0,0090	0,0009	0,0088	0,0008	0,0088	0,0009
Y	0,0029	0,0005	0,0031	0,0008	0,0030	0,0005	0,0030	0,0000	0,0030	0,0005
Zn	0,0081	0,0017	0,0082	0,0008	0,0080	0,0010	0,0078	0,0002	0,0078	0,0010
Zr	0,0178	0,0031	0,0209	0,0011	0,0177	0,0021	0,0171	0,0019	0,0171	0,0024

Tabla 19.Matriz de variación composicional de Horts de Can Torras con todas las variables

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	P2O5	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Pb	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,12	0,01	0,14	0,03	0,34	0,02	0,01	0,03	0,13	0,05	0,02	0,11	0,09	0,00	0,01	0,12	0,03	0,02	0,07	0,03	0,01	0,03	0,02	0,03
MnO	0,12		0,08	0,13	0,09	0,45	0,08	0,11	0,06	0,06	0,13	0,14	0,28	0,29	0,13	0,12	0,35	0,17	0,11	0,07	0,18	0,10	0,05	0,17	0,14
TiO2	0,01	0,08		0,11	0,03	0,32	0,02	0,01	0,02	0,10	0,04	0,03	0,13	0,11	0,01	0,01	0,15	0,04	0,02	0,05	0,05	0,01	0,02	0,03	0,03
CaO	0,14	0,13	0,11		0,14	0,23	0,11	0,12	0,10	0,05	0,10	0,13	0,40	0,30	0,14	0,14	0,44	0,17	0,16	0,04	0,20	0,12	0,10	0,15	0,16
K2O	0,03	0,09	0,03	0,14		0,32	0,00	0,02	0,05	0,08	0,03	0,04	0,15	0,14	0,02	0,03	0,20	0,04	0,02	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
P2O5	0,34	0,45	0,32	0,23	0,32		0,29	0,28	0,34	0,28	0,26	0,34	0,58	0,41	0,30	0,30	0,63	0,37	0,30	0,24	0,40	0,30	0,38	0,32	0,34
SiO2	0,02	0,08	0,02	0,11	0,00	0,29		0,01	0,03	0,07	0,03	0,03	0,15	0,13	0,02	0,02	0,20	0,04	0,02	0,03	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04
Al2O3	0,01	0,11	0,01	0,12	0,02	0,28	0,01		0,03	0,10	0,04	0,03	0,14	0,11	0,00	0,01	0,17	0,03	0,01	0,05	0,04	0,01	0,04	0,02	0,04
MgO	0,03	0,06	0,02	0,10	0,05	0,34	0,03	0,03		0,09	0,09	0,07	0,17	0,15	0,04	0,03	0,21	0,09	0,04	0,05	0,10	0,02	0,02	0,07	0,08
Na2O	0,13	0,06	0,10	0,05	0,08	0,28	0,07	0,10	0,09		0,09	0,12	0,35	0,34	0,12	0,13	0,45	0,16	0,11	0,02	0,19	0,12	0,09	0,17	0,16
Ba	0,05	0,13	0,04	0,10	0,03	0,26	0,03	0,04	0,09	0,09		0,04	0,18	0,14	0,05	0,05	0,21	0,03	0,06	0,03	0,05	0,07	0,06	0,04	0,05
Ce	0,02	0,14	0,03	0,13	0,04	0,34	0,03	0,03	0,07	0,12	0,04		0,12	0,13	0,03	0,04	0,16	0,03	0,06	0,06	0,01	0,04	0,04	0,02	0,04
Cr	0,11	0,28	0,13	0,40	0,15	0,58	0,15	0,14	0,17	0,35	0,18	0,12		0,14	0,13	0,14	0,07	0,14	0,14	0,24	0,09	0,12	0,14	0,14	0,14
Cu	0,09	0,29	0,11	0,30	0,14	0,41	0,13	0,11	0,15	0,34	0,14	0,13	0,14		0,11	0,09	0,08	0,11	0,13	0,21	0,10	0,11	0,15	0,09	0,09
Ga	0,00	0,13	0,01	0,14	0,02	0,30	0,02	0,00	0,04	0,12	0,05	0,03	0,13	0,11		0,00	0,15	0,03	0,01	0,06	0,04	0,01	0,04	0,02	0,04
Nb	0,01	0,12	0,01	0,14	0,03	0,30	0,02	0,01	0,03	0,13	0,05	0,04	0,14	0,09	0,00		0,14	0,04	0,01	0,07	0,05	0,01	0,04	0,02	0,03
Ni	0,12	0,35	0,15	0,44	0,20	0,63	0,20	0,17	0,21	0,45	0,21	0,16	0,07	0,08	0,15	0,14		0,14	0,17	0,31	0,11	0,14	0,17	0,14	0,12
Pb	0,03	0,17	0,04	0,17	0,04	0,37	0,04	0,03	0,09	0,16	0,03	0,03	0,14	0,11	0,03	0,04	0,14		0,05	0,08	0,02	0,06	0,06	0,02	0,04
Rb	0,02	0,11	0,02	0,16	0,02	0,30	0,02	0,01	0,04	0,11	0,06	0,06	0,14	0,13	0,01	0,01	0,17	0,05		0,07	0,07	0,02	0,05	0,05	0,05
Sr	0,07	0,07	0,05	0,04	0,05	0,24	0,03	0,05	0,05	0,02	0,03	0,06	0,24	0,21	0,06	0,07	0,31	0,08	0,07		0,10	0,06	0,05	0,08	0,09
Th	0,03	0,18	0,05	0,20	0,05	0,40	0,05	0,04	0,10	0,19	0,05	0,01	0,09	0,10	0,04	0,05	0,11	0,02	0,07	0,10		0,06	0,06	0,03	0,04
V	0,01	0,10	0,01	0,12	0,04	0,30	0,03	0,01	0,02	0,12	0,07	0,04	0,12	0,11	0,01	0,01	0,14	0,06	0,02	0,06	0,06		0,03	0,04	0,04
Y	0,03	0,05	0,02	0,10	0,05	0,38	0,04	0,04	0,02	0,09	0,06	0,04	0,14	0,15	0,04	0,04	0,17	0,06	0,05	0,05	0,06	0,03		0,06	0,06
Zn	0,02	0,17	0,03	0,15	0,05	0,32	0,04	0,02	0,07	0,17	0,04	0,02	0,14	0,09	0,02	0,02	0,14	0,02	0,05	0,08	0,03	0,04	0,06		0,04
Zr	0,03	0,14	0,03	0,16	0,05	0,34	0,04	0,04	0,08	0,16	0,05	0,04	0,14	0,09	0,04	0,03	0,12	0,04	0,05	0,09	0,04	0,04	0,06	0,04	
?.i	1,47	3,60	1,41	3,89	1,70	8,35	1,49	1,42	1,98	3,60	1,93	1,78	4,37	3,77	1,48	1,52	5,04	1,99	1,76	2,20	2,12	1,58	1,84	1,84	1,91
vt/?.i	0,87	0,36	0,91	0,33	0,75	0,15	0,86	0,90	0,65	0,36	0,66	0,72	0,29	0,34	0,86	0,84	0,25	0,64	0,73	0,58	0,60	0,81	0,70	0,70	0,67
vt	1,28																								

Tabla 20. Matriz de variación composicional de Horts de Can Torras excluyendo P_2O_5 y Pb

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,12	0,01	0,14	0,03	0,02	0,01	0,03	0,13	0,05	0,02	0,11	0,09	0,00	0,01	0,12	0,02	0,07	0,03	0,01	0,03	0,02	0,03
MnO	0,12		0,08	0,13	0,09	0,08	0,11	0,06	0,06	0,13	0,14	0,28	0,29	0,13	0,12	0,35	0,11	0,07	0,18	0,10	0,05	0,17	0,14
TiO2	0,01	0,08		0,11	0,03	0,02	0,01	0,02	0,10	0,04	0,03	0,13	0,11	0,01	0,01	0,15	0,02	0,05	0,05	0,01	0,02	0,03	0,03
CaO	0,14	0,13	0,11		0,14	0,11	0,12	0,10	0,05	0,10	0,13	0,40	0,30	0,14	0,14	0,44	0,16	0,04	0,20	0,12	0,10	0,15	0,16
K2O	0,03	0,09	0,03	0,14		0,00	0,02	0,05	0,08	0,03	0,04	0,15	0,14	0,02	0,03	0,20	0,02	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
SiO2	0,02	0,08	0,02	0,11	0,00		0,01	0,03	0,07	0,03	0,03	0,15	0,13	0,02	0,02	0,20	0,02	0,03	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04
Al2O3	0,01	0,11	0,01	0,12	0,02	0,01		0,03	0,10	0,04	0,03	0,14	0,11	0,00	0,01	0,17	0,01	0,05	0,04	0,01	0,04	0,02	0,04
MgO	0,03	0,06	0,02	0,10	0,05	0,03	0,03		0,09	0,09	0,07	0,17	0,15	0,04	0,03	0,21	0,04	0,05	0,10	0,02	0,02	0,07	0,08
Na2O	0,13	0,06	0,10	0,05	0,08	0,07	0,10	0,09		0,09	0,12	0,35	0,34	0,12	0,13	0,45	0,11	0,02	0,19	0,12	0,09	0,17	0,16
Ba	0,05	0,13	0,04	0,10	0,03	0,03	0,04	0,09	0,09		0,04	0,18	0,14	0,05	0,05	0,21	0,06	0,03	0,05	0,07	0,06	0,04	0,05
Ce	0,02	0,14	0,03	0,13	0,04	0,03	0,03	0,07	0,12	0,04		0,12	0,13	0,03	0,04	0,16	0,06	0,06	0,01	0,04	0,04	0,02	0,04
Cr	0,11	0,28	0,13	0,40	0,15	0,15	0,14	0,17	0,35	0,18	0,12		0,14	0,13	0,14	0,07	0,14	0,24	0,09	0,12	0,14	0,14	0,14
Cu	0,09	0,29	0,11	0,30	0,14	0,13	0,11	0,15	0,34	0,14	0,13	0,14		0,11	0,09	0,08	0,13	0,21	0,10	0,11	0,15	0,09	0,09
Ga	0,00	0,13	0,01	0,14	0,02	0,02	0,00	0,04	0,12	0,05	0,03	0,13	0,11		0,00	0,15	0,01	0,06	0,04	0,01	0,04	0,02	0,04
Nb	0,01	0,12	0,01	0,14	0,03	0,02	0,01	0,03	0,13	0,05	0,04	0,14	0,09	0,00		0,14	0,01	0,07	0,05	0,01	0,04	0,02	0,03
Ni	0,12	0,35	0,15	0,44	0,20	0,20	0,17	0,21	0,45	0,21	0,16	0,07	0,08	0,15	0,14		0,17	0,31	0,11	0,14	0,17	0,14	0,12
Rb	0,02	0,11	0,02	0,16	0,02	0,02	0,01	0,04	0,11	0,06	0,06	0,14	0,13	0,01	0,01	0,17		0,07	0,07	0,02	0,05	0,05	0,05
Sr	0,07	0,07	0,05	0,04	0,05	0,03	0,05	0,05	0,02	0,03	0,06	0,24	0,21	0,06	0,07	0,31	0,07		0,10	0,06	0,05	0,08	0,09
Th	0,03	0,18	0,05	0,20	0,05	0,05	0,04	0,10	0,19	0,05	0,01	0,09	0,10	0,04	0,05	0,11	0,07	0,10		0,06	0,06	0,03	0,04
V	0,01	0,10	0,01	0,12	0,04	0,03	0,01	0,02	0,12	0,07	0,04	0,12	0,11	0,01	0,01	0,14	0,02	0,06	0,06		0,03	0,04	0,04
Y	0,03	0,05	0,02	0,10	0,05	0,04	0,04	0,02	0,09	0,06	0,04	0,14	0,15	0,04	0,04	0,17	0,05	0,05	0,06	0,03		0,06	0,06
Zn	0,02	0,17	0,03	0,15	0,05	0,04	0,02	0,07	0,17	0,04	0,02	0,14	0,09	0,02	0,02	0,14	0,05	0,08	0,03	0,04	0,06		0,04
Zr	0,03	0,14	0,03	0,16	0,05	0,04	0,04	0,08	0,16	0,05	0,04	0,14	0,09	0,04	0,03	0,12	0,05	0,09	0,04	0,04	0,06	0,04	
?.i	1,10	2,99	1,05	3,49	1,34	1,17	1,11	1,55	3,16	1,63	1,41	3,65	3,25	1,16	1,18	4,27	1,40	1,87	1,70	1,22	1,40	1,50	1,53
vt/?.i	0,87	0,32	0,91	0,27	0,72	0,82	0,87	0,62	0,30	0,59	0,68	0,26	0,30	0,83	0,81	0,22	0,68	0,51	0,57	0,79	0,69	0,64	0,63
vt	0,96																						

Tabla 21. Matriz de variación composicional de Horts de Can Torras sin CaO

	Fe2O3	MnO	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,12	0,01	0,03	0,02	0,01	0,03	0,13	0,05	0,02	0,11	0,09	0,00	0,01	0,12	0,02	0,07	0,03	0,01	0,03	0,02	0,03
MnO	0,12		0,08	0,09	0,08	0,11	0,06	0,06	0,13	0,14	0,28	0,29	0,13	0,12	0,35	0,11	0,07	0,18	0,10	0,05	0,17	0,14
TiO2	0,01	0,08		0,03	0,02	0,01	0,02	0,10	0,04	0,03	0,13	0,11	0,01	0,01	0,15	0,02	0,05	0,05	0,01	0,02	0,03	0,03
K2O	0,03	0,09	0,03		0,00	0,02	0,05	0,08	0,03	0,04	0,15	0,14	0,02	0,03	0,20	0,02	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
SiO2	0,02	0,08	0,02	0,00		0,01	0,03	0,07	0,03	0,03	0,15	0,13	0,02	0,02	0,20	0,02	0,03	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04
Al2O3	0,01	0,11	0,01	0,02	0,01		0,03	0,10	0,04	0,03	0,14	0,11	0,00	0,01	0,17	0,01	0,05	0,04	0,01	0,04	0,02	0,04
MgO	0,03	0,06	0,02	0,05	0,03	0,03		0,09	0,09	0,07	0,17	0,15	0,04	0,03	0,21	0,04	0,05	0,10	0,02	0,02	0,07	0,08
Na2O	0,13	0,06	0,10	0,08	0,07	0,10	0,09		0,09	0,12	0,35	0,34	0,12	0,13	0,45	0,11	0,02	0,19	0,12	0,09	0,17	0,16
Ba	0,05	0,13	0,04	0,03	0,03	0,04	0,09	0,09		0,04	0,18	0,14	0,05	0,05	0,21	0,06	0,03	0,05	0,07	0,06	0,04	0,05
Ce	0,02	0,14	0,03	0,04	0,03	0,03	0,07	0,12	0,04		0,12	0,13	0,03	0,04	0,16	0,06	0,06	0,01	0,04	0,04	0,02	0,04
Cr	0,11	0,28	0,13	0,15	0,15	0,14	0,17	0,35	0,18	0,12		0,14	0,13	0,14	0,07	0,14	0,24	0,09	0,12	0,14	0,14	0,14
Cu	0,09	0,29	0,11	0,14	0,13	0,11	0,15	0,34	0,14	0,13	0,14		0,11	0,09	0,08	0,13	0,21	0,10	0,11	0,15	0,09	0,09
Ga	0,00	0,13	0,01	0,02	0,02	0,00	0,04	0,12	0,05	0,03	0,13	0,11		0,00	0,15	0,01	0,06	0,04	0,01	0,04	0,02	0,04
Nb	0,01	0,12	0,01	0,03	0,02	0,01	0,03	0,13	0,05	0,04	0,14	0,09	0,00		0,14	0,01	0,07	0,05	0,01	0,04	0,02	0,03
Ni	0,12	0,35	0,15	0,20	0,20	0,17	0,21	0,45	0,21	0,16	0,07	0,08	0,15	0,14		0,17	0,31	0,11	0,14	0,17	0,14	0,12
Rb	0,02	0,11	0,02	0,02	0,02	0,01	0,04	0,11	0,06	0,06	0,14	0,13	0,01	0,01	0,17		0,07	0,07	0,02	0,05	0,05	0,05
Sr	0,07	0,07	0,05	0,05	0,03	0,05	0,05	0,02	0,03	0,06	0,24	0,21	0,06	0,07	0,31	0,07		0,10	0,06	0,05	0,08	0,09
Th	0,03	0,18	0,05	0,05	0,05	0,04	0,10	0,19	0,05	0,01	0,09	0,10	0,04	0,05	0,11	0,07	0,10		0,06	0,06	0,03	0,04
V	0,01	0,10	0,01	0,04	0,03	0,01	0,02	0,12	0,07	0,04	0,12	0,11	0,01	0,01	0,14	0,02	0,06	0,06		0,03	0,04	0,04
Y	0,03	0,05	0,02	0,05	0,04	0,04	0,02	0,09	0,06	0,04	0,14	0,15	0,04	0,04	0,17	0,05	0,05	0,06	0,03		0,06	0,06
Zn	0,02	0,17	0,03	0,05	0,04	0,02	0,07	0,17	0,04	0,02	0,14	0,09	0,02	0,02	0,14	0,05	0,08	0,03	0,04	0,06		0,04
Zr	0,03	0,14	0,03	0,05	0,04	0,04	0,08	0,16	0,05	0,04	0,14	0,09	0,04	0,03	0,12	0,05	0,09	0,04	0,04	0,06	0,04	
?.i	0,96	2,86	0,94	1,20	1,06	0,99	1,45	3,10	1,53	1,28	3,26	2,95	1,02	1,04	3,83	1,24	1,83	1,49	1,09	1,29	1,35	1,36
vt/?.i	0,88	0,30	0,90	0,70	0,80	0,86	0,58	0,27	0,55	0,66	0,26	0,29	0,83	0,81	0,22	0,68	0,46	0,56	0,77	0,65	0,63	0,62
vt	0,84																					

Tabla 22. Datos químicos crudos de Plaça Major de Castellar del Vallès con LOI. Elementos mayores expresados en % y trazas en ppm

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	P2O5	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr	Pb	LOI	Suma
PMCV01	4,945	0,070	0,665	1,565	2,885	68,525	15,040	1,025	1,565	0,410	1011,80	69,20	45,10	9,90	16,90	11,20	17,30	97,90	139,70	13,50	88,90	29,10	72,20	230,90	22,50	3,55	100,43
PMCV02	5,695	0,050	0,740	2,465	3,125	65,175	17,030	1,470	0,925	0,110	720,60	67,70	38,50	11,10	20,10	13,50	14,80	121,60	94,60	17,30	95,70	28,00	87,80	199,70	28,00	2,91	99,85
PMCV03	5,705	0,080	0,690	2,555	3,115	63,365	17,665	1,315	2,095	0,080	749,80	99,70	39,70	6,20	20,80	12,60	11,60	124,20	131,00	18,20	98,20	39,80	75,60	154,80	35,30	3,64	100,47
PMCV04	4,650	0,050	0,610	2,500	3,420	63,140	16,255	0,995	1,865	0,210	934,70	66,80	31,20	4,00	17,20	11,30	7,80	119,10	153,50	16,60	83,20	21,80	63,30	191,50	25,80	6,43	100,30
PMCV05	4,715	0,050	0,610	1,415	4,285	66,620	17,750	1,055	0,995	0,100	570,80	74,90	47,50	11,60	20,90	12,70	15,40	183,40	76,20	17,40	71,90	32,60	98,80	186,30	28,50	2,84	100,58
PMCV06	6,275	0,070	0,715	4,225	3,765	57,965	19,090	2,080	1,135	0,395	891,80	79,80	72,90	16,90	22,60	13,80	33,80	167,70	149,60	17,10	125,70	30,60	118,20	166,70	37,50	4,80	100,71
PMCV07	5,045	0,075	0,640	1,585	3,455	67,910	17,065	1,260	2,230	0,090	693,70	87,40	40,60	6,90	19,90	11,40	9,50	125,50	111,90	18,60	87,60	29,40	72,20	165,10	21,20	1,31	100,81
PMCV08	5,750	0,080	0,580	1,020	3,380	67,525	17,510	1,665	1,380	0,080	504,70	87,10	63,90	24,70	21,10	11,30	27,80	150,30	79,80	16,70	103,20	30,30	95,40	164,30	30,90	0,86	99,97
PMCV09	5,160	0,060	0,655	2,215	3,300	61,205	16,375	1,310	2,245	0,170	894,70	72,50	30,10	8,60	18,90	11,00	8,80	109,00	156,00	17,10	95,90	26,20	70,80	153,00	20,30	6,03	98,89
PMCV10	5,585	0,040	0,740	1,410	2,930	63,400	16,995	1,415	1,120	0,180	926,50	61,90	40,80	10,30	19,80	13,50	13,30	104,90	102,70	17,10	95,20	25,90	90,30	181,80	26,20	5,44	99,43
PMCV11	4,670	0,050	0,580	1,570	3,385	66,780	16,180	1,085	2,240	0,160	751,80	72,20	34,40	5,00	18,30	10,10	7,20	124,30	126,40	15,30	78,10	23,30	64,50	152,80	30,80	3,99	100,84
PMCV12	3,630	0,060	0,470	1,310	3,560	70,660	14,135	1,025	1,555	0,150	961,30	61,60	41,00	13,00	15,00	8,80	12,50	119,20	109,20	12,00	71,20	26,30	55,10	157,30	22,90	3,65	100,37
PMCV13	7,590	0,060	0,940	1,525	3,620	59,995	20,670	1,705	0,735	0,260	771,30	96,90	91,00	27,40	25,60	17,20	41,30	160,60	105,10	18,70	116,70	35,00	133,50	240,00	38,60	2,69	99,98
PMCV14	4,875	0,050	0,620	1,810	2,915	63,705	16,755	1,000	1,390	0,490	960,90	71,60	50,70	13,40	20,10	11,90	18,80	118,40	160,00	13,50	91,00	24,40	63,20	192,20	24,30	5,82	99,62
PMCV15	6,098	0,070	0,753	3,338	3,045	59,800	18,410	1,358	0,903	0,230	774,90	79,50	53,90	16,30	18,90	13,60	23,50	107,90	117,80	17,50	99,20	30,60	94,60	174,70	36,50	6,12	100,28
PMCV16	4,985	0,065	0,595	0,825	4,180	68,805	16,950	1,150	1,905	0,110	661,80	76,30	56,00	8,70	19,90	11,90	16,50	143,20	105,60	16,70	80,50	32,70	73,20	192,20	26,50	0,83	100,55
PMCV17	3,950	0,050	0,470	1,215	4,220	64,665	16,895	1,035	1,900	0,290	1347,10	87,80	16,10	3,00	20,80	10,80	4,50	153,30	121,30	18,20	59,90	29,20	55,30	169,60	18,00	5,26	100,16
PMCV18	4,445	0,060	0,585	2,650	3,260	61,990	15,595	0,950	1,905	0,645	1034,90	81,10	25,30	3,00	16,00	9,70	9,10	107,10	156,10	15,60	77,00	32,50	60,40	173,40	22,50	7,94	100,20
PMCV19	7,310	0,130	0,800	6,080	3,800	53,225	19,715	3,285	0,845	0,605	1016,20	75,40	65,10	31,20	23,50	14,70	34,20	151,20	177,70	17,90	124,30	31,00	146,00	152,10	45,10	6,26	102,27
PMCV20	4,955	0,090	0,670	1,285	3,760	66,915	17,795	0,955	2,000	0,140	747,10	82,00	51,10	20,50	19,60	13,00	18,70	128,70	118,20	16,10	85,40	29,70	69,30	211,90	28,10	3,29	102,02
PMCV21	6,910	0,035	0,640	1,230	2,725	60,375	19,090	1,385	0,915	0,140	824,10	57,30	62,00	19,70	22,20	11,70	27,90	105,10	92,40	15,90	120,80	21,30	101,60	158,00	44,50	7,60	101,21
PMCV22	5,850	0,090	0,760	1,370	3,135	66,925	17,745	1,315	2,140	0,140	698,00	82,40	41,80	13,10	20,80	13,40	18,30	127,50	147,90	15,60	101,10	31,70	77,50	208,10	20,60	1,29	100,92
PMCV23	4,380	0,050	0,555	0,975	3,940	68,240	15,745	0,925	2,005	0,340	735,00	64,60	51,70	10,70	17,40	10,40	14,10	128,00	114,10	14,40	77,80	27,40	65,20	182,00	26,00	3,28	100,59
PMCV24	5,600	0,090	0,715	1,125	3,450	65,800	16,515	1,695	1,410	0,330	880,30	67,40	44,80	25,30	19,50	12,80	20,60	128,70	112,60	15,60	87,60	31,40	113,30	189,30	32,20	4,49	101,40
PMCV25	4,890	0,070	0,630	1,520	2,695	68,195	15,115	1,205	1,985	0,130	728,60	66,00	38,50	10,70	17,10	10,10	12,00	90,90	140,00	16,00	78,20	25,90	67,60	189,20	21,30	4,59	101,17
PMCV26	6,855	0,045	0,915	1,230	3,355	64,420	18,925	1,845	0,690	0,230	656,80	94,10	86,60	18,80	23,50	16,40	39,50	141,40	93,60	16,80	129,40	34,40	98,20	241,80	24,50	2,49	101,17
PMCV27	8,155	0,080	0,960	1,080	4,395	59,190	22,315	2,185	1,020	0,135	693,60	86,40	117,60	30,20	28,50	16,80	42,70	187,30	150,20	18,00	137,60	32,60	164,10	181,90	49,60	1,26	100,97
PMCV28	4,660	0,030	0,590	0,885	3,365	71,335	16,120	1,175	1,270	0,100	627,70	64,90	34,80	10,10	18,60	10,80	10,50	122,40	83,40	15,30	75,90	22,00	68,00	207,60	22,00	1,35	101,02
PMCV29	6,420	0,095	0,810	1,925	2,990	66,015	19,005	1,595	2,280	0,135	821,50	77,50	45,50	6,30	23,40	12,60	12,30	114,40	182,50	13,50	112,90	31,90	89,70	217,50	20,40	0,71	102,16
PMCV30	6,205	0,050	0,715	3,945	3,465	57,255	19,115	2,170	0,975	0,505	837,20	67,00	55,00	21,80	22,00	13,30	29,10	135,30	134,40	16,00	115,30	24,00	117,20	146,30	31,70	7,05	101,63
PMCV31	4,555	0,080	0,515	1,360	3,320	63,095	16,815	0,975	1,930	0,405	904,00	69,40	40,30	13,40	21,00	10,60	17,90	120,40	159,90	13,10	74,50	24,10	65,00	172,10	22,30	8,23	101,46
PMCV32	5,465	0,070	0,715	1,775	3,380	63,120	17,620	1,145	1,690	0,690	957,10	73,70	46,10	14,20	21,20	13,90	20,00	138,50	133,50	13,70	93,90	36,00	81,10	198,30	24,00	5,66	101,52
PMCV33	4,855	0,040	0,600	2,075	2,975	63,215	16,980	1,040	1,870	0,915	1002,80	73,90	28,30	5,30	18,60	10,70	9,00	104,30	188,90	16,70	89,90	26,00	70,30	151,30	48,20	6,71	101,46
PMCV34	5,880	0,090	0,755	1,835	3,160	65,175	18,330	1,490	2,275	0,150	737,50	75,90	46,40	12,10	21,90	11,70	12,10	112,60	171,50	13,80	103,70	30,10	86,00	201,50	20,20	1,47	100,77

PMCV35	6,645	0,110	0,810	8,335	3,540	54,970	18,550	3,530	0,905	0,570	873,40	78,60	72,20	27,60	21,40	14,90	33,40	134,30	194,00	16,30	120,40	32,80	123,70	167,70	35,30	2,97	101,12
PMCV36	4,900	0,070	0,605	1,655	3,040	63,770	16,420	1,125	1,660	0,520	917,60	71,60	26,00	7,90	18,40	10,90	11,30	111,90	149,10	16,90	85,20	25,10	69,60	168,60	31,60	7,65	101,59
PMCV37	5,685	0,070	0,685	1,905	3,295	66,165	18,465	1,365	2,250	0,135	698,30	105,30	29,10	4,80	21,50	12,20	8,30	125,30	124,30	19,80	93,20	30,90	77,00	172,60	77,60	0,90	101,08
PMCV38	4,525	0,040	0,575	1,685	2,855	64,315	15,955	0,930	1,705	0,360	808,90	72,30	23,10	5,50	17,80	10,60	8,00	100,60	126,40	17,70	77,30	24,30	61,70	162,30	32,00	7,66	100,76
PMCV39	5,605	0,060	0,725	1,165	3,545	67,265	16,770	1,545	1,325	0,185	707,60	75,90	34,90	15,10	19,20	12,60	14,50	125,70	86,00	16,10	85,90	33,80	92,10	186,70	29,50	2,65	101,00
PMCV40	4,890	0,080	0,695	1,650	3,455	67,110	16,165	1,250	1,255	0,290	808,90	65,90	30,40	9,30	17,50	11,80	11,10	125,10	98,80	15,60	77,90	28,30	89,50	194,40	26,30	3,78	100,78
PMCV41	4,538	0,030	0,565	1,238	3,348	66,620	15,868	1,163	1,220	0,100	824,40	56,80	29,20	10,50	17,60	10,50	9,70	113,70	109,50	15,00	70,40	20,50	66,40	185,80	24,50	6,07	100,91
PMCV42	5,895	0,055	0,725	1,690	3,125	62,070	18,265	1,495	2,030	0,300	921,50	77,70	23,10	7,70	20,70	12,30	12,20	98,10	165,40	17,50	94,90	30,20	78,30	172,20	23,30	5,35	101,18
PMCV43	4,605	0,045	0,595	1,995	3,060	65,485	16,435	0,990	1,575	0,490	892,20	76,60	30,80	12,70	17,50	10,60	13,00	101,60	149,80	16,80	82,80	25,60	63,20	190,50	36,70	5,88	101,33
PMCV44	5,515	0,050	0,415	1,610	2,140	71,575	12,235	0,890	0,640	0,665	900,50	47,80	57,50	21,30	14,60	7,40	28,30	84,40	107,10	10,70	99,20	24,10	80,30	131,10	39,60	5,78	101,68
PMCV45	5,890	0,070	0,790	2,105	3,020	63,545	17,315	1,255	2,435	0,580	1184,60	80,50	44,20	19,40	21,70	14,50	18,10	127,60	185,40	16,30	100,60	44,10	146,80	179,10	55,70	4,43	101,66
PMCV46	5,390	0,070	0,680	1,885	3,255	64,840	16,940	1,300	2,475	0,155	845,50	68,30	26,80	9,40	19,60	11,70	10,50	119,20	153,80	14,80	88,20	32,60	89,50	171,60	24,00	4,05	101,21
PMCV47	5,685	0,070	0,650	1,080	3,195	65,315	15,495	1,940	0,980	0,410	734,50	70,80	34,80	32,20	18,30	11,00	21,20	122,60	76,20	15,10	83,20	31,00	100,10	212,20	31,30	5,78	100,76
PMCV48	5,255	0,070	0,685	1,710	3,410	65,955	16,495	1,195	2,290	0,220	822,80	68,60	29,20	20,40	18,30	11,10	11,20	95,80	154,00	14,40	95,80	26,80	73,80	157,30	20,90	3,74	101,19
PMCV49	5,780	0,075	0,760	2,145	3,030	58,955	17,540	1,355	2,345	0,130	712,30	86,10	29,20	12,90	20,80	13,20	11,70	114,60	130,60	16,00	89,80	35,00	96,20	155,80	33,50	7,66	99,93
PMCV50	4,360	0,075	0,635	1,320	2,850	72,255	13,995	1,025	1,610	0,070	714,10	66,10	38,20	11,10	15,70	10,40	13,10	94,30	118,60	13,00	66,80	26,80	63,80	207,00	20,90	2,67	101,01
PMCV51	4,420	0,045	0,590	1,580	3,755	67,530	15,760	1,220	2,255	0,285	847,20	65,10	27,20	9,10	17,80	10,40	9,90	121,70	125,60	15,20	79,90	25,80	71,90	152,60	20,80	3,39	100,99
PMCV52	5,230	0,060	0,690	1,930	3,030	64,390	16,940	1,340	2,190	0,340	817,20	59,50	39,20	14,10	19,60	12,10	11,70	127,00	165,60	11,40	95,70	23,40	72,70	172,70	19,70	4,20	100,51
PMCV53	4,645	0,060	0,600	1,440	3,580	67,150	16,160	1,220	2,425	0,120	738,60	88,20	59,30	12,10	17,90	9,60	4,40	108,10	146,70	14,90	83,60	35,50	69,60	157,60	18,90	3,52	101,07
PMCV54	4,055	0,060	0,545	1,285	2,965	72,775	14,695	0,930	1,550	0,280	758,30	67,40	31,70	10,30	16,20	9,20	13,60	103,80	117,60	12,40	73,70	23,80	56,30	191,30	30,20	1,29	100,58
PMCV55	5,400	0,060	0,663	1,018	3,285	69,873	16,450	1,673	1,285	0,120	611,70	74,20	40,20	15,40	19,60	12,00	15,90	124,10	79,50	15,10	89,60	31,60	85,10	203,50	29,40	0,97	100,94

Tabla 23. Resumen estadístico de los datos químicos de Plaça Major de Castellar del Vallès . Se expresa el valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento

Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2
Min. :3.630	Min. :0.03000	Min. :0.4150	Min. :0.825	Min. :2.140	Min. :53.23
1st Qu.:4.665	1st Qu.:0.05000	1st Qu.:0.5950	1st Qu.:1.285	1st Qu.:3.035	1st Qu.:63.13
Median :5.255	Median :0.06000	Median :0.6625	Median :1.585	Median :3.300	Median :65.17
Mean :5.375	Mean :0.06455	Mean :0.6670	Mean :1.915	Mean :3.319	Mean :64.83
3rd Qu.:5.815	3rd Qu.:0.07500	3rd Qu.:0.7250	3rd Qu.:1.962	3rd Qu.:3.502	3rd Qu.:67.21
Max. :8.155	Max. :0.13000	Max. :0.9600	Max. :8.335	Max. :4.395	Max. :72.78

Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr
Min. :12.23	Min. :0.890	Min. :0.640	Min. :0.05047	Min. :0.004780	Min. :0.001610
1st Qu.:16.16	1st Qu.:1.038	1st Qu.:1.177	1st Qu.:0.07246	1st Qu.:0.006720	1st Qu.:0.003060
Median :16.94	Median :1.255	Median :1.660	Median :0.08172	Median :0.007370	Median :0.004030
Mean :17.02	Mean :1.382	Mean :1.633	Mean :0.08213	Mean :0.007446	Mean :0.004419
3rd Qu.:17.77	3rd Qu.:1.492	3rd Qu.:2.118	3rd Qu.:0.09022	3rd Qu.:0.008015	3rd Qu.:0.005140
Max. :22.32	Max. :3.530	Max. :2.475	Max. :0.13471	Max. :0.010530	Max. :0.011760

Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr
Min. :0.000300	Min. :0.001460	Min. :0.000740	Min. :0.000440	Min.:0.00844	Min. :0.00762
1st Qu.:0.000890	1st Qu.:0.001785	1st Qu.:0.001065	1st Qu.:0.001080	1st Qu.:0.01080	1st Qu.:0.01081
Median :0.001210	Median :0.001960	Median :0.001170	Median :0.001330	Median :0.01217	Median :0.01264
Mean :0.001368	Mean :0.001970	Mean :0.001197	Mean :0.001679	Mean :0.01228	Mean :0.01302
3rd Qu.:0.001785	3rd Qu.:0.002105	3rd Qu.:0.001310	3rd Qu.:0.001940	3rd Qu.:0.01283	3rd Qu.:0.01537
Max. :0.003220	Max. :0.002850	Max. :0.001720	Max. :0.004270	Max :0.01873	Max. :0.01940

Th	V	Y	Zn	Zr
Min. :0.001070	Min. :0.005990	Min. :0.002050	Min. :0.005510	Min. :0.01311
1st Qu.:0.001485	1st Qu.:0.007905	1st Qu.:0.002570	1st Qu.:0.006780	1st Qu.:0.01633
Median :0.001600	Median :0.008960	Median :0.002940	Median :0.007700	Median :0.01791
Mean :0.001575	Mean :0.009203	Mean :0.002908	Mean :0.008458	Mean :0.01809
3rd Qu.:0.001710	3rd Qu.:0.009920	3rd Qu.:0.003220	3rd Qu.:0.009500	3rd Qu.:0.01933
Max. :0.001980	Max. :0.013760	Max. :0.004410	Max. :0.016410	Max. :0.02418

Tabla 24. Medias y desviaciones estándar de Plaça Major de Castellar del Vallès para cada uno de los clusters resultantes

	Total dendrograma		PMCV Cluster 1		PMCV Cluster 2		PMCV Cluster 3	
	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
Fe2O3	5,3750	0,9157	6,8629	0,8441	5,0043	0,5977	5,1697	0,6137
MnO	0,0645	0,0193	0,0625	0,0133	0,0660	0,0147	0,0623	0,0159
TiO2	0,6670	0,1087	0,8329	0,1172	0,6506	0,0816	0,6527	0,0715
CaO	1,9149	1,2553	2,5571	1,4370	1,5037	0,3872	1,9747	0,3703
K2O	3,3188	0,4166	3,6075	0,4573	3,2660	0,3800	3,2170	0,2327
SiO2	64,8300	4,0916	59,7708	2,5137	67,0020	2,8481	64,0843	2,5038
Al2O3	17,0222	1,6718	19,7542	1,4656	16,3817	1,1950	16,9643	1,0367
MgO	1,3821	0,5110	1,8904	0,3229	1,1925	0,2259	1,2227	0,1978
Na2O	1,6326	0,5404	0,9096	0,1709	1,6936	0,3937	2,0967	0,2446
Ba	0,0821	0,0147	0,0771	0,0087	0,0804	0,0115	0,0842	0,0108
Ce	0,0074	0,0011	0,0084	0,0011	0,0070	0,0006	0,0079	0,0012
Cr	0,0044	0,0019	0,0080	0,0024	0,0041	0,0007	0,0031	0,0007
Cu	0,0014	0,0007	0,0022	0,0006	0,0013	0,0003	0,0007	0,0003
Ga	0,0020	0,0003	0,0024	0,0003	0,0019	0,0002	0,0019	0,0002
Nb	0,0012	0,0002	0,0015	0,0002	0,0012	0,0001	0,0011	0,0001
Ni	0,0017	0,0009	0,0035	0,0008	0,0015	0,0003	0,0010	0,0002
Rb	0,0123	0,0021	0,0150	0,0028	0,0117	0,0015	0,0115	0,0009
Sr	0,0130	0,0031	0,0125	0,0024	0,0127	0,0028	0,0145	0,0023
Th	0,0016	0,0002	0,0017	0,0001	0,0015	0,0002	0,0017	0,0002
V	0,0092	0,0017	0,0121	0,0013	0,0086	0,0010	0,0089	0,0010
Y	0,0029	0,0005	0,0031	0,0004	0,0028	0,0003	0,0029	0,0005
Zn	0,0085	0,0024	0,0121	0,0026	0,0074	0,0011	0,0074	0,0011
Zr	0,0181	0,0024	0,0192	0,0040	0,0191	0,0018	0,0168	0,0018

Tabla 25. Matriz de variación composicional de Plaça Major de Castellar del Vallès con todas las variables

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	P2O5	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Pb	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,08	0,01	0,17	0,04	0,47	0,04	0,01	0,04	0,22	0,07	0,03	0,09	0,24	0,01	0,01	0,17	0,07	0,03	0,08	0,03	0,00	0,03	0,02	0,04
MnO	0,08		0,08	0,20	0,10	0,53	0,11	0,09	0,10	0,19	0,12	0,08	0,17	0,31	0,09	0,09	0,27	0,17	0,10	0,10	0,11	0,09	0,06	0,10	0,10
TiO2	0,01	0,08		0,18	0,04	0,49	0,04	0,01	0,05	0,19	0,07	0,03	0,11	0,28	0,01	0,01	0,21	0,09	0,03	0,07	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03
CaO	0,17	0,20	0,18		0,22	0,40	0,24	0,18	0,16	0,38	0,17	0,20	0,31	0,49	0,19	0,18	0,38	0,22	0,22	0,13	0,19	0,16	0,20	0,19	0,25
K2O	0,04	0,10	0,04	0,22		0,49	0,02	0,01	0,08	0,15	0,05	0,02	0,14	0,33	0,02	0,03	0,28	0,11	0,01	0,08	0,02	0,05	0,03	0,07	0,03
P2O5	0,47	0,53	0,49	0,40	0,49		0,49	0,47	0,52	0,67	0,32	0,50	0,62	0,70	0,48	0,48	0,57	0,44	0,50	0,36	0,49	0,45	0,48	0,48	0,50
SiO2	0,04	0,11	0,04	0,24	0,02	0,49		0,02	0,12	0,13	0,04	0,03	0,16	0,35	0,03	0,04	0,30	0,11	0,04	0,08	0,03	0,05	0,03	0,09	0,02
Al2O3	0,01	0,09	0,01	0,18	0,01	0,47	0,02		0,06	0,16	0,04	0,01	0,12	0,31	0,00	0,01	0,23	0,08	0,02	0,06	0,01	0,02	0,02	0,04	0,02
MgO	0,04	0,10	0,05	0,16	0,08	0,52	0,12	0,06		0,32	0,13	0,09	0,12	0,22	0,05	0,05	0,18	0,12	0,07	0,14	0,08	0,04	0,08	0,03	0,10
Na2O	0,22	0,19	0,19	0,38	0,15	0,67	0,13	0,16	0,32		0,15	0,14	0,44	0,70	0,17	0,20	0,68	0,31	0,20	0,12	0,16	0,22	0,16	0,30	0,17
Ba	0,07	0,12	0,07	0,17	0,05	0,32	0,04	0,04	0,13	0,15		0,06	0,22	0,40	0,05	0,06	0,33	0,12	0,07	0,04	0,05	0,07	0,06	0,11	0,06
Ce	0,03	0,08	0,03	0,20	0,02	0,50	0,03	0,01	0,09	0,14	0,06		0,15	0,36	0,02	0,02	0,28	0,09	0,03	0,07	0,01	0,04	0,01	0,07	0,03
Cr	0,09	0,17	0,11	0,31	0,14	0,62	0,16	0,12	0,12	0,44	0,22	0,15		0,17	0,11	0,11	0,10	0,17	0,11	0,22	0,16	0,08	0,13	0,09	0,14
Cu	0,24	0,31	0,28	0,49	0,33	0,70	0,35	0,31	0,22	0,70	0,40	0,36	0,17		0,29	0,28	0,12	0,32	0,30	0,44	0,36	0,25	0,32	0,19	0,33
Ga	0,01	0,09	0,01	0,19	0,02	0,48	0,03	0,00	0,05	0,17	0,05	0,02	0,11	0,29		0,01	0,22	0,08	0,01	0,07	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03
Nb	0,01	0,09	0,01	0,18	0,03	0,48	0,04	0,01	0,05	0,20	0,06	0,02	0,11	0,28	0,01		0,20	0,09	0,02	0,08	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Ni	0,17	0,27	0,21	0,38	0,28	0,57	0,30	0,23	0,18	0,68	0,33	0,28	0,10	0,12	0,22	0,20		0,23	0,23	0,36	0,28	0,17	0,26	0,14	0,26
Pb	0,07	0,17	0,09	0,22	0,11	0,44	0,11	0,08	0,12	0,31	0,12	0,09	0,17	0,32	0,08	0,09	0,23		0,10	0,15	0,08	0,08	0,10	0,08	0,13
Rb	0,03	0,10	0,03	0,22	0,01	0,50	0,04	0,02	0,07	0,20	0,07	0,03	0,11	0,30	0,01	0,02	0,23	0,10		0,10	0,03	0,04	0,03	0,05	0,04
Sr	0,08	0,10	0,07	0,13	0,08	0,36	0,08	0,06	0,14	0,12	0,04	0,07	0,22	0,44	0,07	0,08	0,36	0,15	0,10		0,08	0,07	0,08	0,13	0,09
Th	0,03	0,11	0,03	0,19	0,02	0,49	0,03	0,01	0,08	0,16	0,05	0,01	0,16	0,36	0,02	0,02	0,28	0,08	0,03	0,08		0,04	0,03	0,06	0,03
V	0,00	0,09	0,02	0,16	0,05	0,45	0,05	0,02	0,04	0,22	0,07	0,04	0,08	0,25	0,02	0,02	0,17	0,08	0,04	0,07	0,04		0,04	0,03	0,05
Y	0,03	0,06	0,02	0,20	0,03	0,48	0,03	0,02	0,08	0,16	0,06	0,01	0,13	0,32	0,02	0,02	0,26	0,10	0,03	0,08	0,03	0,04		0,05	0,03
Zn	0,02	0,10	0,03	0,19	0,07	0,48	0,09	0,04	0,03	0,30	0,11	0,07	0,09	0,19	0,04	0,03	0,14	0,08	0,05	0,13	0,06	0,03	0,05		0,08
Zr	0,04	0,10	0,03	0,25	0,03	0,50	0,02	0,02	0,10	0,17	0,06	0,03	0,14	0,33	0,03	0,03	0,26	0,13	0,04	0,09	0,03	0,05	0,03	0,08	
?.i	2,04	3,44	2,12	5,61	2,44	11,88	2,61	2,02	2,96	6,54	2,87	2,40	4,22	8,07	2,04	2,07	6,43	3,56	2,37	3,24	2,40	2,08	2,33	2,49	2,58
vt/?.i	0,89	0,53	0,86	0,32	0,74	0,15	0,69	0,90	0,61	0,28	0,63	0,76	0,43	0,23	0,89	0,88	0,28	0,51	0,77	0,56	0,76	0,87	0,78	0,73	0,70
vt	1,82																								

Tabla 26. Matriz de variación composicional de Plaça Major de Castellar del Vallès excluyendo P_2O_5 y Pb

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,08	0,01	0,17	0,04	0,04	0,01	0,04	0,22	0,07	0,03	0,09	0,24	0,01	0,01	0,17	0,03	0,08	0,03	0,00	0,03	0,02	0,04
MnO	0,08		0,08	0,20	0,10	0,11	0,09	0,10	0,19	0,12	0,08	0,17	0,31	0,09	0,09	0,27	0,10	0,10	0,11	0,09	0,06	0,10	0,10
TiO2	0,01	0,08		0,18	0,04	0,04	0,01	0,05	0,19	0,07	0,03	0,11	0,28	0,01	0,01	0,21	0,03	0,07	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03
CaO	0,17	0,20	0,18		0,22	0,24	0,18	0,16	0,38	0,17	0,20	0,31	0,49	0,19	0,18	0,38	0,22	0,13	0,19	0,16	0,20	0,19	0,25
K2O	0,04	0,10	0,04	0,22		0,02	0,01	0,08	0,15	0,05	0,02	0,14	0,33	0,02	0,03	0,28	0,01	0,08	0,02	0,05	0,03	0,07	0,03
SiO2	0,04	0,11	0,04	0,24	0,02		0,02	0,12	0,13	0,04	0,03	0,16	0,35	0,03	0,04	0,30	0,04	0,08	0,03	0,05	0,03	0,09	0,02
Al2O3	0,01	0,09	0,01	0,18	0,01	0,02		0,06	0,16	0,04	0,01	0,12	0,31	0,00	0,01	0,23	0,02	0,06	0,01	0,02	0,02	0,04	0,02
MgO	0,04	0,10	0,05	0,16	0,08	0,12	0,06		0,32	0,13	0,09	0,12	0,22	0,05	0,05	0,18	0,07	0,14	0,08	0,04	0,08	0,03	0,10
Na2O	0,22	0,19	0,19	0,38	0,15	0,13	0,16	0,32		0,15	0,14	0,44	0,70	0,17	0,20	0,68	0,20	0,12	0,16	0,22	0,16	0,30	0,17
Ba	0,07	0,12	0,07	0,17	0,05	0,04	0,04	0,13	0,15		0,06	0,22	0,40	0,05	0,06	0,33	0,07	0,04	0,05	0,07	0,06	0,11	0,06
Ce	0,03	0,08	0,03	0,20	0,02	0,03	0,01	0,09	0,14	0,06		0,15	0,36	0,02	0,02	0,28	0,03	0,07	0,01	0,04	0,01	0,07	0,03
Cr	0,09	0,17	0,11	0,31	0,14	0,16	0,12	0,12	0,44	0,22	0,15		0,17	0,11	0,11	0,10	0,11	0,22	0,16	0,08	0,13	0,09	0,14
Cu	0,24	0,31	0,28	0,49	0,33	0,35	0,31	0,22	0,70	0,40	0,36	0,17		0,29	0,28	0,12	0,30	0,44	0,36	0,25	0,32	0,19	0,33
Ga	0,01	0,09	0,01	0,19	0,02	0,03	0,00	0,05	0,17	0,05	0,02	0,11	0,29		0,01	0,22	0,01	0,07	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03
Nb	0,01	0,09	0,01	0,18	0,03	0,04	0,01	0,05	0,20	0,06	0,02	0,11	0,28	0,01		0,20	0,02	0,08	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Ni	0,17	0,27	0,21	0,38	0,28	0,30	0,23	0,18	0,68	0,33	0,28	0,10	0,12	0,22	0,20		0,23	0,36	0,28	0,17	0,26	0,14	0,26
Rb	0,03	0,10	0,03	0,22	0,01	0,04	0,02	0,07	0,20	0,07	0,03	0,11	0,30	0,01	0,02	0,23		0,10	0,03	0,04	0,03	0,05	0,04
Sr	0,08	0,10	0,07	0,13	0,08	0,08	0,06	0,14	0,12	0,04	0,07	0,22	0,44	0,07	0,08	0,36	0,10		0,08	0,07	0,08	0,13	0,09
Th	0,03	0,11	0,03	0,19	0,02	0,03	0,01	0,08	0,16	0,05	0,01	0,16	0,36	0,02	0,02	0,28	0,03	0,08		0,04	0,03	0,06	0,03
V	0,00	0,09	0,02	0,16	0,05	0,05	0,02	0,04	0,22	0,07	0,04	0,08	0,25	0,02	0,02	0,17	0,04	0,07	0,04		0,04	0,03	0,05
Y	0,03	0,06	0,02	0,20	0,03	0,03	0,02	0,08	0,16	0,06	0,01	0,13	0,32	0,02	0,02	0,26	0,03	0,08	0,03	0,04		0,05	0,03
Zn	0,02	0,10	0,03	0,19	0,07	0,09	0,04	0,03	0,30	0,11	0,07	0,09	0,19	0,04	0,03	0,14	0,05	0,13	0,06	0,03	0,05		0,08
Zr	0,04	0,10	0,03	0,25	0,03	0,02	0,02	0,10	0,17	0,06	0,03	0,14	0,33	0,03	0,03	0,26	0,04	0,09	0,03	0,05	0,03	0,08	
?.i	1,50	2,73	1,54	4,99	1,83	2,02	1,47	2,31	5,56	2,43	1,80	3,44	7,05	1,48	1,50	5,63	1,78	2,72	1,83	1,56	1,75	1,94	1,96
vt/?.i	0,88	0,48	0,86	0,26	0,72	0,66	0,90	0,57	0,24	0,55	0,73	0,38	0,19	0,89	0,88	0,23	0,74	0,49	0,72	0,85	0,76	0,68	0,67
vt	1,32																						

Tabla 27. Matriz de variación composicional de Plaça Major de Castellar del Vallès sin CaO

	Fe2O3	MnO	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,08	0,01	0,04	0,04	0,01	0,04	0,22	0,07	0,03	0,09	0,24	0,01	0,01	0,17	0,03	0,08	0,03	0,00	0,03	0,02	0,04
MnO	0,08		0,08	0,10	0,11	0,09	0,10	0,19	0,12	0,08	0,17	0,31	0,09	0,09	0,27	0,10	0,10	0,11	0,09	0,06	0,10	0,10
TiO2	0,01	0,08		0,04	0,04	0,01	0,05	0,19	0,07	0,03	0,11	0,28	0,01	0,01	0,21	0,03	0,07	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03
K2O	0,04	0,10	0,04		0,02	0,01	0,08	0,15	0,05	0,02	0,14	0,33	0,02	0,03	0,28	0,01	0,08	0,02	0,05	0,03	0,07	0,03
SiO2	0,04	0,11	0,04	0,02		0,02	0,12	0,13	0,04	0,03	0,16	0,35	0,03	0,04	0,30	0,04	0,08	0,03	0,05	0,03	0,09	0,02
Al2O3	0,01	0,09	0,01	0,01	0,02		0,06	0,16	0,04	0,01	0,12	0,31	0,00	0,01	0,23	0,02	0,06	0,01	0,02	0,02	0,04	0,02
MgO	0,04	0,10	0,05	0,08	0,12	0,06		0,32	0,13	0,09	0,12	0,22	0,05	0,05	0,18	0,07	0,14	0,08	0,04	0,08	0,03	0,10
Na2O	0,22	0,19	0,19	0,15	0,13	0,16	0,32		0,15	0,14	0,44	0,70	0,17	0,20	0,68	0,20	0,12	0,16	0,22	0,16	0,30	0,17
Ba	0,07	0,12	0,07	0,05	0,04	0,04	0,13	0,15		0,06	0,22	0,40	0,05	0,06	0,33	0,07	0,04	0,05	0,07	0,06	0,11	0,06
Ce	0,03	0,08	0,03	0,02	0,03	0,01	0,09	0,14	0,06		0,15	0,36	0,02	0,02	0,28	0,03	0,07	0,01	0,04	0,01	0,07	0,03
Cr	0,09	0,17	0,11	0,14	0,16	0,12	0,12	0,44	0,22	0,15		0,17	0,11	0,11	0,10	0,11	0,22	0,16	0,08	0,13	0,09	0,14
Cu	0,24	0,31	0,28	0,33	0,35	0,31	0,22	0,70	0,40	0,36	0,17		0,29	0,28	0,12	0,30	0,44	0,36	0,25	0,32	0,19	0,33
Ga	0,01	0,09	0,01	0,02	0,03	0,00	0,05	0,17	0,05	0,02	0,11	0,29		0,01	0,22	0,01	0,07	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03
Nb	0,01	0,09	0,01	0,03	0,04	0,01	0,05	0,20	0,06	0,02	0,11	0,28	0,01		0,20	0,02	0,08	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Ni	0,17	0,27	0,21	0,28	0,30	0,23	0,18	0,68	0,33	0,28	0,10	0,12	0,22	0,20		0,23	0,36	0,28	0,17	0,26	0,14	0,26
Rb	0,03	0,10	0,03	0,01	0,04	0,02	0,07	0,20	0,07	0,03	0,11	0,30	0,01	0,02	0,23		0,10	0,03	0,04	0,03	0,05	0,04
Sr	0,08	0,10	0,07	0,08	0,08	0,06	0,14	0,12	0,04	0,07	0,22	0,44	0,07	0,08	0,36	0,10		0,08	0,07	0,08	0,13	0,09
Th	0,03	0,11	0,03	0,02	0,03	0,01	0,08	0,16	0,05	0,01	0,16	0,36	0,02	0,02	0,28	0,03	0,08		0,04	0,03	0,06	0,03
V	0,00	0,09	0,02	0,05	0,05	0,02	0,04	0,22	0,07	0,04	0,08	0,25	0,02	0,02	0,17	0,04	0,07	0,04		0,04	0,03	0,05
Y	0,03	0,06	0,02	0,03	0,03	0,02	0,08	0,16	0,06	0,01	0,13	0,32	0,02	0,02	0,26	0,03	0,08	0,03	0,04		0,05	0,03
Zn	0,02	0,10	0,03	0,07	0,09	0,04	0,03	0,30	0,11	0,07	0,09	0,19	0,04	0,03	0,14	0,05	0,13	0,06	0,03	0,05		0,08
Zr	0,04	0,10	0,03	0,03	0,02	0,02	0,10	0,17	0,06	0,03	0,14	0,33	0,03	0,03	0,26	0,04	0,09	0,03	0,05	0,03	0,08	
?.i	1,32	2,53	1,36	1,61	1,78	1,29	2,15	5,18	2,26	1,60	3,13	6,55	1,29	1,32	5,25	1,56	2,59	1,64	1,40	1,55	1,75	1,71
vt/?.i	0,87	0,46	0,85	0,72	0,65	0,90	0,54	0,22	0,51	0,72	0,37	0,18	0,89	0,87	0,22	0,74	0,45	0,71	0,82	0,75	0,66	0,68
vt	1,16																					

Tabla 28. Datos químicos crudos de Ca l'Estrada con LOI. Elementos mayores expresados en % y trazas en ppm

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	P2O5	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr	Pb	LOI	Suma
EST001	4,923	0,048	0,602	1,169	3,509	64,988	17,128	1,194	1,657	0,200	837,38	66,64	53,30	13,29	18,95	11,84	22,41	113,12	129,02	15,98	84,95	29,55	68,08	183,16	27,93	6,48	102,07
EST002	4,794	0,062	0,597	1,772	3,422	66,115	17,078	0,847	2,142	0,585	871,97	72,74	51,62	9,44	16,84	11,51	14,57	102,11	147,82	16,40	82,19	32,48	57,11	177,13	26,87	4,28	101,87
EST003	4,594	0,052	0,583	1,485	3,274	66,428	16,342	1,093	1,889	0,504	900,11	79,04	49,34	9,81	17,11	10,42	19,96	105,56	132,24	14,95	86,33	25,56	69,38	156,62	22,90	2,95	99,36
EST004	5,480	0,050	0,695	1,865	3,106	63,782	17,638	1,336	2,120	0,378	1005,87	85,10	44,34	6,94	18,77	11,35	12,70	106,45	183,04	15,73	93,53	22,19	69,71	162,61	25,99	5,06	101,70
EST005	5,548	0,079	0,672	1,667	3,498	64,674	16,973	1,331	1,951	0,345	935,32	73,07	47,58	16,27	17,94	12,50	21,41	104,90	156,13	15,74	92,41	30,62	69,17	188,04	26,63	4,53	101,45
EST006	5,632	0,066	0,676	1,315	3,303	64,448	16,554	1,468	1,833	0,347	801,14	71,87	61,59	16,61	18,07	12,12	25,21	110,74	118,97	15,08	97,38	28,81	76,45	187,32	23,92	5,70	101,51
EST007	5,443	0,072	0,675	1,582	3,362	64,714	17,121	1,229	1,989	0,319	899,99	79,93	53,19	12,46	17,87	11,67	17,70	101,58	150,30	16,51	92,94	28,38	67,29	174,43	37,04	4,00	100,68
EST008	4,945	0,042	0,569	1,320	3,455	65,054	17,479	1,073	2,206	0,222	914,97	71,89	38,51	8,19	19,52	12,29	13,94	112,75	139,81	18,49	83,47	24,76	59,03	168,85	27,41	5,06	101,60
EST009	5,241	0,049	0,671	1,658	3,013	64,821	16,882	0,896	1,881	0,276	875,39	82,91	41,85	8,60	18,54	12,15	16,12	104,01	148,67	16,57	99,50	28,53	64,44	195,61	24,03	5,34	100,91
EST010	4,737	0,037	0,550	1,683	3,545	64,502	17,867	0,757	2,451	0,571	1027,12	64,58	30,67	6,99	18,63	11,86	12,50	109,09	170,48	16,72	80,80	22,55	54,83	155,30	27,67	4,87	101,75
EST011	5,601	0,074	0,672	1,604	3,378	64,334	16,903	1,313	2,122	0,490	1113,70	84,27	47,29	17,94	18,56	12,80	22,51	108,35	150,96	17,58	93,74	31,60	78,66	200,50	26,59	4,63	101,32
EST012	3,795	0,046	0,498	1,340	3,337	68,922	15,265	1,059	1,458	0,196	934,38	67,14	49,21	14,07	15,61	9,25	16,92	102,60	126,31	13,18	68,54	23,82	54,48	183,46	23,10	5,23	101,32
EST013	6,402	0,063	0,700	1,914	2,891	64,630	17,410	1,325	0,538	0,353	975,24	68,45	78,14	24,00	20,40	11,68	31,89	108,33	120,17	14,24	128,48	21,11	190,38	186,19	200,47	4,79	101,24
EST014	5,888	0,067	0,706	1,190	3,525	64,960	17,710	1,361	1,883	0,251	728,81	84,60	58,94	16,02	20,24	13,67	24,70	119,55	121,44	17,75	100,48	33,65	79,25	206,24	29,56	3,07	100,77
EST015	4,859	0,052	0,595	1,595	3,406	65,246	16,937	1,086	2,230	0,460	1009,14	74,65	37,09	10,26	17,38	11,94	15,89	107,77	146,10	16,89	81,75	33,76	60,34	184,85	26,18	4,60	101,25
EST016	4,876	0,057	0,591	1,656	3,382	65,135	16,931	1,072	2,221	0,539	1161,54	76,43	46,28	11,01	18,53	12,34	17,56	110,76	150,72	17,61	84,51	34,50	64,24	191,03	26,49	4,51	101,17
EST017	5,665	0,062	0,681	1,553	3,412	64,231	16,958	1,554	1,860	0,391	1046,38	80,87	48,32	18,19	18,71	13,17	26,11	114,92	135,61	18,46	94,57	30,54	78,97	204,26	27,92	4,41	100,97
EST018	4,393	0,020	0,463	3,019	2,943	61,924	16,650	0,582	2,629	0,200	747,01	44,05	30,17	4,66	18,03	10,89	11,06	82,06	119,86	15,64	66,71	21,15	37,12	130,75	17,68	8,66	101,62
EST019	5,434	0,054	0,679	1,794	3,046	63,969	17,328	1,293	2,044	0,425	997,24	82,16	43,16	7,44	17,58	11,24	13,51	103,57	174,20	15,45	91,42	23,40	68,67	155,57	24,38	5,34	101,59
EST020	5,524	0,059	0,679	1,516	3,196	63,253	16,888	1,353	1,829	0,351	867,06	81,60	58,96	13,94	18,57	12,22	22,52	106,33	137,21	16,38	99,76	31,25	73,92	187,12	26,14	6,09	100,91
EST021	4,592	0,051	0,589	1,485	3,273	66,149	16,470	1,095	1,837	0,482	937,89	74,77	47,57	11,26	17,72	10,85	23,19	107,21	132,90	15,99	86,46	26,44	70,34	157,69	24,27	5,25	101,45
EST022	5,525	0,057	0,684	1,744	3,068	63,993	17,468	1,347	2,128	0,407	980,74	79,89	43,20	8,62	18,16	10,70	13,97	101,61	166,87	14,14	90,23	22,59	67,40	147,68	23,87	4,01	100,61
EST023	4,850	0,032	0,563	1,462	3,365	62,834	16,558	1,379	2,330	0,100	859,59	70,42	40,90	6,05	17,89	10,09	12,43	110,71	130,77	16,06	80,66	20,18	49,81	129,64	23,49	8,57	102,20
EST024	4,854	0,045	0,588	1,422	3,196	65,940	16,608	1,188	2,062	0,178	831,79	79,63	57,68	11,14	18,03	10,98	19,23	106,79	139,80	15,09	91,05	27,68	61,61	161,48	23,40	5,79	102,03
EST025	4,460	0,056	0,586	2,538	3,566	64,498	15,958	1,019	2,060	0,419	817,51	74,64	52,37	10,27	16,21	10,84	16,60	115,78	141,95	15,30	85,80	25,72	62,02	161,21	23,68	5,90	101,22
EST026	5,093	0,063	0,579	1,399	3,408	62,917	16,897	1,312	2,352	0,260	799,73	65,58	41,89	10,97	18,78	11,40	19,54	106,43	126,87	16,15	78,24	30,15	64,58	172,17	24,74	6,81	101,25
EST027	5,095	0,062	0,577	1,413	3,389	62,864	16,839	1,306	2,336	0,292	803,08	69,13	43,28	11,78	18,65	11,49	21,19	107,88	125,52	16,68	80,61	30,21	66,45	174,84	25,41	7,14	101,47
EST028	5,351	0,054	0,629	1,570	3,150	64,043	16,922	1,156	1,879	0,560	955,80	78,19	46,55	10,60	17,14	10,35	21,08	100,56	139,23	15,21	89,11	22,66	67,40	168,19	24,66	5,56	101,04
EST029	5,383	0,064	0,668	1,529	3,223	63,774	16,766	1,230	1,865	0,413	848,68	73,57	42,32	12,03	18,09	12,15	22,03	103,71	130,83	16,28	84,61	29,18	73,66	178,05	28,10	5,25	100,33
EST030	5,971	0,122	0,747	1,925	3,089	63,106	17,511	1,019	1,699	0,144	1114,97	90,64	45,72	19,73	18,30	13,80	18,39	109,56	181,73	20,58	97,13	29,65	83,32	206,19	48,47	5,48	101,02

Tabla 29. Resumen estadístico de los datos químicos de Ca l'Estrada. Se expresa el valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento

Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2
Min. :3.795	Min. :0.01965	Min. :0.4629	Min. :1.169	Min. :2.891	Min. :61.92
1st Qu.:4.851	1st Qu.:0.04951	1st Qu.:0.5835	1st Qu.:1.432	1st Qu.:3.161	1st Qu.:63.83
Median :5.168	Median :0.05633	Median :0.6155	Median :1.576	Median :3.349	Median :64.50
Mean :5.165	Mean :0.05720	Mean :0.6254	Mean :1.639	Mean :3.291	Mean :64.54
3rd Qu.:5.525	3rd Qu.:0.06330	3rd Qu.:0.6778	3rd Qu.:1.729	3rd Qu.:3.411	3rd Qu.:65.04
Max. :6.402	Max. :0.12160	Max. :0.7474	Max. :3.019	Max. :3.566	Max. :68.92

Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr
Min. :15.27	Min. :0.5823	Min. :0.5384	Min. :0.07288	Min. :0.004405	Min. :0.003017
1st Qu.:16.68	1st Qu.:1.0720	1st Qu.:1.8612	1st Qu.:0.08402	1st Qu.:0.007078	1st Qu.:0.004253
Median :16.93	Median :1.2115	Median :2.0163	Median :0.09075	Median :0.007471	Median :0.004692
Mean :16.93	Mean :1.1758	Mean :1.9827	Mean :0.09200	Mean :0.007495	Mean :0.004770
3rd Qu.:17.28	3rd Qu.:1.3294	3rd Qu.:2.1899	3rd Qu.:0.09931	3rd Qu.:0.008063	3rd Qu.:0.005218
Max. :17.87	Max. :1.5542	Max. :2.6293	Max. :0.11615	Max. :0.009064	Max. :0.007814

Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr
Min. :0.0004658	Min. :0.001561	Min. :0.0009251	Min. :0.001106	Min. :0.008206	Min. :0.01190
1st Qu.:0.0008822	1st Qu.:0.001776	1st Qu.:0.0010911	1st Qu.:0.001490	1st Qu.:0.010379	1st Qu.:0.01295
Median :0.0011072	Median :0.001812	Median :0.0011672	Median :0.001881	Median :0.010700	Median :0.01395
Mean :0.0011951	Mean :0.001816	Mean :0.0011651	Mean :0.001889	Mean :0.010683	Mean :0.01425
3rd Qu.:0.0014034	3rd Qu.:0.001865	3rd Qu.:0.0012205	3rd Qu.:0.002231	3rd Qu.:0.011042	3rd Qu.:0.01506
Max. :0.0024001	Max. :0.002040	Max. :0.0013803	Max. :0.003189	Max. :0.011955	Max. :0.01830

Th	V	Y	Zn	Zr
Min. :0.001318	Min. :0.006671	Min. :0.002018	Min. :0.003712	Min. :0.01296
1st Qu.:0.001534	1st Qu.:0.008251	1st Qu.:0.002351	1st Qu.:0.006171	1st Qu.:0.01613
Median :0.001611	Median :0.008778	Median :0.002845	Median :0.006740	Median :0.01760
Mean :0.001623	Mean :0.008891	Mean :0.002742	Mean :0.007027	Mean :0.01745
3rd Qu.:0.001671	3rd Qu.:0.009369	3rd Qu.:0.003046	3rd Qu.:0.007283	3rd Qu.:0.01873
Max. :0.002058	Max. :0.012848	Max. :0.003449	Max. :0.019038	Max. :0.02062

Tabla 30. Medias y desviaciones estándar de Ca l'Estrada para cada uno de los clusters resultantes

	Total dendrograma			EST Cluster	
	m	sd		m	sd
Fe2O3	5,1650	0,5426		5,1325	0,4712
MnO	0,0572	0,0173		0,0567	0,0103
TiO2	0,6254	0,0661		0,6270	0,0544
CaO	1,6395	0,3703		1,5632	0,2656
K2O	3,2909	0,1853		3,3177	0,1536
SiO2	64,5415	1,3457		64,6955	1,3112
Al2O3	16,9346	0,5312		16,8692	0,5124
MgO	1,1758	0,2142		1,2150	0,1694
Na2O	1,9827	0,3701		2,0063	0,2149
Ba	0,0920	0,0109		0,0913	0,0102
Ce	0,0075	0,0009		0,0076	0,0006
Cr	0,0048	0,0009		0,0048	0,0007
Cu	0,0012	0,0004		0,0012	0,0003
Ga	0,0018	0,0001		0,0018	0,0001
Nb	0,0012	0,0001		0,0012	0,0001
Ni	0,0019	0,0005		0,0019	0,0004
Rb	0,0107	0,0007		0,0108	0,0005
Sr	0,0143	0,0018		0,0142	0,0016
Th	0,0016	0,0001		0,0016	0,0001
V	0,0089	0,0011		0,0088	0,0008
Y	0,0027	0,0004		0,0028	0,0004
Zn	0,0070	0,0025		0,0067	0,0007
Zr	0,0175	0,0020		0,0175	0,0018

Tabla 31. Matriz de variación composicional de Ca l'Estrada con todas las variables

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	P2O5	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	V	Cr	Ni	Cu	Zn	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba	Ce	Pb	Th
Fe2O3		0,07	0,00	0,05	0,02	0,20	0,01	0,01	0,03	0,11	0,00	0,03	0,05	0,11	0,04	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,13	0,01
MnO	0,07		0,06	0,16	0,09	0,24	0,10	0,09	0,07	0,22	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,10	0,08	0,09	0,07	0,06	0,07	0,09	0,06	0,17	0,09
TiO2	0,00	0,06		0,06	0,02	0,19	0,01	0,01	0,03	0,11	0,00	0,03	0,05	0,10	0,04	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,14	0,01
CaO	0,05	0,16	0,06		0,05	0,21	0,04	0,04	0,13	0,11	0,06	0,10	0,15	0,23	0,12	0,05	0,06	0,04	0,09	0,07	0,05	0,05	0,07	0,19	0,05
K2O	0,02	0,09	0,02	0,05		0,19	0,00	0,00	0,04	0,06	0,02	0,04	0,07	0,14	0,07	0,01	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,18	0,01
P2O5	0,20	0,24	0,19	0,21	0,19		0,19	0,19	0,24	0,26	0,19	0,23	0,23	0,32	0,21	0,20	0,20	0,18	0,19	0,19	0,20	0,17	0,19	0,36	0,21
SiO2	0,01	0,10	0,01	0,04	0,00	0,19		0,00	0,04	0,08	0,02	0,04	0,07	0,13	0,06	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,17	0,01
Al2O3	0,01	0,09	0,01	0,04	0,00	0,19	0,00		0,04	0,07	0,01	0,04	0,07	0,14	0,06	0,00	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,16	0,01
MgO	0,03	0,07	0,03	0,13	0,04	0,24	0,04	0,04		0,15	0,03	0,04	0,05	0,10	0,05	0,04	0,03	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03	0,18	0,05
Na2O	0,11	0,22	0,11	0,11	0,06	0,26	0,08	0,07	0,15		0,13	0,18	0,22	0,34	0,25	0,08	0,08	0,07	0,08	0,11	0,08	0,10	0,10	0,43	0,07
V	0,00	0,07	0,00	0,06	0,02	0,19	0,02	0,01	0,03	0,13		0,02	0,05	0,10	0,03	0,01	0,01	0,03	0,04	0,02	0,01	0,02	0,01	0,11	0,02
Cr	0,03	0,07	0,03	0,10	0,04	0,23	0,04	0,04	0,04	0,18	0,02		0,03	0,07	0,03	0,04	0,03	0,07	0,05	0,03	0,04	0,06	0,03	0,12	0,05
Ni	0,05	0,07	0,05	0,15	0,07	0,23	0,07	0,07	0,05	0,22	0,05	0,03		0,04	0,03	0,06	0,06	0,11	0,06	0,04	0,06	0,08	0,07	0,14	0,07
Cu	0,11	0,06	0,10	0,23	0,14	0,32	0,13	0,14	0,10	0,34	0,10	0,07	0,04		0,06	0,13	0,12	0,17	0,10	0,08	0,11	0,14	0,12	0,13	0,14
Zn	0,04	0,06	0,04	0,12	0,07	0,21	0,06	0,06	0,05	0,25	0,03	0,03	0,03	0,06		0,05	0,05	0,08	0,08	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,07
Ga	0,01	0,10	0,01	0,05	0,01	0,20	0,00	0,00	0,04	0,08	0,01	0,04	0,06	0,13	0,05		0,01	0,02	0,03	0,01	0,00	0,02	0,02	0,15	0,01
Rb	0,01	0,08	0,01	0,06	0,00	0,20	0,00	0,00	0,03	0,08	0,01	0,03	0,06	0,12	0,05	0,01		0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,16	0,01
Sr	0,02	0,09	0,02	0,04	0,02	0,18	0,02	0,01	0,06	0,07	0,03	0,07	0,11	0,17	0,08	0,02	0,02		0,04	0,03	0,02	0,01	0,02	0,19	0,02
Y	0,03	0,07	0,03	0,09	0,02	0,19	0,02	0,03	0,05	0,08	0,04	0,05	0,06	0,10	0,08	0,03	0,02	0,04		0,01	0,01	0,04	0,03	0,21	0,02
Zr	0,01	0,06	0,01	0,07	0,01	0,19	0,01	0,01	0,04	0,11	0,02	0,03	0,04	0,08	0,05	0,01	0,01	0,03	0,01		0,01	0,02	0,02	0,15	0,01
Nb	0,01	0,07	0,01	0,05	0,01	0,20	0,01	0,01	0,04	0,08	0,01	0,04	0,06	0,11	0,06	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01		0,02	0,02	0,16	0,00
Ba	0,02	0,09	0,02	0,05	0,02	0,17	0,01	0,01	0,05	0,10	0,02	0,06	0,08	0,14	0,06	0,02	0,02	0,01	0,04	0,02	0,02		0,02	0,16	0,02
Ce	0,01	0,06	0,01	0,07	0,02	0,19	0,02	0,02	0,03	0,10	0,01	0,03	0,07	0,12	0,05	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02		0,17	0,02
Pb	0,13	0,17	0,14	0,19	0,18	0,36	0,17	0,16	0,18	0,43	0,11	0,12	0,14	0,13	0,05	0,15	0,16	0,19	0,21	0,15	0,16	0,16	0,17		0,17
Th	0,01	0,09	0,01	0,05	0,01	0,21	0,01	0,01	0,05	0,07	0,02	0,05	0,07	0,14	0,07	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,02	0,02	0,17	
?.i	1,00	2,29	0,97	2,20	1,14	5,18	1,07	1,04	1,63	3,50	1,01	1,47	1,93	3,17	1,74	1,05	1,02	1,35	1,34	1,02	1,01	1,20	1,12	4,17	1,14
vt/?.i	0,88	0,38	0,90	0,40	0,77	0,17	0,81	0,84	0,54	0,25	0,87	0,59	0,45	0,28	0,50	0,83	0,86	0,65	0,65	0,86	0,86	0,73	0,78	0,21	0,77
vt	0,88																								

Tabla 32. Matriz de variación composicional de Ca l'Estrada excluyendo P_2O_5 y Pb

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	V	Cr	Ni	Cu	Zn	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba	Ce	Th
Fe2O3		0,07	0,00	0,05	0,02	0,01	0,01	0,03	0,11	0,00	0,03	0,05	0,11	0,04	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
MnO	0,07		0,06	0,16	0,09	0,10	0,09	0,07	0,22	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,10	0,08	0,09	0,07	0,06	0,07	0,09	0,06	0,09
TiO2	0,00	0,06		0,06	0,02	0,01	0,01	0,03	0,11	0,00	0,03	0,05	0,10	0,04	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
CaO	0,05	0,16	0,06		0,05	0,04	0,04	0,13	0,11	0,06	0,10	0,15	0,23	0,12	0,05	0,06	0,04	0,09	0,07	0,05	0,05	0,07	0,05
K2O	0,02	0,09	0,02	0,05		0,00	0,00	0,04	0,06	0,02	0,04	0,07	0,14	0,07	0,01	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
SiO2	0,01	0,10	0,01	0,04	0,00		0,00	0,04	0,08	0,02	0,04	0,07	0,13	0,06	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Al2O3	0,01	0,09	0,01	0,04	0,00	0,00		0,04	0,07	0,01	0,04	0,07	0,14	0,06	0,00	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
MgO	0,03	0,07	0,03	0,13	0,04	0,04	0,04		0,15	0,03	0,04	0,05	0,10	0,05	0,04	0,03	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03	0,05
Na2O	0,11	0,22	0,11	0,11	0,06	0,08	0,07	0,15		0,13	0,18	0,22	0,34	0,25	0,08	0,08	0,07	0,08	0,11	0,08	0,10	0,10	0,07
V	0,00	0,07	0,00	0,06	0,02	0,02	0,01	0,03	0,13		0,02	0,05	0,10	0,03	0,01	0,01	0,03	0,04	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
Cr	0,03	0,07	0,03	0,10	0,04	0,04	0,04	0,04	0,18	0,02		0,03	0,07	0,03	0,04	0,03	0,07	0,05	0,03	0,04	0,06	0,03	0,05
Ni	0,05	0,07	0,05	0,15	0,07	0,07	0,07	0,05	0,22	0,05	0,03		0,04	0,03	0,06	0,06	0,11	0,06	0,04	0,06	0,08	0,07	0,07
Cu	0,11	0,06	0,10	0,23	0,14	0,13	0,14	0,10	0,34	0,10	0,07	0,04		0,06	0,13	0,12	0,17	0,10	0,08	0,11	0,14	0,12	0,14
Zn	0,04	0,06	0,04	0,12	0,07	0,06	0,06	0,05	0,25	0,03	0,03	0,03	0,06		0,05	0,05	0,08	0,08	0,05	0,06	0,06	0,05	0,07
Ga	0,01	0,10	0,01	0,05	0,01	0,00	0,00	0,04	0,08	0,01	0,04	0,06	0,13	0,05		0,01	0,02	0,03	0,01	0,00	0,02	0,02	0,01
Rb	0,01	0,08	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	0,03	0,08	0,01	0,03	0,06	0,12	0,05	0,01		0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Sr	0,02	0,09	0,02	0,04	0,02	0,02	0,01	0,06	0,07	0,03	0,07	0,11	0,17	0,08	0,02	0,02		0,04	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02
Y	0,03	0,07	0,03	0,09	0,02	0,02	0,03	0,05	0,08	0,04	0,05	0,06	0,10	0,08	0,03	0,02	0,04		0,01	0,01	0,04	0,03	0,02
Zr	0,01	0,06	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01	0,04	0,11	0,02	0,03	0,04	0,08	0,05	0,01	0,01	0,03	0,01		0,01	0,02	0,02	0,01
Nb	0,01	0,07	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,04	0,08	0,01	0,04	0,06	0,11	0,06	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01		0,02	0,02	0,00
Ba	0,02	0,09	0,02	0,05	0,02	0,01	0,01	0,05	0,10	0,02	0,06	0,08	0,14	0,06	0,02	0,02	0,01	0,04	0,02	0,02		0,02	0,02
Ce	0,01	0,06	0,01	0,07	0,02	0,02	0,02	0,03	0,10	0,01	0,03	0,07	0,12	0,05	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02		0,02
Th	0,01	0,09	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,05	0,07	0,02	0,05	0,07	0,14	0,07	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,02	0,02	
?.i	0,67	1,88	0,64	1,80	0,76	0,72	0,69	1,21	2,80	0,70	1,12	1,56	2,72	1,47	0,70	0,66	0,98	0,94	0,68	0,66	0,88	0,76	0,76
vt/?.i	0,83	0,30	0,88	0,31	0,74	0,78	0,81	0,46	0,20	0,80	0,50	0,36	0,21	0,38	0,80	0,85	0,57	0,60	0,82	0,85	0,64	0,74	0,74
vt	0,56																						

Tabla 33. Matriz de variación composicional de Ca l'Estrada sin CaO

	Fe2O3	MnO	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	V	Cr	Ni	Cu	Zn	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba	Ce	Th
Fe2O3		0,07	0,00	0,02	0,01	0,01	0,03	0,11	0,00	0,03	0,05	0,11	0,04	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
MnO	0,07		0,06	0,09	0,10	0,09	0,07	0,22	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,10	0,08	0,09	0,07	0,06	0,07	0,09	0,06	0,09
TiO2	0,00	0,06		0,02	0,01	0,01	0,03	0,11	0,00	0,03	0,05	0,10	0,04	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
K2O	0,02	0,09	0,02		0,00	0,00	0,04	0,06	0,02	0,04	0,07	0,14	0,07	0,01	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
SiO2	0,01	0,10	0,01	0,00		0,00	0,04	0,08	0,02	0,04	0,07	0,13	0,06	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Al2O3	0,01	0,09	0,01	0,00	0,00		0,04	0,07	0,01	0,04	0,07	0,14	0,06	0,00	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
MgO	0,03	0,07	0,03	0,04	0,04	0,04		0,15	0,03	0,04	0,05	0,10	0,05	0,04	0,03	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03	0,05
Na2O	0,11	0,22	0,11	0,06	0,08	0,07	0,15		0,13	0,18	0,22	0,34	0,25	0,08	0,08	0,07	0,08	0,11	0,08	0,10	0,10	0,07
V	0,00	0,07	0,00	0,02	0,02	0,01	0,03	0,13		0,02	0,05	0,10	0,03	0,01	0,01	0,03	0,04	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
Cr	0,03	0,07	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,18	0,02		0,03	0,07	0,03	0,04	0,03	0,07	0,05	0,03	0,04	0,06	0,03	0,05
Ni	0,05	0,07	0,05	0,07	0,07	0,07	0,05	0,22	0,05	0,03		0,04	0,03	0,06	0,06	0,11	0,06	0,04	0,06	0,08	0,07	0,07
Cu	0,11	0,06	0,10	0,14	0,13	0,14	0,10	0,34	0,10	0,07	0,04		0,06	0,13	0,12	0,17	0,10	0,08	0,11	0,14	0,12	0,14
Zn	0,04	0,06	0,04	0,07	0,06	0,06	0,05	0,25	0,03	0,03	0,03	0,06		0,05	0,05	0,08	0,08	0,05	0,06	0,06	0,05	0,07
Ga	0,01	0,10	0,01	0,01	0,00	0,00	0,04	0,08	0,01	0,04	0,06	0,13	0,05		0,01	0,02	0,03	0,01	0,00	0,02	0,02	0,01
Rb	0,01	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,08	0,01	0,03	0,06	0,12	0,05	0,01		0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Sr	0,02	0,09	0,02	0,02	0,02	0,01	0,06	0,07	0,03	0,07	0,11	0,17	0,08	0,02	0,02		0,04	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02
Y	0,03	0,07	0,03	0,02	0,02	0,03	0,05	0,08	0,04	0,05	0,06	0,10	0,08	0,03	0,02	0,04		0,01	0,01	0,04	0,03	0,02
Zr	0,01	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,11	0,02	0,03	0,04	0,08	0,05	0,01	0,01	0,03	0,01		0,01	0,02	0,02	0,01
Nb	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,08	0,01	0,04	0,06	0,11	0,06	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01		0,02	0,02	0,00
Ba	0,02	0,09	0,02	0,02	0,01	0,01	0,05	0,10	0,02	0,06	0,08	0,14	0,06	0,02	0,02	0,01	0,04	0,02	0,02		0,02	0,02
Ce	0,01	0,06	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,10	0,01	0,03	0,07	0,12	0,05	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02		0,02
Th	0,01	0,09	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,07	0,02	0,05	0,07	0,14	0,07	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,02	0,02	
?.i	0,62	1,72	0,58	0,71	0,68	0,66	1,08	2,69	0,65	1,03	1,41	2,49	1,35	0,66	0,61	0,94	0,85	0,61	0,61	0,83	0,69	0,71
vt/?.i	0,81	0,29	0,86	0,71	0,75	0,77	0,47	0,19	0,78	0,49	0,36	0,20	0,37	0,77	0,83	0,53	0,59	0,82	0,82	0,61	0,74	0,71
vt	0,50																					

Tabla 34. Datos químicos crudos de Torre Llauder con LOI. Elementos mayores expresados en % y trazas en ppm

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	P2O5	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr	Pb	LOI	Suma
TLL001	5,030	0,080	0,660	15,140	3,185	49,050	13,775	4,200	0,760	0,250	632,80	77,30	59,80	18,40	16,20	12,00	22,40	102,60	231,10	19,40	80,90	24,10	72,20	147,70	22,70	8,38	100,66
TLL002	5,640	0,070	0,750	3,995	2,625	64,195	16,835	1,440	1,605	0,090	620,40	76,80	68,00	12,60	19,10	11,60	12,60	104,70	143,70	16,10	101,00	27,30	72,70	197,60	66,70	2,32	99,72
TLL003	6,200	0,080	0,810	1,595	3,335	64,855	17,070	1,840	1,840	0,185	544,80	93,50	64,30	10,50	19,40	13,50	13,90	124,40	125,60	18,80	113,20	34,70	85,40	194,90	26,10	1,05	99,01
TLL004	5,175	0,040	0,645	1,930	2,795	63,955	16,505	1,280	2,015	0,110	685,50	79,10	37,10	5,70	18,80	10,70	7,70	93,70	129,90	15,90	86,90	25,00	63,50	139,90	20,90	4,71	99,30
TLL005	5,425	0,070	0,680	3,295	2,230	63,160	16,405	1,470	1,840	0,180	754,80	84,50	56,40	9,10	18,70	10,60	12,50	86,60	181,30	16,50	91,80	30,00	69,20	160,60	22,50	4,34	99,26
TLL006	5,230	0,050	0,590	2,810	2,930	61,855	16,735	1,400	1,450	0,110	815,50	79,90	45,80	12,40	19,70	13,00	16,30	111,90	148,20	17,90	86,30	28,30	67,70	154,10	32,80	5,95	99,27
TLL007	5,125	0,070	0,765	2,840	2,610	62,470	16,240	1,490	1,815	0,250	787,70	69,10	28,30	8,80	17,80	10,70	8,30	93,10	168,90	13,90	91,60	25,00	67,70	192,20	21,10	6,06	99,90
TLL008	4,650	0,035	0,525	1,675	2,570	65,060	16,350	1,365	1,500	0,070	746,10	67,00	33,80	15,40	19,80	10,30	7,20	103,80	121,70	16,50	74,30	21,00	75,10	154,00	34,20	4,49	98,44
TLL009	5,415	0,080	0,715	2,290	2,925	60,005	15,345	1,650	1,865	0,130	688,10	77,70	44,00	6,40	18,40	11,90	10,70	110,20	147,60	15,80	105,60	30,00	76,50	174,30	23,40	7,64	98,21
TLL010	5,630	0,080	0,740	2,635	2,900	59,560	15,835	1,460	1,485	0,220	751,70	75,20	51,60	11,70	18,90	13,00	12,90	107,30	151,50	16,60	104,00	31,60	78,30	194,50	24,90	6,97	97,68
TLL011	5,550	0,090	0,715	2,515	3,130	62,295	16,995	1,180	1,720	0,210	907,80	75,80	46,30	8,50	19,40	12,40	9,40	112,10	169,70	18,70	100,50	27,40	73,70	187,20	27,30	4,47	99,05
TLL012	4,305	0,030	0,560	2,245	3,035	66,725	14,980	1,235	1,150	0,080	824,70	55,40	44,00	25,90	17,50	10,60	9,90	106,50	119,50	14,40	75,20	19,50	69,00	184,90	35,80	4,53	99,04
TLL013	4,720	0,060	0,600	2,505	3,475	64,780	15,880	1,105	1,680	0,310	796,60	60,90	65,90	14,10	19,30	12,50	14,90	115,90	133,40	17,00	89,50	34,00	82,80	203,50	27,80	3,71	99,00
TLL014	4,945	0,070	0,645	3,105	2,415	63,125	15,925	1,360	1,825	0,130	725,00	64,30	45,60	7,50	17,30	9,00	7,30	74,70	173,00	13,20	86,00	23,10	59,10	139,20	20,80	5,47	99,16
TLL015	6,260	0,080	0,780	2,400	3,405	62,875	17,610	1,525	1,275	0,310	618,60	89,20	56,70	17,00	20,80	14,70	16,60	124,70	104,50	21,30	107,70	37,40	77,10	198,60	35,20	2,11	98,79
TLL016	6,960	0,120	0,940	5,690	3,105	58,490	16,325	1,975	1,690	0,305	714,10	102,30	45,80	11,70	20,60	17,50	14,80	125,60	153,30	24,00	121,40	43,70	102,70	252,30	29,10	3,13	98,91
TLL017	5,180	0,070	0,655	2,760	3,070	63,310	15,735	1,390	1,720	0,260	915,20	72,30	51,00	23,10	18,80	12,80	12,80	111,90	159,20	18,40	93,40	30,00	87,10	183,40	29,10	5,57	99,90
TLL018	6,285	0,060	0,735	4,005	2,795	58,460	17,415	1,485	1,435	0,100	792,90	87,60	53,60	14,80	20,90	13,70	11,40	116,00	158,30	19,70	109,00	19,40	72,40	155,70	25,00	6,07	99,01
TLL019	6,140	0,090	0,780	1,905	2,755	64,360	18,280	1,380	1,510	0,210	638,90	75,70	50,20	31,30	21,30	13,10	15,80	106,00	124,70	17,90	111,50	35,60	78,80	210,70	25,00	1,68	99,25
TLL020	7,150	0,130	0,940	2,550	3,310	61,035	17,330	1,795	1,730	0,200	675,00	95,40	41,20	16,80	21,40	16,60	11,90	126,00	144,50	21,50	119,20	41,20	88,10	221,20	24,10	2,93	99,27
TLL021	4,975	0,075	0,645	1,660	3,065	65,620	16,865	1,290	1,745	0,150	807,80	80,10	48,70	11,80	19,50	11,40	11,40	100,40	145,20	16,70	86,30	28,10	67,20	184,80	24,10	2,56	98,81
TLL022	6,590	0,080	0,820	2,270	2,715	65,210	19,130	1,490	1,315	0,070	548,80	83,30	54,50	13,30	21,70	13,70	15,90	109,50	110,50	18,20	112,10	34,70	74,50	220,10	26,10	0,92	100,75
TLL023	6,295	0,090	0,790	2,140	2,870	64,690	18,370	1,755	1,440	0,110	497,70	91,60	54,90	12,20	20,40	12,80	18,00	107,30	119,20	17,80	102,00	32,10	80,10	207,40	25,40	0,49	99,18
TLL024	4,745	0,080	0,635	2,390	3,080	63,815	15,605	1,190	1,870	0,800	671,90	70,80	35,50	15,20	17,40	10,40	8,50	99,60	153,60	14,70	83,90	23,40	70,70	181,40	22,20	5,46	99,82
TLL025	6,075	0,070	0,770	3,005	3,175	61,255	17,015	1,415	1,690	0,490	642,40	82,20	50,70	11,10	19,00	12,80	12,30	109,10	139,20	18,50	104,10	23,00	81,10	196,10	23,30	5,63	100,75
TLL026	5,450	0,065	0,703	3,643	3,199	62,319	16,571	1,384	1,553	0,226	695,37	76,24	58,59	24,54	18,63	13,40	25,55	109,22	138,03	15,26	96,99	30,26	75,22	221,96	37,41	7,30	102,58
TLL027	5,384	0,064	0,691	4,485	3,186	61,569	16,262	1,378	1,422	0,279	722,22	70,54	60,55	28,64	18,23	13,20	25,96	109,08	144,49	15,20	99,00	28,83	81,80	222,80	39,13	7,59	102,48
TLL028	6,012	0,093	0,834	3,959	3,078	65,480	16,805	1,590	1,808	0,264	525,96	80,67	59,52	23,77	18,81	14,49	22,12	114,97	139,98	17,75	99,22	31,86	79,27	245,22	32,03	1,85	101,93
TLL029	6,066	0,096	0,846	4,475	3,071	66,011	17,002	1,611	1,770	0,131	507,42	89,36	83,50	16,46	19,73	14,85	22,15	118,54	140,78	18,28	97,98	33,57	76,14	265,66	24,38	0,73	101,96
TLL030	5,795	0,042	0,697	2,968	2,701	64,038	17,880	1,284	1,720	0,397	994,52	81,77	66,34	10,69	19,05	11,15	15,85	89,34	162,64	16,32	107,08	18,69	72,28	150,68	26,75	4,45	102,15
TLL031	5,832	0,074	0,763	4,518	2,947	63,841	17,446	1,576	1,962	0,210	506,59	80,45	62,52	13,82	19,27	12,31	18,60	107,25	141,24	17,61	88,12	26,13	74,31	183,28	29,91	1,85	101,16
TLL032	6,908	0,118	0,938	5,521	2,974	58,932	16,207	1,943	2,025	0,216	815,45	106,48	43,79	18,80	20,13	17,13	18,42	117,11	183,07	24,12	113,79	40,44	101,80	242,76	29,32	5,92	101,89
TLL033	4,310	0,042	0,520	2,009	3,133	66,689	15,954	1,238	2,351	0,215	829,80	68,82	43,03	13,21	17,63	9,12	9,11	100,38	158,67	13,90	78,22	17,46	62,12	137,34	21,58	5,17	101,79
TLL034	5,852	0,078	0,525	2,690	2,825	62,154	17,329	1,467	0,933	0,176	686,61	82,70	65,73	32,92	19,28	10,24	29,61	115,90	128,50	16,18	104,06	28,04	86,82	145,58	33,81	8,56	102,74

TLL035	6,372	0,055	0,856	1,933	2,576	66,187	17,673	1,295	1,429	0,103	721,16	83,14	57,81	20,52	19,96	14,67	19,80	103,13	144,85	16,61	95,16	23,64	71,20	241,37	30,49	3,36	102,00
TLL036	6,435	0,076	0,813	2,212	2,731	63,438	18,742	1,249	1,455	0,400	852,46	77,62	57,13	19,85	19,51	12,86	22,82	102,07	173,60	16,60	107,06	28,39	71,39	208,50	30,55	4,84	102,58
TLL037	5,551	0,052	0,533	2,276	3,444	66,370	17,568	1,296	1,884	0,137	656,06	82,67	93,38	17,97	19,89	9,74	23,75	134,78	114,74	15,14	84,17	21,20	70,05	128,29	22,39	3,33	102,59
TLL038	5,093	0,069	0,664	2,306	3,207	64,838	16,334	1,432	2,052	0,217	663,33	80,95	52,35	20,59	18,92	12,91	17,04	116,49	140,25	17,59	89,31	29,48	78,85	179,30	28,55	5,62	101,98
TLL039	5,255	0,086	0,666	2,880	3,215	64,357	16,389	1,400	2,129	0,293	820,80	74,04	54,27	22,64	18,69	13,02	15,98	112,39	161,44	18,73	97,45	29,88	79,13	178,17	28,64	5,10	101,94
TLL040	7,123	0,124	0,991	6,013	3,117	59,348	16,831	2,027	2,017	0,247	615,98	103,84	45,11	17,88	20,15	17,60	18,95	123,41	152,28	23,13	119,95	42,43	97,18	250,03	31,09	3,28	101,28
TLL041	7,643	0,128	1,046	6,231	2,994	57,692	17,220	2,120	1,716	0,256	692,48	121,23	42,56	19,37	21,54	18,76	19,62	124,83	158,74	24,24	130,27	43,42	110,38	231,47	30,51	3,71	100,94
TLL042	5,297	0,038	0,652	2,522	2,246	62,655	16,737	1,278	2,063	0,105	738,53	81,86	49,53	14,06	18,27	11,03	12,80	67,69	142,11	16,26	92,45	22,82	66,01	145,66	27,71	8,48	102,22
TLL043	6,163	0,090	0,790	2,528	2,808	66,141	17,799	1,845	2,308	0,139	596,44	100,20	55,74	14,24	20,03	13,27	17,30	105,32	148,61	18,61	110,18	32,31	83,74	225,93	28,97	0,87	101,64
TLL044	5,645	0,076	0,713	3,485	2,288	64,304	17,805	1,623	2,212	0,131	636,80	101,80	60,15	16,02	18,68	11,41	12,78	80,40	158,89	18,31	98,44	29,63	71,86	176,05	27,50	2,64	101,07
TLL045	5,945	0,055	0,735	3,597	2,899	60,791	17,213	1,405	1,564	0,097	789,84	83,57	40,37	19,10	19,02	13,04	14,03	105,29	155,33	20,12	95,20	18,58	67,53	161,83	27,18	6,58	101,04
TLL046	5,343	0,096	0,694	4,063	2,707	64,177	16,474	1,548	2,140	0,232	753,51	87,64	54,80	17,31	17,54	10,91	11,60	87,41	189,60	15,21	95,49	26,19	69,29	184,30	25,44	4,07	101,71
TLL047	5,994	0,025	0,683	2,850	2,838	60,054	21,465	1,326	2,433	0,153	822,27	132,60	57,03	24,98	24,08	15,02	20,73	111,66	182,48	27,38	83,23	21,56	82,86	247,89	40,31	2,88	100,89

Tabla 35. Estadística de los datos de Torre Llauder: valor mínimo, valor del 1er cuantil, media, mediana, valor del 3er cuantil y valor máximo de cada elemento

Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO
Min. :4.305	Min. :0.02465	Min. :0.5196	Min. : 1.595	Min. :2.230	Min. :49.05	Min. :13.78	Min. :1.105
1st Qu.:5.205	1st Qu.:0.06000	1st Qu.:0.6533	1st Qu.: 2.283	1st Qu.:2.743	1st Qu.:61.41	1st Qu.:16.29	1st Qu.:1.311
Median :5.640	Median :0.07500	Median :0.7150	Median : 2.760	Median :2.946	Median :63.44	Median :16.83	Median :1.432
Mean :5.727	Mean :0.07429	Mean :0.7285	Mean : 3.330	Mean :2.929	Mean :62.80	Mean :16.90	Mean :1.542
3rd Qu.:6.181	3rd Qu.:0.08785	3rd Qu.:0.7897	3rd Qu.: 3.801	3rd Qu.:3.131	3rd Qu.:64.81	3rd Qu.:17.43	3rd Qu.:1.601
Max. :7.643	Max. :0.13000	Max. :1.0464	Max. :15.140	Max. :3.475	Max. :66.72	Max. :21.46	Max. :4.200

Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni
Min. :0.760	Min. :0.04977	Min. :0.005540	Min. :0.002830	Min. :0.000570	Min. :0.001620	Min. :0.000900	Min. :0.000720
1st Qu.:1.492	1st Qu.:0.06379	1st Qu.:0.007575	1st Qu.:0.004535	1st Qu.:0.001200	1st Qu.:0.001868	1st Qu.:0.001109	1st Qu.:0.001175
Median :1.720	Median :0.07141	Median :0.008095	Median :0.005360	Median :0.001540	Median :0.001927	Median :0.001280	Median :0.001490
Mean :1.722	Mean :0.07117	Mean :0.008330	Mean :0.005314	Mean :0.001644	Mean :0.001934	Mean :0.001280	Mean :0.001553
3rd Qu.:1.923	3rd Qu.:0.07948	3rd Qu.:0.008842	3rd Qu.:0.005905	3rd Qu.:0.001961	3rd Qu.:0.001999	3rd Qu.:0.001360	3rd Qu.:0.001877
Max. :2.433	Max. :0.09945	Max. :0.013260	Max. :0.009338	Max. :0.003292	Max. :0.002408	Max. :0.001876	Max. :0.002961

Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Min. :0.006769	Min. :0.01045	Min. :0.001320	Min. :0.007430	Min. :0.001746	Min. :0.005910	Min. :0.01283

1st Qu.:0.010233	1st Qu.:0.01386	1st Qu.:0.001614	1st Qu.:0.008871	1st Qu.:0.002352	1st Qu.:0.007037	1st Qu.:0.01612
Median :0.010908	Median :0.01476	Median :0.001761	Median :0.009798	Median :0.002839	Median :0.007510	Median :0.01872
Mean :0.010724	Mean :0.01493	Mean :0.001791	Mean :0.009830	Mean :0.002882	Mean :0.007706	Mean :0.01917
3rd Qu.:0.011590	3rd Qu.:0.01590	3rd Qu.:0.001872	3rd Qu.:0.010707	3rd Qu.:0.003221	3rd Qu.:0.008145	3rd Qu.:0.02207
Max. :0.013478	Max. :0.02311	Max. :0.002738	Max. :0.013027	Max. :0.004370	Max. :0.011038	Max. :0.02657

Tabla 36. Medias y desviaciones estándar de Torre Llauder para cada uno de los clusters resultantes

	Total dendrograma		TLL Cluster 1		TLL Cluster 2		TLL Rama 1		TLL Rama 2	
	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
Fe2O3	5,7268	0,7469	5,5608	1,0382	7,1584	0,3360	5,7279	0,3605	5,6697	0,5700
MnO	0,0743	0,0248	0,0734	0,0193	0,1225	0,0045	0,0797	0,0175	0,0748	0,0179
TiO2	0,7285	0,1212	0,7170	0,1317	0,9788	0,0512	0,7686	0,0827	0,7242	0,0736
CaO	3,3301	2,1029	2,8864	0,9201	5,8637	0,3186	4,1404	0,4125	2,8566	0,7202
K2O	2,9295	0,3009	2,8344	0,5636	3,0475	0,0742	3,1334	0,0682	2,8741	0,3274
SiO2	62,7999	3,1390	61,7067	10,2211	58,6155	0,7084	63,8448	2,2265	63,0715	1,9167
Al2O3	16,8991	1,1871	16,5062	2,8718	16,6457	0,4685	16,6600	0,3183	16,9088	0,8806
MgO	1,5421	0,4602	1,4223	0,2807	2,0163	0,0772	1,4906	0,1273	1,4821	0,1800
Na2O	1,7216	0,3439	1,6828	0,3592	1,8620	0,1839	1,6385	0,1826	1,7709	0,2723
Ba	0,0712	0,0113	0,0688	0,0155	0,0710	0,0082	0,0613	0,0112	0,0714	0,0125
Ce	0,0083	0,0014	0,0079	0,0015	0,0108	0,0009	0,0079	0,0008	0,0082	0,0009
Cr	0,0053	0,0012	0,0053	0,0012	0,0044	0,0001	0,0066	0,0012	0,0052	0,0009
Cu	0,0016	0,0006	0,0016	0,0006	0,0017	0,0004	0,0023	0,0005	0,0014	0,0004
Ga	0,0019	0,0001	0,0019	0,0003	0,0021	0,0001	0,0019	0,0001	0,0019	0,0001
Nb	0,0013	0,0002	0,0012	0,0002	0,0018	0,0001	0,0014	0,0001	0,0012	0,0002
Ni	0,0016	0,0005	0,0015	0,0005	0,0018	0,0002	0,0024	0,0002	0,0013	0,0003
Rb	0,0107	0,0014	0,0103	0,0021	0,0123	0,0004	0,0113	0,0005	0,0104	0,0015
Sr	0,0149	0,0023	0,0144	0,0030	0,0162	0,0014	0,0141	0,0003	0,0150	0,0020
Th	0,0018	0,0003	0,0017	0,0003	0,0024	0,0001	0,0017	0,0002	0,0018	0,0002
V	0,0098	0,0013	0,0096	0,0018	0,0121	0,0007	0,0098	0,0001	0,0099	0,0010
Y	0,0029	0,0007	0,0028	0,0007	0,0042	0,0001	0,0031	0,0002	0,0028	0,0005
Zn	0,0077	0,0010	0,0073	0,0013	0,0103	0,0005	0,0078	0,0003	0,0075	0,0007
Zr	0,0192	0,0036	0,0189	0,0041	0,0244	0,0009	0,0239	0,0021	0,0183	0,0023

Tabla 37. Matriz de variación composicional de Torre Llauder con todas las variables

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	P2O5	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr	Pb
Fe2O3		0,10	0,01	0,16	0,03	0,28	0,02	0,01	0,04	0,07	0,06	0,01	0,06	0,16	0,01	0,01	0,10	0,02	0,04	0,01	0,00	0,03	0,01	0,02	0,05
MnO	0,10		0,08	0,19	0,13	0,27	0,15	0,15	0,10	0,19	0,21	0,12	0,18	0,29	0,14	0,10	0,20	0,12	0,14	0,12	0,09	0,06	0,10	0,11	0,20
TiO2	0,01	0,08		0,15	0,04	0,27	0,03	0,03	0,04	0,07	0,07	0,02	0,08	0,18	0,02	0,01	0,12	0,03	0,04	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,07
CaO	0,16	0,19	0,15		0,18	0,35	0,21	0,20	0,09	0,26	0,22	0,16	0,20	0,27	0,19	0,15	0,19	0,18	0,13	0,15	0,17	0,19	0,16	0,18	0,20
K2O	0,03	0,13	0,04	0,18		0,24	0,02	0,02	0,05	0,07	0,04	0,04	0,05	0,15	0,01	0,03	0,11	0,01	0,04	0,03	0,03	0,05	0,02	0,04	0,06
P2O5	0,28	0,27	0,27	0,35	0,24		0,28	0,29	0,30	0,30	0,27	0,30	0,32	0,38	0,29	0,27	0,34	0,27	0,25	0,28	0,26	0,27	0,25	0,27	0,35
SiO2	0,02	0,15	0,03	0,21	0,02	0,28		0,01	0,07	0,04	0,03	0,03	0,05	0,16	0,01	0,04	0,13	0,02	0,03	0,04	0,02	0,06	0,02	0,04	0,05
Al2O3	0,01	0,15	0,03	0,20	0,02	0,29	0,01		0,06	0,05	0,03	0,02	0,05	0,15	0,00	0,03	0,11	0,02	0,03	0,02	0,02	0,06	0,02	0,03	0,04
MgO	0,04	0,10	0,04	0,09	0,05	0,30	0,07	0,06		0,12	0,10	0,04	0,09	0,19	0,05	0,04	0,13	0,05	0,05	0,04	0,04	0,06	0,04	0,07	0,10
Na2O	0,07	0,19	0,07	0,26	0,07	0,30	0,04	0,05	0,12		0,07	0,05	0,11	0,25	0,05	0,08	0,22	0,08	0,06	0,07	0,07	0,10	0,07	0,08	0,11
Ba	0,06	0,21	0,07	0,22	0,04	0,27	0,03	0,03	0,10	0,07		0,07	0,10	0,19	0,03	0,07	0,19	0,05	0,03	0,06	0,05	0,11	0,05	0,08	0,07
Ce	0,01	0,12	0,02	0,16	0,04	0,30	0,03	0,02	0,04	0,05	0,07		0,06	0,17	0,02	0,02	0,11	0,03	0,04	0,01	0,02	0,05	0,02	0,04	0,06
Cr	0,06	0,18	0,08	0,20	0,05	0,32	0,05	0,05	0,09	0,11	0,10	0,06		0,16	0,05	0,07	0,07	0,06	0,08	0,07	0,06	0,10	0,06	0,08	0,07
Cu	0,16	0,29	0,18	0,27	0,15	0,38	0,16	0,15	0,19	0,25	0,19	0,17	0,16		0,15	0,15	0,10	0,14	0,19	0,15	0,17	0,20	0,14	0,15	0,12
Ga	0,01	0,14	0,02	0,19	0,01	0,29	0,01	0,00	0,05	0,05	0,03	0,02	0,05	0,15		0,02	0,12	0,01	0,03	0,01	0,01	0,05	0,01	0,03	0,04
Nb	0,01	0,10	0,01	0,15	0,03	0,27	0,04	0,03	0,04	0,08	0,07	0,02	0,07	0,15	0,02		0,10	0,02	0,05	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,05
Ni	0,10	0,20	0,12	0,19	0,11	0,34	0,13	0,11	0,13	0,22	0,19	0,11	0,07	0,10	0,12	0,10		0,10	0,15	0,11	0,11	0,13	0,10	0,11	0,11
Rb	0,02	0,12	0,03	0,18	0,01	0,27	0,02	0,02	0,05	0,08	0,05	0,03	0,06	0,14	0,01	0,02	0,10		0,05	0,02	0,02	0,05	0,01	0,03	0,05
Sr	0,04	0,14	0,04	0,13	0,04	0,25	0,03	0,03	0,05	0,06	0,03	0,04	0,08	0,19	0,03	0,05	0,15	0,05		0,04	0,04	0,09	0,04	0,06	0,08
Th	0,01	0,12	0,02	0,15	0,03	0,28	0,04	0,02	0,04	0,07	0,06	0,01	0,07	0,15	0,01	0,01	0,11	0,02	0,04		0,02	0,04	0,01	0,03	0,06
V	0,00	0,09	0,01	0,17	0,03	0,26	0,02	0,02	0,04	0,07	0,05	0,02	0,06	0,17	0,01	0,01	0,11	0,02	0,04	0,02		0,03	0,01	0,03	0,06
Y	0,03	0,06	0,03	0,19	0,05	0,27	0,06	0,06	0,06	0,10	0,11	0,05	0,10	0,20	0,05	0,03	0,13	0,05	0,09	0,04	0,03		0,03	0,03	0,09
Zn	0,01	0,10	0,02	0,16	0,02	0,25	0,02	0,02	0,04	0,07	0,05	0,02	0,06	0,14	0,01	0,01	0,10	0,01	0,04	0,01	0,01	0,03		0,02	0,05
Zr	0,02	0,11	0,02	0,18	0,04	0,27	0,04	0,03	0,07	0,08	0,08	0,04	0,08	0,15	0,03	0,01	0,11	0,03	0,06	0,03	0,03	0,03	0,02		0,05
Pb	0,05	0,20	0,07	0,20	0,06	0,35	0,05	0,04	0,10	0,11	0,07	0,06	0,07	0,12	0,04	0,05	0,11	0,05	0,08	0,06	0,06	0,09	0,05	0,05	
?.i	1,32	3,53	1,46	4,54	1,47	6,92	1,57	1,43	1,98	2,63	2,25	1,52	2,27	4,37	1,36	1,38	3,27	1,47	1,81	1,43	1,35	1,93	1,26	1,59	2,20
vt/?.i	0,85	0,32	0,77	0,25	0,77	0,16	0,72	0,78	0,57	0,43	0,50	0,74	0,50	0,26	0,83	0,82	0,34	0,77	0,62	0,79	0,83	0,58	0,89	0,71	0,51
vt	1,13																								

Tabla 38. Matriz de variación composicional de Torre Llauder excluyendo P_2O_5 y Pb

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,10	0,01	0,16	0,03	0,02	0,01	0,04	0,07	0,06	0,01	0,06	0,16	0,01	0,01	0,10	0,02	0,04	0,01	0,00	0,03	0,01	0,02
MnO	0,10		0,08	0,19	0,13	0,15	0,15	0,10	0,19	0,21	0,12	0,18	0,29	0,14	0,10	0,20	0,12	0,14	0,12	0,09	0,06	0,10	0,11
TiO2	0,01	0,08		0,15	0,04	0,03	0,03	0,04	0,07	0,07	0,02	0,08	0,18	0,02	0,01	0,12	0,03	0,04	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02
CaO	0,16	0,19	0,15		0,18	0,21	0,20	0,09	0,26	0,22	0,16	0,20	0,27	0,19	0,15	0,19	0,18	0,13	0,15	0,17	0,19	0,16	0,18
K2O	0,03	0,13	0,04	0,18		0,02	0,02	0,05	0,07	0,04	0,04	0,05	0,15	0,01	0,03	0,11	0,01	0,04	0,03	0,03	0,05	0,02	0,04
SiO2	0,02	0,15	0,03	0,21	0,02		0,01	0,07	0,04	0,03	0,03	0,05	0,16	0,01	0,04	0,13	0,02	0,03	0,04	0,02	0,06	0,02	0,04
Al2O3	0,01	0,15	0,03	0,20	0,02	0,01		0,06	0,05	0,03	0,02	0,05	0,15	0,00	0,03	0,11	0,02	0,03	0,02	0,02	0,06	0,02	0,03
MgO	0,04	0,10	0,04	0,09	0,05	0,07	0,06		0,12	0,10	0,04	0,09	0,19	0,05	0,04	0,13	0,05	0,05	0,04	0,04	0,06	0,04	0,07
Na2O	0,07	0,19	0,07	0,26	0,07	0,04	0,05	0,12		0,07	0,05	0,11	0,25	0,05	0,08	0,22	0,08	0,06	0,07	0,07	0,10	0,07	0,08
Ba	0,06	0,21	0,07	0,22	0,04	0,03	0,03	0,10	0,07		0,07	0,10	0,19	0,03	0,07	0,19	0,05	0,03	0,06	0,05	0,11	0,05	0,08
Ce	0,01	0,12	0,02	0,16	0,04	0,03	0,02	0,04	0,05	0,07		0,06	0,17	0,02	0,02	0,11	0,03	0,04	0,01	0,02	0,05	0,02	0,04
Cr	0,06	0,18	0,08	0,20	0,05	0,05	0,05	0,09	0,11	0,10	0,06		0,16	0,05	0,07	0,07	0,06	0,08	0,07	0,06	0,10	0,06	0,08
Cu	0,16	0,29	0,18	0,27	0,15	0,16	0,15	0,19	0,25	0,19	0,17	0,16		0,15	0,15	0,10	0,14	0,19	0,15	0,17	0,20	0,14	0,15
Ga	0,01	0,14	0,02	0,19	0,01	0,01	0,00	0,05	0,05	0,03	0,02	0,05	0,15		0,02	0,12	0,01	0,03	0,01	0,01	0,05	0,01	0,03
Nb	0,01	0,10	0,01	0,15	0,03	0,04	0,03	0,04	0,08	0,07	0,02	0,07	0,15	0,02		0,10	0,02	0,05	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01
Ni	0,10	0,20	0,12	0,19	0,11	0,13	0,11	0,13	0,22	0,19	0,11	0,07	0,10	0,12	0,10		0,10	0,15	0,11	0,11	0,13	0,10	0,11
Rb	0,02	0,12	0,03	0,18	0,01	0,02	0,02	0,05	0,08	0,05	0,03	0,06	0,14	0,01	0,02	0,10		0,05	0,02	0,02	0,05	0,01	0,03
Sr	0,04	0,14	0,04	0,13	0,04	0,03	0,03	0,05	0,06	0,03	0,04	0,08	0,19	0,03	0,05	0,15	0,05		0,04	0,04	0,09	0,04	0,06
Th	0,01	0,12	0,02	0,15	0,03	0,04	0,02	0,04	0,07	0,06	0,01	0,07	0,15	0,01	0,01	0,11	0,02	0,04		0,02	0,04	0,01	0,03
V	0,00	0,09	0,01	0,17	0,03	0,02	0,02	0,04	0,07	0,05	0,02	0,06	0,17	0,01	0,01	0,11	0,02	0,04	0,02		0,03	0,01	0,03
Y	0,03	0,06	0,03	0,19	0,05	0,06	0,06	0,06	0,10	0,11	0,05	0,10	0,20	0,05	0,03	0,13	0,05	0,09	0,04	0,03		0,03	0,03
Zn	0,01	0,10	0,02	0,16	0,02	0,02	0,02	0,04	0,07	0,05	0,02	0,06	0,14	0,01	0,01	0,10	0,01	0,04	0,01	0,01	0,03		0,02
Zr	0,02	0,11	0,02	0,18	0,04	0,04	0,03	0,07	0,08	0,08	0,04	0,08	0,15	0,03	0,01	0,11	0,03	0,06	0,03	0,03	0,03	0,02	
?.i	0,99	3,06	1,13	3,99	1,17	1,24	1,11	1,57	2,22	1,90	1,16	1,88	3,86	1,03	1,05	2,82	1,15	1,48	1,09	1,04	1,57	0,97	1,27
vt/?.i	0,85	0,28	0,74	0,21	0,72	0,68	0,76	0,54	0,38	0,44	0,73	0,45	0,22	0,82	0,80	0,30	0,73	0,57	0,77	0,81	0,54	0,87	0,67
vt	0,84																						

Tabla 39. Matriz de variación composicional de Torre Llauder sin CaO

	Fe2O3	MnO	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,10	0,01	0,03	0,02	0,01	0,04	0,07	0,06	0,01	0,06	0,16	0,01	0,01	0,10	0,02	0,04	0,01	0,00	0,03	0,01	0,02
MnO	0,10		0,08	0,13	0,15	0,15	0,10	0,19	0,21	0,12	0,18	0,29	0,14	0,10	0,20	0,12	0,14	0,12	0,09	0,06	0,10	0,11
TiO2	0,01	0,08		0,04	0,03	0,03	0,04	0,07	0,07	0,02	0,08	0,18	0,02	0,01	0,12	0,03	0,04	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02
K2O	0,03	0,13	0,04		0,02	0,02	0,05	0,07	0,04	0,04	0,05	0,15	0,01	0,03	0,11	0,01	0,04	0,03	0,03	0,05	0,02	0,04
SiO2	0,02	0,15	0,03	0,02		0,01	0,07	0,04	0,03	0,03	0,05	0,16	0,01	0,04	0,13	0,02	0,03	0,04	0,02	0,06	0,02	0,04
Al2O3	0,01	0,15	0,03	0,02	0,01		0,06	0,05	0,03	0,02	0,05	0,15	0,00	0,03	0,11	0,02	0,03	0,02	0,02	0,06	0,02	0,03
MgO	0,04	0,10	0,04	0,05	0,07	0,06		0,12	0,10	0,04	0,09	0,19	0,05	0,04	0,13	0,05	0,05	0,04	0,04	0,06	0,04	0,07
Na2O	0,07	0,19	0,07	0,07	0,04	0,05	0,12		0,07	0,05	0,11	0,25	0,05	0,08	0,22	0,08	0,06	0,07	0,07	0,10	0,07	0,08
Ba	0,06	0,21	0,07	0,04	0,03	0,03	0,10	0,07		0,07	0,10	0,19	0,03	0,07	0,19	0,05	0,03	0,06	0,05	0,11	0,05	0,08
Ce	0,01	0,12	0,02	0,04	0,03	0,02	0,04	0,05	0,07		0,06	0,17	0,02	0,02	0,11	0,03	0,04	0,01	0,02	0,05	0,02	0,04
Cr	0,06	0,18	0,08	0,05	0,05	0,05	0,09	0,11	0,10	0,06		0,16	0,05	0,07	0,07	0,06	0,08	0,07	0,06	0,10	0,06	0,08
Cu	0,16	0,29	0,18	0,15	0,16	0,15	0,19	0,25	0,19	0,17	0,16		0,15	0,15	0,10	0,14	0,19	0,15	0,17	0,20	0,14	0,15
Ga	0,01	0,14	0,02	0,01	0,01	0,00	0,05	0,05	0,03	0,02	0,05	0,15		0,02	0,12	0,01	0,03	0,01	0,01	0,05	0,01	0,03
Nb	0,01	0,10	0,01	0,03	0,04	0,03	0,04	0,08	0,07	0,02	0,07	0,15	0,02		0,10	0,02	0,05	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01
Ni	0,10	0,20	0,12	0,11	0,13	0,11	0,13	0,22	0,19	0,11	0,07	0,10	0,12	0,10		0,10	0,15	0,11	0,11	0,13	0,10	0,11
Rb	0,02	0,12	0,03	0,01	0,02	0,02	0,05	0,08	0,05	0,03	0,06	0,14	0,01	0,02	0,10		0,05	0,02	0,02	0,05	0,01	0,03
Sr	0,04	0,14	0,04	0,04	0,03	0,03	0,05	0,06	0,03	0,04	0,08	0,19	0,03	0,05	0,15	0,05		0,04	0,04	0,09	0,04	0,06
Th	0,01	0,12	0,02	0,03	0,04	0,02	0,04	0,07	0,06	0,01	0,07	0,15	0,01	0,01	0,11	0,02	0,04		0,02	0,04	0,01	0,03
V	0,00	0,09	0,01	0,03	0,02	0,02	0,04	0,07	0,05	0,02	0,06	0,17	0,01	0,01	0,11	0,02	0,04	0,02		0,03	0,01	0,03
Y	0,03	0,06	0,03	0,05	0,06	0,06	0,06	0,10	0,11	0,05	0,10	0,20	0,05	0,03	0,13	0,05	0,09	0,04	0,03		0,03	0,03
Zn	0,01	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,07	0,05	0,02	0,06	0,14	0,01	0,01	0,10	0,01	0,04	0,01	0,01	0,03		0,02
Zr	0,02	0,11	0,02	0,04	0,04	0,03	0,07	0,08	0,08	0,04	0,08	0,15	0,03	0,01	0,11	0,03	0,06	0,03	0,03	0,03	0,02	
?.i	0,82	2,86	0,98	0,99	1,03	0,91	1,48	1,96	1,68	1,00	1,68	3,59	0,84	0,90	2,63	0,97	1,36	0,94	0,87	1,38	0,82	1,09
vt/?.i	0,85	0,24	0,71	0,70	0,68	0,77	0,47	0,36	0,42	0,70	0,42	0,19	0,83	0,78	0,27	0,72	0,52	0,74	0,81	0,51	0,86	0,64
vt	0,70																					

Tabla 40. Datos químicos crudos de Can Modolell con LOI. Elementos mayores expresados en % y trazas en ppm

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	P2O5	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr	Pb	LOI	Suma
MDL001	4,611	0,062	0,587	2,368	3,784	66,181	16,427	1,012	2,147	0,187	650,82	82,72	62,88	14,95	19,10	11,91	17,60	116,04	119,03	18,77	79,37	28,48	58,16	210,25	30,06	3,37	100,89
MDL002	5,468	0,092	0,721	1,793	3,455	67,057	17,514	1,388	2,305	0,142	686,83	90,28	51,10	16,34	20,36	14,28	15,25	122,74	130,93	19,99	89,53	33,99	75,92	235,20	30,15	0,82	100,92
MDL003	5,034	0,061	0,626	2,585	3,684	61,705	16,222	1,370	1,829	0,099	581,33	58,45	63,43	10,73	18,89	12,47	17,27	106,11	110,71	15,72	90,65	25,04	59,32	188,96	28,24	7,25	100,60
MDL004	5,466	0,075	0,731	1,153	3,150	66,909	16,976	1,756	2,141	0,145	485,19	79,48	92,62	13,08	20,23	14,47	26,31	139,34	135,81	15,04	96,28	33,51	73,14	185,30	31,34	5,22	103,87
MDL005	5,529	0,068	0,721	3,112	2,911	61,725	16,212	1,496	1,873	0,112	502,61	83,48	45,81	15,88	18,00	11,36	17,35	92,01	116,21	13,83	111,43	24,70	64,64	179,58	21,23	7,59	101,48
MDL006	4,379	0,029	0,520	1,411	3,586	65,648	16,101	1,333	2,078	0,196	997,23	63,04	32,96	15,10	17,36	9,02	10,15	99,98	128,82	13,50	68,10	16,47	54,95	128,03	16,81	4,92	100,36
MDL007	5,250	0,068	0,641	2,668	4,185	61,874	16,378	1,562	1,912	0,149	611,12	77,10	57,30	16,90	19,25	12,73	18,03	108,48	115,76	16,24	88,75	28,30	66,71	199,41	28,32	6,28	101,11
MDL008	7,862	0,131	1,017	3,898	3,419	61,823	18,130	2,199	1,559	0,179	591,24	114,55	66,36	16,11	21,98	17,82	21,34	139,79	131,02	23,22	117,07	40,65	102,39	198,35	34,44	0,77	101,15
MDL009	5,043	0,056	0,640	1,962	4,146	65,620	16,428	1,380	1,360	0,231	579,08	80,08	36,79	15,27	18,63	12,37	7,90	139,23	94,96	19,29	81,18	30,58	82,38	169,69	28,49	3,38	100,39
MDL010	6,644	0,095	0,868	4,863	3,080	63,505	16,463	1,793	1,673	0,198	576,72	302,32	64,66	14,79	19,35	14,96	19,35	112,09	166,91	68,91	105,05	40,16	75,49	214,06	32,01	1,83	101,20
MDL011	5,403	0,048	0,671	6,371	4,104	61,811	14,545	1,429	0,576	0,203	571,28	75,40	70,00	23,14	16,92	12,68	32,48	147,35	97,86	14,83	97,82	32,22	80,08	196,44	29,31	6,11	101,42
MDL012	4,742	0,034	0,554	2,887	3,431	66,036	17,027	1,347	1,865	0,122	659,46	72,04	36,78	7,88	19,16	10,07	10,40	110,66	125,61	16,20	74,02	17,43	63,18	133,66	22,60	2,97	101,15
MDL013	5,184	0,081	0,654	1,875	3,449	68,033	17,690	1,232	2,148	0,100	604,97	92,99	45,76	16,57	20,07	12,98	15,55	119,90	127,66	19,71	83,88	30,80	76,26	184,64	28,61	0,48	101,07
MDL014	6,858	0,100	0,906	2,225	3,557	60,913	17,656	1,629	1,304	0,143	548,96	91,21	46,86	19,36	20,16	15,18	21,48	101,31	118,92	18,26	122,73	29,54	80,10	235,64	29,33		95,44
MDL015	5,717	0,057	0,449	1,106	3,308	61,557	16,549	1,116	1,065	0,153	406,62	63,61	63,41	38,00	18,29	8,27	25,48	104,43	68,76	14,10	94,79	22,23	74,56	106,55	27,41		91,19
MDL016	4,877	0,052	0,668	3,046	3,066	69,108	15,315	1,373	0,888	0,078	565,23	76,56	73,58	19,79	17,34	12,44	22,45	117,30	92,40	14,74	82,80	29,30	67,56	244,56	30,83		98,62
MDL017	8,068	0,127	1,071	2,006	3,321	62,605	17,985	2,099	1,664	0,181	649,55	113,62	60,89	22,64	23,17	19,63	21,60	137,71	124,70	24,17	132,74	45,38	110,91	275,20	36,58		99,31
MDL018	4,419	0,031	0,524	1,706	3,229	64,705	16,118	1,216	1,917	0,165	941,94	70,35	40,67	8,14	18,39	9,45	9,63	105,72	139,46	15,20	73,02	18,60	58,15	137,14	21,11		94,20
MDL019	5,524	0,091	0,721	2,496	3,366	65,273	16,489	1,361	2,103	0,170	932,66	87,58	56,82	12,07	19,12	13,43	14,80	117,03	152,62	18,52	106,42	31,45	74,17	194,24	28,79		97,78
MDL020	4,663	0,105	0,617	4,089	3,332	62,110	15,309	1,217	0,899	0,174	1426,72	49,82	63,54	31,20	18,41	11,53	19,51	99,93	93,52	12,28	83,33	19,07	101,55	169,70	41,21		92,74
MDL021	5,599	0,032	0,655	3,171	3,222	69,522	15,152	1,137	0,665	0,179	932,58	88,32	105,83	15,95	18,54	13,55	34,89	152,48	100,59	16,16	102,42	30,26	67,90	257,90	31,99		99,53
MDL022	4,900	0,073	0,623	2,946	3,180	67,260	16,947	1,310	2,376	0,186	904,19	97,65	67,37	8,93	18,80	11,33	13,82	109,04	177,05	25,47	91,44	29,97	71,10	148,05	27,15		99,98
MDL023	6,404	0,089	0,849	2,563	3,426	64,453	17,515	1,643	2,018	0,157	723,43	107,64	57,46	13,97	21,09	15,35	15,53	130,63	147,44	24,46	122,73	36,25	85,23	203,33	27,02		99,29
MDL024	5,419	0,082	0,735	3,866	3,618	61,707	15,758	1,451	1,789	0,375	727,09	87,31	52,12	11,52	18,21	12,93	15,33	111,62	152,79	17,67	107,61	29,63	73,06	201,74	23,91		94,96
MDL025	6,712	0,016	0,619	1,312	3,032	62,272	18,130	0,882	0,820	0,154	829,71	71,57	78,93	13,77	22,27	13,85	28,14	95,06	81,59	17,28	102,15	21,78	70,59	180,46	31,85		94,11
MDL026	4,910	0,062	0,568	1,044	4,046	67,951	16,538	1,124	2,089	0,129	731,46	78,26	58,12	11,64	18,86	11,62	18,95	136,76	100,99	16,13	83,71	29,59	67,57	182,11	29,25		98,62
MDL027	4,304	0,053	0,545	1,620	3,733	66,869	15,933	0,894	1,876	0,186	1067,19	80,20	69,88	13,02	19,29	11,56	15,17	119,18	131,14	17,43	84,23	25,10	58,16	190,01	31,33		96,20
MDL028	5,902	0,071	0,751	1,986	3,796	65,727	17,171	1,532	1,697	0,185	686,69	99,65	51,60	12,73	21,29	15,62	15,76	130,74	144,07	20,81	124,06	35,85	85,86	203,05	28,63		98,99
MDL029	5,154	0,052	0,653	1,627	4,119	66,709	16,621	1,403	1,410	0,214	647,19	91,18	51,40	17,95	19,82	13,22	7,57	147,22	100,13	20,43	88,62	31,47	89,82	179,21	28,90		98,12
MDL030	5,206	0,035	0,596	2,535	3,201	68,743	13,974	0,973	0,621	0,257	1283,65	73,03	76,57	18,52	17,09	11,74	31,52	125,97	109,17	14,20	102,94	27,61	64,01	222,04	32,21		96,36
MDL031	4,742	0,034	0,549	1,124	3,428	68,249	17,055	1,275	2,051	0,111	825,75	81,38	40,04	9,59	19,72	10,35	9,78	113,21	118,84	16,15	78,87	17,43	62,61	144,73	25,54		98,77
MDL032	6,223	0,097	0,812	1,739	2,783	66,804	18,531	1,424	1,680	0,074	698,82	99,52	52,50	24,77	21,52	14,82	17,79	115,62	122,54	18,59	117,74	36,93	78,94	235,91	27,53		100,34
MDL033	4,913	0,034	0,567	1,475	3,706	65,449	16,012	1,212	2,305	0,131	673,52	94,85	42,41	9,45	18,51	11,84	9,66	114,74	125,12	21,64	85,21	30,11	62,28	155,24	24,82		95,95
MDL034	4,442	0,089	0,587	4,429	3,169	61,976	14,577	1,190	0,802	0,172	1449,21	43,02	52,10	32,79	17,09	10,81	17,91	93,71	89,20	11,29	75,14	18,31	95,35	153,88	37,41		91,65
MDL035	4,324	0,050	0,544	1,223	4,232	68,503	16,091	0,953	1,907	0,256	856,42	88,81	67,97	13,48	18,98	12,22	14,65	120,20	132,20	19,01	85,94	27,68	59,09	197,04	30,37		98,26

Tabla 41. Resumen estadístico de los datos químicos de Can Modolell. Se expresa el valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento

Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2
Min. :4.304	Min. :0.02925	Min. :0.5203	Min. :1.044	Min. :2.783	Min. :60.91
1st Qu.:4.782	1st Qu.:0.05242	1st Qu.:0.5669	1st Qu.:1.622	1st Qu.:3.379	1st Qu.:63.07
Median :5.169	Median :0.06780	Median :0.6470	Median :1.974	Median :3.506	Median :65.69
Mean :5.409	Mean :0.06931	Mean :0.6858	Mean :2.129	Mean :3.567	Mean :65.22
3rd Qu.:5.528	3rd Qu.:0.08761	3rd Qu.:0.7340	3rd Qu.:2.580	3rd Qu.:3.771	3rd Qu.:66.90
Max. :8.068	Max. :0.13055	Max. :1.0710	Max. :3.898	Max. :4.232	Max. :68.50

Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr
Min. :15.76	Min. :0.8937	Min. :1.304	Min. :0.04852	Min. :0.005845	Min. :0.003296
1st Qu.:16.21	1st Qu.:1.2431	1st Qu.:1.720	1st Qu.:0.06065	1st Qu.:0.007963	1st Qu.:0.004577
Median :16.58	Median :1.3752	Median :1.910	Median :0.06801	Median :0.008744	Median :0.005231
Mean :16.83	Mean :1.4077	Mean :1.900	Mean :0.07140	Mean :0.008705	Mean :0.005415
3rd Qu.:17.43	3rd Qu.:1.5227	3rd Qu.:2.099	3rd Qu.:0.08022	3rd Qu.:0.009438	3rd Qu.:0.006238
Max. :18.53	Max. :2.1989	Max. :2.376	Max. :0.10672	Max. :0.011455	Max. :0.009262

Cu	Ga	Nb	Ni	Sr	Rb
Min. :0.0007883	Min. :0.001736	Min. :0.0009022	Min. :0.0007573	Min. :0.009496	Min. 0.009201
1st Qu.:0.0011551	1st Qu.:0.001881	1st Qu.:0.0011572	1st Qu.:0.0011257	1st Qu.:0.011886	1st Qu.:0.010944
Median :0.0013723	Median :0.001920	Median :0.0012600	Median :0.0015433	Median :0.012663	Median :0.011654
Mean :0.0014157	Mean :0.001961	Mean :0.0013000	Mean :0.0015334	Mean :0.012787	Mean :0.011942
3rd Qu.:0.0016281	3rd Qu.:0.002021	3rd Qu.:0.0014420	3rd Qu.:0.0017745	3rd Qu.:0.013491	3rd Qu.:0.013071
Max. :0.0024772	Max. :0.002317	Max. :0.0019634	Max. :0.0026308	Max. :0.017705	Max. :0.014722

Th	V	Y	Zn	Zr
Min. :0.001350	Min. :0.006810	Min. :0.001647	Min. :0.005495	Min. :0.01280
1st Qu.:0.001616	1st Qu.:0.008375	1st Qu.:0.002574	1st Qu.:0.006236	1st Qu.:0.01721
Median :0.001855	Median :0.008914	Median :0.002980	Median :0.007208	Median :0.01895
Mean :0.001867	Mean :0.009559	Mean :0.002942	Mean :0.007285	Mean :0.01883
3rd Qu.:0.002032	3rd Qu.:0.011048	3rd Qu.:0.003300	3rd Qu.:0.007981	3rd Qu.:0.02027
Max. :0.002547	Max. :0.013274	Max. :0.004538	Max. :0.011091	Max. :0.02752

Tabla 42. Medias y desviaciones estándar de Can Modolell para cada uno de los clusters resultantes

	Total dendrograma		MDL Cluster 1		MDL Cluster 2		MDL Cluster 3	
	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
Fe2O3	5,4089	0,9850	5,2714	0,2665	4,6389	0,2302	5,5922	1,0092
MnO	0,0693	0,0273	0,0419	0,0085	0,0326	0,0023	0,0781	0,0226
TiO2	0,6858	0,1473	0,6476	0,0304	0,5429	0,0199	0,7198	0,1440
CaO	2,1291	0,7805	3,7809	1,5141	1,7203	0,6842	2,2264	0,7850
K2O	3,5669	0,3767	3,3983	0,4116	3,4759	0,1806	3,5886	0,4102
SiO2	65,2226	2,3772	67,2957	3,1789	66,0173	1,3379	65,0334	2,5515
Al2O3	16,8278	0,7548	14,7464	0,5303	16,4625	0,5296	16,9148	0,7841
MgO	1,4077	0,2989	1,2282	0,1836	1,2766	0,0635	1,4389	0,3249
Na2O	1,9002	0,2862	0,6877	0,1197	2,0433	0,1714	1,8661	0,3003
Ba	0,0714	0,0154	0,0838	0,0297	0,0820	0,0153	0,0689	0,0146
Ce	0,0087	0,0014	0,0078	0,0006	0,0076	0,0012	0,0090	0,0013
Cr	0,0054	0,0013	0,0081	0,0014	0,0039	0,0004	0,0058	0,0012
Cu	0,0014	0,0004	0,0019	0,0003	0,0010	0,0003	0,0015	0,0004
Ga	0,0020	0,0001	0,0017	0,0001	0,0019	0,0001	0,0020	0,0001
Nb	0,0013	0,0002	0,0013	0,0001	0,0010	0,0001	0,0014	0,0002
Ni	0,0015	0,0005	0,0030	0,0005	0,0010	0,0000	0,0017	0,0004
Sr	0,0128	0,0018	0,0100	0,0006	0,0128	0,0008	0,0128	0,0020
Rb	0,0119	0,0014	0,0136	0,0015	0,0109	0,0006	0,0122	0,0015
Th	0,0019	0,0003	0,0015	0,0001	0,0017	0,0003	0,0019	0,0003
V	0,0096	0,0018	0,0096	0,0008	0,0076	0,0006	0,0100	0,0017
Y	0,0029	0,0007	0,0030	0,0002	0,0020	0,0006	0,0032	0,0005
Zn	0,0073	0,0014	0,0070	0,0006	0,0060	0,0004	0,0076	0,0014
Zr	0,0188	0,0035	0,0230	0,0023	0,0140	0,0011	0,0200	0,0027

Tabla 43. Matriz de variación composicional de Can Modolell con todas las variables

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	P2O5	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	V	Cr	Ni	Cu	Zn	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba	Ce	Pb	Th
Fe2O3		0,19	0,01	0,21	0,05	0,14	0,03	0,02	0,03	0,21	0,01	0,07	0,12	0,14	0,02	0,01	0,03	0,06	0,04	0,04	0,01	0,15	0,07	0,04	0,07
MnO	0,19		0,14	0,28	0,25	0,34	0,24	0,22	0,14	0,30	0,18	0,28	0,33	0,24	0,15	0,21	0,23	0,21	0,15	0,20	0,17	0,37	0,23	0,19	0,23
TiO2	0,01	0,14		0,18	0,06	0,15	0,04	0,03	0,02	0,20	0,01	0,09	0,15	0,16	0,02	0,03	0,04	0,05	0,03	0,02	0,01	0,16	0,06	0,04	0,07
CaO	0,21	0,28	0,18		0,24	0,26	0,23	0,24	0,19	0,53	0,21	0,24	0,26	0,27	0,19	0,24	0,23	0,23	0,24	0,20	0,21	0,27	0,27	0,20	0,26
K2O	0,05	0,25	0,06	0,24		0,09	0,01	0,02	0,06	0,17	0,05	0,09	0,19	0,16	0,05	0,02	0,02	0,05	0,07	0,06	0,05	0,11	0,11	0,04	0,11
P2O5	0,14	0,34	0,15	0,26	0,09		0,11	0,13	0,17	0,32	0,13	0,16	0,26	0,25	0,13	0,12	0,11	0,13	0,16	0,15	0,14	0,14	0,18	0,13	0,17
SiO2	0,03	0,24	0,04	0,23	0,01	0,11		0,01	0,05	0,16	0,04	0,07	0,16	0,15	0,04	0,01	0,02	0,04	0,07	0,04	0,04	0,08	0,09	0,03	0,09
Al2O3	0,02	0,22	0,03	0,24	0,02	0,13	0,01		0,04	0,14	0,03	0,08	0,16	0,15	0,03	0,00	0,02	0,04	0,06	0,05	0,03	0,11	0,08	0,03	0,08
MgO	0,03	0,14	0,02	0,19	0,06	0,17	0,05	0,04		0,17	0,04	0,13	0,20	0,17	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,03	0,19	0,08	0,07	0,09
Na2O	0,21	0,30	0,20	0,53	0,17	0,32	0,16	0,14	0,17		0,21	0,33	0,51	0,49	0,24	0,15	0,20	0,10	0,21	0,24	0,20	0,31	0,19	0,26	0,18
V	0,01	0,18	0,01	0,21	0,05	0,13	0,04	0,03	0,04	0,21		0,07	0,12	0,14	0,03	0,02	0,04	0,06	0,03	0,03	0,01	0,15	0,07	0,04	0,08
Cr	0,07	0,28	0,09	0,24	0,09	0,16	0,07	0,08	0,13	0,33	0,07		0,06	0,16	0,09	0,07	0,06	0,13	0,09	0,06	0,07	0,15	0,15	0,04	0,15
Ni	0,12	0,33	0,15	0,26	0,19	0,26	0,16	0,16	0,20	0,51	0,12	0,06		0,15	0,15	0,15	0,16	0,24	0,16	0,12	0,14	0,25	0,24	0,11	0,27
Cu	0,14	0,24	0,16	0,27	0,16	0,25	0,15	0,15	0,17	0,49	0,14	0,16	0,15		0,10	0,15	0,16	0,27	0,19	0,16	0,16	0,23	0,28	0,10	0,28
Zn	0,02	0,15	0,02	0,19	0,05	0,13	0,04	0,03	0,03	0,24	0,03	0,09	0,15	0,10		0,03	0,04	0,08	0,06	0,05	0,03	0,12	0,11	0,02	0,10
Ga	0,01	0,21	0,03	0,24	0,02	0,12	0,01	0,00	0,04	0,15	0,02	0,07	0,15	0,15	0,03		0,02	0,04	0,05	0,04	0,02	0,10	0,08	0,03	0,08
Rb	0,03	0,23	0,04	0,23	0,02	0,11	0,02	0,02	0,05	0,20	0,04	0,06	0,16	0,16	0,04	0,02		0,06	0,04	0,04	0,03	0,12	0,09	0,03	0,09
Sr	0,06	0,21	0,05	0,23	0,05	0,13	0,04	0,04	0,05	0,10	0,06	0,13	0,24	0,27	0,08	0,04	0,06		0,07	0,07	0,05	0,12	0,06	0,09	0,06
Y	0,04	0,15	0,03	0,24	0,07	0,16	0,07	0,06	0,05	0,21	0,03	0,09	0,16	0,19	0,06	0,05	0,04	0,07		0,03	0,02	0,22	0,05	0,06	0,06
Zr	0,04	0,20	0,02	0,20	0,06	0,15	0,04	0,05	0,06	0,24	0,03	0,06	0,12	0,16	0,05	0,04	0,04	0,07	0,03		0,02	0,14	0,08	0,04	0,10
Nb	0,01	0,17	0,01	0,21	0,05	0,14	0,04	0,03	0,03	0,20	0,01	0,07	0,14	0,16	0,03	0,02	0,03	0,05	0,02	0,02		0,14	0,06	0,03	0,07
Ba	0,15	0,37	0,16	0,27	0,11	0,14	0,08	0,11	0,19	0,31	0,15	0,15	0,25	0,23	0,12	0,10	0,12	0,12	0,22	0,14	0,14		0,25	0,10	0,23
Ce	0,07	0,23	0,06	0,27	0,11	0,18	0,09	0,08	0,08	0,19	0,07	0,15	0,24	0,28	0,11	0,08	0,09	0,06	0,05	0,08	0,06	0,25		0,12	0,01
Pb	0,04	0,19	0,04	0,20	0,04	0,13	0,03	0,03	0,07	0,26	0,04	0,04	0,11	0,10	0,02	0,03	0,03	0,09	0,06	0,04	0,03	0,10	0,12		0,11
Th	0,07	0,23	0,07	0,26	0,11	0,17	0,09	0,08	0,09	0,18	0,08	0,15	0,27	0,28	0,10	0,08	0,09	0,06	0,06	0,10	0,07	0,23	0,01	0,11	
?.i	1,78	5,48	1,76	5,89	2,11	4,08	1,85	1,78	2,16	6,00	1,79	2,87	4,65	4,71	1,91	1,71	1,91	2,36	2,22	2,03	1,72	4,20	3,02	1,96	3,04
vt/?.i	0,82	0,27	0,83	0,25	0,69	0,36	0,79	0,82	0,67	0,24	0,82	0,51	0,31	0,31	0,77	0,85	0,76	0,62	0,66	0,72	0,85	0,35	0,48	0,74	0,48
vt	1,46																								

Tabla 44. Matriz de variación composicional de Can Modolell excluyendo P_2O_5 y Pb

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	V	Cr	Ni	Cu	Zn	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba	Ce	Th
Fe2O3		0,19	0,01	0,21	0,05	0,03	0,02	0,03	0,21	0,01	0,07	0,12	0,14	0,02	0,01	0,03	0,06	0,04	0,04	0,01	0,15	0,07	0,07
MnO	0,19		0,14	0,28	0,25	0,24	0,22	0,14	0,30	0,18	0,28	0,33	0,24	0,15	0,21	0,23	0,21	0,15	0,20	0,17	0,37	0,23	0,23
TiO2	0,01	0,14		0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,20	0,01	0,09	0,15	0,16	0,02	0,03	0,04	0,05	0,03	0,02	0,01	0,16	0,06	0,07
CaO	0,21	0,28	0,18		0,24	0,23	0,24	0,19	0,53	0,21	0,24	0,26	0,27	0,19	0,24	0,23	0,23	0,24	0,20	0,21	0,27	0,27	0,26
K2O	0,05	0,25	0,06	0,24		0,01	0,02	0,06	0,17	0,05	0,09	0,19	0,16	0,05	0,02	0,02	0,05	0,07	0,06	0,05	0,11	0,11	0,11
SiO2	0,03	0,24	0,04	0,23	0,01		0,01	0,05	0,16	0,04	0,07	0,16	0,15	0,04	0,01	0,02	0,04	0,07	0,04	0,04	0,08	0,09	0,09
Al2O3	0,02	0,22	0,03	0,24	0,02	0,01		0,04	0,14	0,03	0,08	0,16	0,15	0,03	0,00	0,02	0,04	0,06	0,05	0,03	0,11	0,08	0,08
MgO	0,03	0,14	0,02	0,19	0,06	0,05	0,04		0,17	0,04	0,13	0,20	0,17	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,03	0,19	0,08	0,09
Na2O	0,21	0,30	0,20	0,53	0,17	0,16	0,14	0,17		0,21	0,33	0,51	0,49	0,24	0,15	0,20	0,10	0,21	0,24	0,20	0,31	0,19	0,18
V	0,01	0,18	0,01	0,21	0,05	0,04	0,03	0,04	0,21		0,07	0,12	0,14	0,03	0,02	0,04	0,06	0,03	0,03	0,01	0,15	0,07	0,08
Cr	0,07	0,28	0,09	0,24	0,09	0,07	0,08	0,13	0,33	0,07		0,06	0,16	0,09	0,07	0,06	0,13	0,09	0,06	0,07	0,15	0,15	0,15
Ni	0,12	0,33	0,15	0,26	0,19	0,16	0,16	0,20	0,51	0,12	0,06		0,15	0,15	0,15	0,16	0,24	0,16	0,12	0,14	0,25	0,24	0,27
Cu	0,14	0,24	0,16	0,27	0,16	0,15	0,15	0,17	0,49	0,14	0,16	0,15		0,10	0,15	0,16	0,27	0,19	0,16	0,16	0,23	0,28	0,28
Zn	0,02	0,15	0,02	0,19	0,05	0,04	0,03	0,03	0,24	0,03	0,09	0,15	0,10		0,03	0,04	0,08	0,06	0,05	0,03	0,12	0,11	0,10
Ga	0,01	0,21	0,03	0,24	0,02	0,01	0,00	0,04	0,15	0,02	0,07	0,15	0,15	0,03		0,02	0,04	0,05	0,04	0,02	0,10	0,08	0,08
Rb	0,03	0,23	0,04	0,23	0,02	0,02	0,02	0,05	0,20	0,04	0,06	0,16	0,16	0,04	0,02		0,06	0,04	0,04	0,03	0,12	0,09	0,09
Sr	0,06	0,21	0,05	0,23	0,05	0,04	0,04	0,05	0,10	0,06	0,13	0,24	0,27	0,08	0,04	0,06		0,07	0,07	0,05	0,12	0,06	0,06
Y	0,04	0,15	0,03	0,24	0,07	0,07	0,06	0,05	0,21	0,03	0,09	0,16	0,19	0,06	0,05	0,04	0,07		0,03	0,02	0,22	0,05	0,06
Zr	0,04	0,20	0,02	0,20	0,06	0,04	0,05	0,06	0,24	0,03	0,06	0,12	0,16	0,05	0,04	0,04	0,07	0,03		0,02	0,14	0,08	0,10
Nb	0,01	0,17	0,01	0,21	0,05	0,04	0,03	0,03	0,20	0,01	0,07	0,14	0,16	0,03	0,02	0,03	0,05	0,02	0,02		0,14	0,06	0,07
Ba	0,15	0,37	0,16	0,27	0,11	0,08	0,11	0,19	0,31	0,15	0,15	0,25	0,23	0,12	0,10	0,12	0,12	0,22	0,14	0,14		0,25	0,23
Ce	0,07	0,23	0,06	0,27	0,11	0,09	0,08	0,08	0,19	0,07	0,15	0,24	0,28	0,11	0,08	0,09	0,06	0,05	0,08	0,06	0,25		0,01
Th	0,07	0,23	0,07	0,26	0,11	0,09	0,08	0,09	0,18	0,08	0,15	0,27	0,28	0,10	0,08	0,09	0,06	0,06	0,10	0,07	0,23	0,01	
?.i	1,60	4,95	1,57	5,43	1,98	1,71	1,62	1,93	5,42	1,61	2,67	4,27	4,36	1,76	1,56	1,77	2,15	2,00	1,84	1,55	3,97	2,72	2,76
vt/?.i	0,83	0,27	0,85	0,25	0,67	0,78	0,82	0,69	0,25	0,82	0,50	0,31	0,31	0,76	0,85	0,75	0,62	0,67	0,72	0,86	0,34	0,49	0,48
vt	1,33																						

Tabla 45. Datos químicos crudos de *Iluro* con LOI. Elementos mayores expresados en % y trazas en ppm

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	P2O5	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr	Pb	LOI	Suma
PAL016	6,470	0,020	0,770	1,720	2,100	62,550	16,830	0,940	0,870	0,230	761,00	73,00	131,00	23,00	20,00	16,00	18,00	97,00	125,00	22,00	120,00	30,00	84,00	247,00	37,00	6,78	99,46
PAL017	5,940	0,040	0,760	1,050	2,690	64,760	17,810	1,220	0,850	0,190	765,00	94,00	142,00	19,00	22,00	17,00	41,00	145,00	121,00	19,00	113,00	35,00	54,00	190,00	23,00	3,53	99,02
PAL018	5,480	0,030	0,730	2,460	2,900	63,950	17,320	1,290	0,990	0,260	494,00	81,00	118,00	18,00	22,00	21,00	24,00	157,00	132,00	16,00	106,00	26,00	93,00	207,00	40,00	3,26	98,83
PAL019	6,390	0,090	0,780	1,690	2,990	64,260	18,370	1,700	1,460	0,110	524,00	76,00	78,00	13,00	22,00	17,00	16,00	117,00	122,00	24,00	122,00	34,00	93,00	219,00	33,00	0,70	98,69
PAL020	5,650	0,080	0,730	2,090	2,870	64,250	17,380	1,420	1,220	0,150	560,00	69,00	72,00	8,00	19,00	14,00	8,00	87,00	137,00	19,00	96,00	26,00	79,00	200,00	33,00	2,99	98,97
PAL021	5,820	0,070	0,730	2,170	2,590	63,110	17,060	1,340	1,300	0,350	860,00	67,00	66,00	27,00	20,00	15,00	11,00	93,00	174,00	19,00	120,00	32,00	81,00	205,00	31,00	4,32	99,04
PAL022	4,420	0,030	0,640	2,010	2,470	67,090	14,930	0,980	1,340	0,340	865,00	63,00	65,00	7,00	18,00	15,00	8,00	84,00	160,00	18,00	104,00	27,00	61,00	237,00	27,00	5,13	99,56
PAL023	5,840	0,060	0,730	2,650	2,130	62,610	17,080	1,630	1,240	0,390	837,00	55,00	74,00	31,00	20,00	14,00	5,00	81,00	190,00	17,00	125,00	26,00	84,00	161,00	26,00	4,33	98,86
PAL024	6,330	0,090	0,780	1,760	2,980	64,020	18,380	1,710	1,220	0,130	563,00	102,00	78,00	16,00	23,00	17,00	17,00	121,00	128,00	26,00	121,00	35,00	95,00	236,00	35,00	0,47	98,03
PAL025	6,300	0,080	0,780	1,740	2,510	64,480	18,600	1,610	1,460	0,090	646,00	73,00	104,00	11,00	22,00	16,00	16,00	98,00	143,00	18,00	120,00	30,00	88,00	213,00	29,00	0,37	98,18
PAL026	6,700	0,090	0,870	3,430	2,910	62,580	18,060	1,710	1,520	0,120	550,00	181,00	94,00	13,00	23,00	18,00	17,00	127,00	146,00	41,00	113,00	38,00	95,00	221,00	30,00	0,00	98,16
PAL027	4,970	0,110	0,690	1,800	2,650	66,890	15,770	1,040	1,600	0,120	632,00	79,00	72,00	9,00	18,00	15,00	7,00	92,00	135,00	17,00	99,00	27,00	68,00	282,00	30,00	3,29	99,09
PAL028	6,260	0,090	0,780	2,110	2,620	64,650	18,520	1,460	1,430	0,130	573,00	63,00	70,00	22,00	22,00	17,00	13,00	106,00	137,00	20,00	120,00	39,00	85,00	213,00	33,00	0,57	98,77
PAL029	5,940	0,070	0,700	2,480	3,060	60,670	16,540	1,630	1,280	0,500	875,00	68,00	89,00	18,00	20,00	15,00	13,00	98,00	193,00	19,00	129,00	33,00	95,00	187,00	29,00	5,86	98,92
PAL030	6,000	0,090	0,770	1,810	2,840	65,020	18,080	1,350	1,420	0,190	566,00	67,00	118,00	26,00	22,00	17,00	15,00	117,00	126,00	20,00	116,00	36,00	86,00	245,00	32,00	1,03	98,76
PAL031	5,930	0,090	0,760	2,250	2,750	64,540	17,710	1,380	1,370	0,150	527,00	72,00	106,00	23,00	21,00	16,00	14,00	113,00	128,00	19,00	114,00	35,00	84,00	224,00	34,00	1,60	98,68
PAL032	5,720	0,070	0,710	2,530	2,900	59,930	16,210	1,470	1,190	0,190	730,00	68,00	78,00	14,00	20,00	16,00	11,00	103,00	150,00	19,00	115,00	27,00	89,00	205,00	33,00	7,36	98,45
PAL033	5,780	0,080	0,730	1,660	2,870	65,540	18,190	1,510	1,590	0,110	748,00	84,00	69,00	11,00	22,00	16,00	12,00	106,00	146,00	19,00	104,00	32,00	87,00	219,00	34,00	0,70	98,93
PAL034	5,620	0,080	0,690	1,950	2,710	63,610	17,120	1,260	1,360	0,360	847,00	66,00	73,00	28,00	20,00	16,00	12,00	100,00	169,00	18,00	119,00	34,00	82,00	218,00	31,00	3,97	98,91
PAL035	6,100	0,070	0,780	2,610	2,340	63,860	17,770	1,680	1,520	0,100	568,00	83,00	55,00	28,00	21,00	15,00	5,00	101,00	149,00	17,00	117,00	29,00	86,00	196,00	28,00	1,90	98,88
PAL036	5,790	0,080	0,750	1,890	2,640	62,380	16,950	1,360	1,140	0,380	785,00	72,00	118,00	26,00	20,00	16,00	13,00	103,00	161,00	18,00	120,00	33,00	82,00	222,00	30,00	5,33	98,87
PAL037	5,780	0,070	0,750	3,000	2,310	62,570	16,820	1,560	1,410	0,250	670,00	73,00	147,00	31,00	20,00	14,00	6,00	90,00	177,00	23,00	121,00	27,00	81,00	172,00	27,00	4,62	99,31
PAL038	5,810	0,070	0,730	2,480	2,530	62,700	17,120	1,700	2,160	0,110	828,00	66,00	48,00	25,00	20,00	14,00	5,00	88,00	183,00	14,00	109,00	26,00	85,00	186,00	28,00	3,57	99,15
PAL039	5,830	0,050	0,720	4,300	2,610	58,020	17,280	1,360	1,450	0,300	888,00	61,00	68,00	21,00	20,00	14,00	9,00	86,00	193,00	15,00	116,00	25,00	81,00	173,00	25,00	6,90	99,00
PAL040	5,900	0,060	0,750	1,980	2,610	62,320	17,280	1,370	1,130	0,390	870,00	77,00	64,00	163,00	20,00	16,00	13,00	101,00	166,00	16,00	115,00	33,00	89,00	223,00	34,00	5,19	99,18
PAL041	6,170	0,070	0,820	2,810	2,450	63,260	18,420	1,320	1,480	0,190	559,00	64,00	58,00	24,00	21,00	15,00	10,00	104,00	127,00	17,00	117,00	26,00	78,00	213,00	27,00	2,46	99,60
PAL042	6,320	0,050	0,800	3,710	2,840	60,120	18,530	1,360	1,320	0,180	570,00	61,00	81,00	22,00	22,00	15,00	12,00	105,00	118,00	17,00	115,00	24,00	76,00	204,00	26,00	4,00	99,38
PAL043	4,900	0,040	0,610	1,530	3,580	62,330	17,100	1,150	2,050	0,280	888,00	68,00	61,00	8,00	21,00	16,00	8,00	114,00	165,00	18,00	84,00	31,00	76,00	212,00	31,00	5,66	99,41
PAL044	5,720	0,070	0,730	1,920	3,000	63,820	16,570	1,200	0,850	0,450	858,00	74,00	81,00	17,00	19,00	16,00	19,00	106,00	167,00	17,00	117,00	28,00	83,00	222,00	34,00	4,92	99,44
PAL045	5,710	0,070	0,730	2,270	2,610	61,960	16,780	1,380	1,310	0,230	819,00	68,00	62,00	21,00	20,00	16,00	12,00	100,00	160,00	17,00	111,00	33,00	87,00	218,00	28,00	6,53	99,76
PAL046	5,750	0,070	0,740	2,530	2,630	62,350	16,760	1,360	1,310	0,280	843,00	73,00	63,00	23,00	20,00	16,00	12,00	98,00	175,00	17,00	115,00	33,00	84,00	221,00	28,00	5,67	99,63
PAL047	5,860	0,080	0,730	2,840	3,090	62,000	17,000	1,330	1,430	0,330	828,00	66,00	65,00	12,00	20,00	16,00	10,00	103,00	176,00	18,00	110,00	26,00	79,00	182,00	30,00	4,27	99,13
PAL048	5,730	0,070	0,730	2,700	2,580	62,320	16,990	1,190	1,190	0,330	1016,00	69,00	66,00	24,00	20,00	16,00	12,00	94,00	177,00	17,00	118,00	34,00	75,00	221,00	33,00	5,32	99,35
PAL049	6,040	0,080	0,740	2,140	3,080	63,730	17,620	1,400	1,570	0,150	630,00	71,00	71,00	11,00	21,00	17,00	10,00	117,00	133,00	23,00	109,00	30,00	84,00	200,00	33,00	2,46	99,17

PAL050	5,880	0,070	0,740	2,320	2,840	62,790	17,260	1,490	1,140	0,430	800,00	72,00	70,00	15,00	20,00	16,00	13,00	99,00	181,00	17,00	110,00	31,00	93,00	213,00	37,00	3,99	99,13
PAL051	5,710	0,070	0,700	3,360	2,480	60,420	16,770	1,410	1,150	0,290	837,00	64,00	72,00	23,00	20,00	15,00	11,00	89,00	175,00	16,00	113,00	31,00	76,00	195,00	28,00	6,93	99,47
PAL052	6,480	0,070	0,790	2,240	2,590	63,670	18,940	1,480	1,260	0,090	556,00	72,00	65,00	21,00	23,00	17,00	13,00	108,00	126,00	20,00	121,00	34,00	85,00	218,00	31,00	1,63	99,39
PAL053	5,970	0,070	0,760	2,110	2,800	62,490	17,150	1,610	1,060	0,380	850,00	63,00	71,00	16,00	20,00	16,00	12,00	100,00	165,00	18,00	118,00	32,00	90,00	213,00	31,00	4,62	99,20
PAL054	6,420	0,080	0,830	1,960	2,450	65,130	18,510	1,670	1,460	0,060	543,00	72,00	83,00	29,00	22,00	16,00	9,00	109,00	142,00	18,00	127,00	32,00	86,00	207,00	29,00	0,47	99,19
PAL055	5,890	0,080	0,760	3,050	2,640	62,940	17,600	1,320	1,240	0,240	684,00	84,00	76,00	25,00	21,00	17,00	12,00	106,00	149,00	17,00	116,00	34,00	81,00	223,00	30,00	3,19	99,12
PAL056	6,210	0,130	0,820	4,350	2,970	60,620	17,720	1,710	1,400	0,120	611,00	83,00	92,00	13,00	21,00	19,00	16,00	130,00	164,00	20,00	108,00	30,00	89,00	311,00	33,00	2,99	99,21
PAL057	5,790	0,080	0,770	4,680	2,820	62,130	16,480	1,470	1,610	0,160	650,00	70,00	108,00	16,00	19,00	15,00	11,00	105,00	170,00	17,00	105,00	29,00	84,00	217,00	25,00	2,26	98,41

Tabla 46. Datos químicos crudos de las muestras de arcillas para briquetas, con LOI. Elementos mayores expresados en % y trazas en ppm

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	P2O5	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr	Pb	Suma
Mostra 1	4,152	0,064	0,590	3,646	3,098	64,064	14,933	0,935	1,385	0,080	632,55	76,56	71,63	14,34	18,38	12,01	22,29	118,02	112,90	13,07	82,64	22,27	57,97	190,71	24,59	93,09
Mostra 2	3,558	0,058	0,467	11,723	1,793	58,835	9,113	2,198	0,486	0,096	416,80	53,68	72,75	22,51	12,17	8,30	20,82	72,74	75,80	9,97	70,59	18,44	55,04	141,76	20,41	88,43
Mostra 3	4,271	0,087	0,633	8,802	2,180	58,938	10,766	2,822	0,495	0,096	530,47	69,82	63,35	23,74	14,06	11,70	26,02	89,54	100,34	13,06	86,53	28,70	69,36	241,17	23,58	89,23
Mostra 4	3,560	0,030	0,601	16,520	2,733	49,202	10,963	0,942	0,125	0,101	1124,28	52,95	45,20	4,66	15,44	11,38	16,53	128,06	119,98	13,26	66,88	18,93	30,57	198,97	13,22	84,96
Mostra 5	5,292	0,064	0,602	0,561	2,123	74,067	12,629	0,971	0,420	0,061	485,62	66,67	84,21	25,73	15,70	11,05	28,35	92,96	55,23	11,76	98,49	25,90	69,20	200,73	25,48	96,92
Mostra 6	3,956	0,072	0,727	7,814	2,011	65,655	10,317	1,065	0,515	0,073	425,23	71,77	62,07	19,14	13,18	14,26	24,07	86,78	118,35	13,57	81,35	25,92	62,02	279,13	22,60	92,34

Tabla 47. Matriz de variación composicional de *Iluro* con todas las variables y todos los individuos

	Fe2O3	Al2O3	MnO	TiO2	MgO	CaO	Na2O	K2O	SiO2	Ba	Rb	Th	Nb	Zr	Y	Sr	Ce	Ga	V	Zn	Cu	Ni	Cr
Fe2O3		0,00	0,11	0,00	0,01	0,09	0,05	0,02	0,01	0,06	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,00	0,00	0,01	0,25	0,15	0,07
Al2O3	0,00		0,12	0,00	0,02	0,09	0,04	0,01	0,00	0,05	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,27	0,16	0,07
MnO	0,11	0,12		0,11	0,08	0,17	0,11	0,11	0,12	0,20	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,41	0,33	0,22
TiO2	0,00	0,00	0,11		0,02	0,08	0,04	0,02	0,00	0,06	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,26	0,15	0,06
MgO	0,01	0,02	0,08	0,02		0,09	0,04	0,03	0,02	0,08	0,04	0,04	0,03	0,05	0,03	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01	0,28	0,20	0,10
CaO	0,09	0,09	0,17	0,08	0,09		0,10	0,10	0,10	0,13	0,12	0,13	0,10	0,11	0,13	0,08	0,13	0,10	0,09	0,09	0,33	0,33	0,18
Na2O	0,05	0,04	0,11	0,04	0,04	0,10		0,04	0,04	0,09	0,06	0,07	0,05	0,05	0,06	0,05	0,07	0,04	0,05	0,04	0,36	0,30	0,15
K2O	0,02	0,01	0,11	0,02	0,03	0,10	0,04		0,01	0,05	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,01	0,02	0,02	0,33	0,15	0,08
SiO2	0,01	0,00	0,12	0,00	0,02	0,10	0,04	0,01		0,04	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,28	0,17	0,07
Ba	0,06	0,05	0,20	0,06	0,08	0,13	0,09	0,05	0,04		0,09	0,10	0,06	0,06	0,06	0,02	0,10	0,06	0,05	0,06	0,29	0,23	0,14
Rb	0,02	0,02	0,14	0,02	0,04	0,12	0,06	0,02	0,02	0,09		0,03	0,01	0,02	0,02	0,06	0,03	0,01	0,03	0,03	0,31	0,10	0,06
Th	0,03	0,03	0,13	0,03	0,04	0,13	0,07	0,03	0,03	0,10	0,03		0,03	0,04	0,03	0,07	0,02	0,02	0,03	0,03	0,35	0,15	0,07
Nb	0,01	0,01	0,13	0,01	0,03	0,10	0,05	0,01	0,01	0,06	0,01	0,03		0,01	0,01	0,04	0,03	0,00	0,01	0,01	0,29	0,13	0,06
Zr	0,02	0,02	0,12	0,02	0,05	0,11	0,05	0,02	0,01	0,06	0,02	0,04	0,01		0,02	0,05	0,04	0,02	0,02	0,03	0,31	0,15	0,08
Y	0,01	0,01	0,11	0,02	0,03	0,13	0,06	0,02	0,01	0,06	0,02	0,03	0,01	0,02		0,04	0,03	0,01	0,02	0,02	0,26	0,13	0,07
Sr	0,03	0,03	0,14	0,03	0,04	0,08	0,05	0,03	0,03	0,02	0,06	0,07	0,04	0,05	0,04		0,07	0,03	0,03	0,03	0,27	0,24	0,11
Ce	0,03	0,03	0,13	0,03	0,04	0,13	0,07	0,04	0,03	0,10	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,07		0,03	0,04	0,04	0,33	0,14	0,08
Ga	0,00	0,00	0,12	0,00	0,02	0,10	0,04	0,01	0,00	0,06	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01	0,03	0,03		0,01	0,01	0,27	0,15	0,07
V	0,00	0,01	0,12	0,01	0,02	0,09	0,05	0,02	0,01	0,05	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,01		0,01	0,24	0,16	0,07
Zn	0,01	0,01	0,11	0,01	0,01	0,09	0,04	0,02	0,01	0,06	0,03	0,03	0,01	0,03	0,02	0,03	0,04	0,01	0,01		0,27	0,18	0,08
Cu	0,25	0,27	0,41	0,26	0,28	0,33	0,36	0,33	0,28	0,29	0,31	0,35	0,29	0,31	0,26	0,27	0,33	0,27	0,24	0,27		0,45	0,34
Ni	0,15	0,16	0,33	0,15	0,20	0,33	0,30	0,15	0,17	0,23	0,10	0,15	0,13	0,15	0,13	0,24	0,14	0,15	0,16	0,18	0,45		0,12
Cr	0,07	0,07	0,22	0,06	0,10	0,18	0,15	0,08	0,07	0,14	0,06	0,07	0,06	0,08	0,07	0,11	0,08	0,07	0,07	0,08	0,34	0,12	
?.i	0,99	0,99	3,35	0,98	1,28	2,90	1,90	1,19	1,04	2,07	1,24	1,47	1,04	1,26	1,14	1,52	1,51	0,99	1,05	1,12	6,73	4,26	2,33
vt/?.i	0,93	0,93	0,28	0,94	0,72	0,32	0,48	0,77	0,89	0,45	0,75	0,62	0,89	0,73	0,81	0,61	0,61	0,93	0,88	0,82	0,14	0,22	0,40
vt	0,921																						

Tabla 48. Matriz de variación composicional de *Iluro* sin CaO y todos los individuos

	Fe2O3	Al2O3	MnO	TiO2	MgO	Na2O	K2O	SiO2	Ba	Rb	Th	Nb	Zr	Y	Sr	Ce	Ga	V	Zn	Cu	Ni	Cr
Fe2O3		0,00	0,11	0,00	0,01	0,05	0,02	0,01	0,06	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,00	0,00	0,01	0,25	0,15	0,07
Al2O3	0,00		0,12	0,00	0,02	0,04	0,01	0,00	0,05	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,27	0,16	0,07
MnO	0,11	0,12		0,11	0,08	0,11	0,11	0,12	0,20	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,41	0,33	0,22
TiO2	0,00	0,00	0,11		0,02	0,04	0,02	0,00	0,06	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,26	0,15	0,06
MgO	0,01	0,02	0,08	0,02		0,04	0,03	0,02	0,08	0,04	0,04	0,03	0,05	0,03	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01	0,28	0,20	0,10
Na2O	0,05	0,04	0,11	0,04	0,04		0,04	0,04	0,09	0,06	0,07	0,05	0,05	0,06	0,05	0,07	0,04	0,05	0,04	0,36	0,30	0,15
K2O	0,02	0,01	0,11	0,02	0,03	0,04		0,01	0,05	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,01	0,02	0,02	0,33	0,15	0,08
SiO2	0,01	0,00	0,12	0,00	0,02	0,04	0,01		0,04	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,28	0,17	0,07
Ba	0,06	0,05	0,20	0,06	0,08	0,09	0,05	0,04		0,09	0,10	0,06	0,06	0,06	0,02	0,10	0,06	0,05	0,06	0,29	0,23	0,14
Rb	0,02	0,02	0,14	0,02	0,04	0,06	0,02	0,02	0,09		0,03	0,01	0,02	0,02	0,06	0,03	0,01	0,03	0,03	0,31	0,10	0,06
Th	0,03	0,03	0,13	0,03	0,04	0,07	0,03	0,03	0,10	0,03		0,03	0,04	0,03	0,07	0,02	0,02	0,03	0,03	0,35	0,15	0,07
Nb	0,01	0,01	0,13	0,01	0,03	0,05	0,01	0,01	0,06	0,01	0,03		0,01	0,01	0,04	0,03	0,00	0,01	0,01	0,29	0,13	0,06
Zr	0,02	0,02	0,12	0,02	0,05	0,05	0,02	0,01	0,06	0,02	0,04	0,01		0,02	0,05	0,04	0,02	0,02	0,03	0,31	0,15	0,08
Y	0,01	0,01	0,11	0,02	0,03	0,06	0,02	0,01	0,06	0,02	0,03	0,01	0,02		0,04	0,03	0,01	0,02	0,02	0,26	0,13	0,07
Sr	0,03	0,03	0,14	0,03	0,04	0,05	0,03	0,03	0,02	0,06	0,07	0,04	0,05	0,04		0,07	0,03	0,03	0,03	0,27	0,24	0,11
Ce	0,03	0,03	0,13	0,03	0,04	0,07	0,04	0,03	0,10	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,07		0,03	0,04	0,04	0,33	0,14	0,08
Ga	0,00	0,00	0,12	0,00	0,02	0,04	0,01	0,00	0,06	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01	0,03	0,03		0,01	0,01	0,27	0,15	0,07
V	0,00	0,01	0,12	0,01	0,02	0,05	0,02	0,01	0,05	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,01		0,01	0,24	0,16	0,07
Zn	0,01	0,01	0,11	0,01	0,01	0,04	0,02	0,01	0,06	0,03	0,03	0,01	0,03	0,02	0,03	0,04	0,01	0,01		0,27	0,18	0,08
Cu	0,25	0,27	0,41	0,26	0,28	0,36	0,33	0,28	0,29	0,31	0,35	0,29	0,31	0,26	0,27	0,33	0,27	0,24	0,27		0,45	0,34
Ni	0,15	0,16	0,33	0,15	0,20	0,30	0,15	0,17	0,23	0,10	0,15	0,13	0,15	0,13	0,24	0,14	0,15	0,16	0,18	0,45		0,12
Cr	0,07	0,07	0,22	0,06	0,10	0,15	0,08	0,07	0,14	0,06	0,07	0,06	0,08	0,07	0,11	0,08	0,07	0,07	0,08	0,34	0,12	
? i	0,90	0,90	3,18	0,89	1,20	1,80	1,09	0,94	1,93	1,11	1,34	0,93	1,14	1,01	1,44	1,38	0,90	0,96	1,03	6,40	3,93	2,15
vt/?i	0,92	0,93	0,26	0,93	0,69	0,46	0,76	0,89	0,43	0,75	0,62	0,89	0,73	0,82	0,58	0,60	0,93	0,87	0,81	0,13	0,21	0,39
vt/?i	0,83																					

Tabla 49. Resumen estadístico de los datos integrados (n=270). Se expresa: valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento

Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2
Min. :3.630	Min. :0.01550	Min. :0.4150	Min. : 0.5609	Min. :2.011	Min. :49.05
1st Qu.:4.900	1st Qu.:0.05000	1st Qu.:0.6100	1st Qu.: 1.5293	1st Qu.:2.886	1st Qu.:62.48
Median :5.466	Median :0.07000	Median :0.6800	Median : 1.9413	Median :3.131	Median :64.29
Mean :5.485	Mean :0.06652	Mean :0.6857	Mean : 2.3861	Mean :3.145	Mean :64.22
3rd Qu.:5.912	3rd Qu.:0.08000	3rd Qu.:0.7400	3rd Qu.: 2.6500	3rd Qu.:3.405	3rd Qu.:66.15
Max. :8.155	Max. :0.13055	Max. :1.0710	Max. :15.1400	Max. :4.395	Max. :74.07

Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr
Min. :10.32	Min. :0.5823	Min. :0.360	Min. :0.04066	Min. :0.004301	Min. :0.001190
1st Qu.:16.23	1st Qu.:1.1750	1st Qu.:1.262	1st Qu.:0.06557	1st Qu.:0.006887	1st Qu.:0.003930
Median :16.91	Median:1.3305	Median:1.677	Median :0.07888	Median :0.007575	Median :0.005105
Mean :16.92	Mean :1.3920	Mean :1.618	Mean :0.07876	Mean :0.007817	Mean :0.005348
3rd Qu.:17.62	3rd Qu.:1.4900	3rd Qu.:2.025	3rd Qu.:0.08941	3rd Qu.:0.008310	3rd Qu.:0.006381
Max. :22.32	Max. :4.2000	Max. :2.629	Max. :0.14492	Max. :0.030232	Max. :0.014700

Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr
Min. :0.000300	Min. :0.001318	Min. :0.000740	Min. :0.000390	Min. :0.006769	Min. :0.005523
1st Qu.:0.001000	1st Qu.:0.001853	1st Qu.:0.001120	1st Qu.:0.001112	1st Qu.:0.010380	1st Qu.:0.011898
Median :0.001381	Median :0.001940	Median :0.001250	Median :0.001480	Median :0.011250	Median :0.013762
Mean :0.001568	Mean :0.001972	Mean :0.001289	Mean :0.001627	Mean :0.011530	Mean :0.013709
3rd Qu.:0.001926	3rd Qu.:0.002090	3rd Qu.:0.001429	3rd Qu.:0.001960	3rd Qu.:0.012462	3rd Qu.:0.015607
Max. :0.016300	Max. :0.002850	Max. :0.002100	Max. :0.004270	Max. :0.019080	Max. :0.023460

Th	V	Y	Zn	Zr
Min. :0.000890	Min. :0.005990	Min. :0.001647	Min. :0.003712	Min. :0.005797
1st Qu.:0.001520	1st Qu.:0.008425	1st Qu.:0.002574	1st Qu.:0.006802	1st Qu.:0.016195
Median :0.001669	Median :0.009468	Median :0.002905	Median :0.007675	Median :0.018605
Mean :0.001709	Mean :0.009637	Mean :0.002908	Mean :0.008236	Mean :0.018635
3rd Qu.:0.001820	3rd Qu.:0.010793	3rd Qu.:0.003244	3rd Qu.:0.008707	3rd Qu.:0.020755
Max. :0.006891	Max. :0.013760	Max. :0.004538	Max. :0.027913	Max. :0.031100

Tabla 50. Valores intercuartílicos y de los cuatro cuantiles para el conjunto de datos integrados

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu
IQR	1,0117	0,0300	0,1300	1,1207	0,5188	3,6717	1,3875	0,3150	0,7627	0,0238	0,0014	0,0025	0,0009
0%	3,6300	0,0155	0,4150	0,5610	2,0112	49,0500	10,3172	0,5823	0,3600	0,0407	0,0043	0,0012	0,0003
25%	4,9000	0,0500	0,6100	1,5293	2,8863	62,4750	16,2325	1,1750	1,2625	0,0656	0,0069	0,0039	0,0010
50%	5,4657	0,0700	0,6800	1,9413	3,1314	64,2947	16,9124	1,3305	1,6767	0,0789	0,0076	0,0051	0,0014
75%	5,9117	0,0800	0,7400	2,6500	3,4050	66,1467	17,6200	1,4900	2,0252	0,0894	0,0083	0,0064	0,0019
100%	8,1550	0,1306	1,0710	15,1400	4,3950	74,0665	22,3150	4,2000	2,6293	0,1449	0,0302	0,0147	0,0163

	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
IQR	0,0002	0,0003	0,0008	0,0021	0,0037	0,0003	0,0024	0,0007	0,0019	0,0046
0%	0,0013	0,0007	0,0004	0,0068	0,0055	0,0009	0,0060	0,0016	0,0037	0,0058
25%	0,0019	0,0011	0,0011	0,0104	0,0119	0,0015	0,0084	0,0026	0,0068	0,0162
50%	0,0019	0,0012	0,0015	0,0112	0,0138	0,0017	0,0095	0,0029	0,0077	0,0186
75%	0,0021	0,0014	0,0020	0,0125	0,0156	0,0018	0,0108	0,0032	0,0087	0,0208
100%	0,0029	0,0021	0,0043	0,0191	0,0235	0,0069	0,0138	0,0045	0,0279	0,0311

Tabla 51. Medias y desviaciones estándar de los datos integrados para cada uno de los clusters

	Total dendrograma		Cluster 1		Cluster 2		Cluster 3		Cluster 4		Cluster 5		Pareja 1		Pareja 2	
	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
Fe2O3	5,4851	0,8147	6,9200	0,3954	7,0935	0,7216	5,5370	0,3128	7,3877	0,4642	5,3193	0,6203	4,5525	0,1564	5,9167	0,1595
MnO	0,0665	0,0217	0,1100	0,0141	0,0525	0,0167	0,0389	0,0071	0,1254	0,0049	0,0655	0,0170	0,0972	0,0117	0,0667	0,0058
TiO2	0,6857	0,1056	0,7850	0,0370	0,7730	0,1515	0,6705	0,0679	0,9919	0,0550	0,6727	0,0830	0,6023	0,0210	0,7467	0,0289
CaO	2,3861	1,5835	8,1963	1,9186	1,7780	1,0820	3,2818	2,2429	4,5584	1,7370	2,0763	0,8547	4,2592	0,2403	2,5800	0,0889
K2O	3,1450	0,4296	3,6213	0,1883	3,2375	0,6620	3,3042	0,5870	3,1771	0,1736	3,1597	0,3835	3,2509	0,1152	2,3333	0,2001
SiO2	64,2224	3,4561	53,0588	2,0622	60,8055	4,5996	66,2088	3,5982	59,9893	1,8419	64,8666	2,7088	62,0432	0,0950	63,0567	0,6972
Al2O3	16,9231	1,4155	19,1175	0,9468	19,6525	1,9667	15,3702	1,6962	17,1467	0,7488	16,8282	0,9445	14,9432	0,5176	17,3233	0,3873
MgO	1,3920	0,4279	3,3575	0,1169	1,7160	0,5321	1,1899	0,1897	2,0225	0,1334	1,3177	0,2340	1,2034	0,0195	1,6700	0,0361
Na2O	1,6183	0,5038	0,6450	0,2705	0,8880	0,1627	0,6783	0,1201	1,7715	0,1792	1,7247	0,4193	0,8505	0,0688	1,6400	0,4716
Ba	0,0788	0,0175	0,0954	0,0085	0,0802	0,0213	0,0888	0,0302	0,0679	0,0074	0,0790	0,0152	0,1438	0,0016	0,0744	0,0153
Ce	0,0078	0,0020	0,0075	0,0002	0,0080	0,0014	0,0083	0,0010	0,0108	0,0009	0,0076	0,0010	0,0046	0,0005	0,0068	0,0014
Cr	0,0053	0,0022	0,0068	0,0006	0,0076	0,0021	0,0099	0,0033	0,0049	0,0010	0,0050	0,0018	0,0058	0,0008	0,0059	0,0013
Cu	0,0016	0,0011	0,0031	0,0003	0,0023	0,0006	0,0019	0,0003	0,0018	0,0003	0,0014	0,0012	0,0032	0,0001	0,0028	0,0003
Ga	0,0020	0,0002	0,0024	0,0002	0,0024	0,0003	0,0019	0,0002	0,0021	0,0001	0,0019	0,0002	0,0018	0,0001	0,0020	0,0001
Nb	0,0013	0,0002	0,0015	0,0001	0,0014	0,0003	0,0014	0,0002	0,0018	0,0001	0,0013	0,0002	0,0011	0,0001	0,0014	0,0001
Ni	0,0016	0,0007	0,0035	0,0003	0,0033	0,0006	0,0035	0,0004	0,0018	0,0004	0,0015	0,0005	0,0019	0,0001	0,0005	0,0000
Rb	0,0115	0,0019	0,0150	0,0014	0,0140	0,0035	0,0143	0,0012	0,0128	0,0008	0,0113	0,0014	0,0097	0,0004	0,0090	0,0010
Sr	0,0137	0,0030	0,0196	0,0027	0,0114	0,0027	0,0107	0,0010	0,0150	0,0019	0,0138	0,0027	0,0091	0,0003	0,0174	0,0022
Th	0,0017	0,0004	0,0017	0,0001	0,0016	0,0002	0,0016	0,0002	0,0023	0,0001	0,0017	0,0002	0,0012	0,0001	0,0016	0,0002
V	0,0096	0,0016	0,0123	0,0003	0,0122	0,0010	0,0104	0,0006	0,0122	0,0007	0,0094	0,0014	0,0079	0,0006	0,0117	0,0008
Y	0,0029	0,0005	0,0030	0,0002	0,0031	0,0006	0,0031	0,0003	0,0042	0,0002	0,0029	0,0005	0,0019	0,0001	0,0027	0,0002
Zn	0,0082	0,0027	0,0139	0,0011	0,0113	0,0026	0,0066	0,0011	0,0102	0,0008	0,0076	0,0012	0,0098	0,0004	0,0085	0,0001
Zr	0,0186	0,0036	0,0149	0,0015	0,0176	0,0038	0,0217	0,0031	0,0239	0,0025	0,0188	0,0029	0,0162	0,0011	0,0181	0,0018

Tabla 52. Matriz de variación composicional de los datos integrados sin CaO, Pb ni P_2O_5

	Fe2O3	MnO	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,11	0,01	0,05	0,03	0,01	0,04	0,19	0,08	0,03	0,12	0,21	0,01	0,02	0,17	0,04	0,06	0,03	0,01	0,03	0,05	0,05
MnO	0,11		0,09	0,15	0,14	0,13	0,09	0,25	0,21	0,12	0,24	0,29	0,13	0,11	0,29	0,14	0,14	0,14	0,11	0,09	0,12	0,14
TiO2	0,01	0,09		0,05	0,03	0,02	0,04	0,18	0,09	0,03	0,13	0,23	0,02	0,01	0,19	0,04	0,06	0,03	0,01	0,03	0,05	0,04
K2O	0,05	0,15	0,05		0,02	0,02	0,08	0,14	0,06	0,05	0,2	0,31	0,03	0,06	0,2	0,02	0,09	0,06	0,06	0,05	0,09	0,06
SiO2	0,03	0,14	0,03	0,02		0,01	0,08	0,13	0,06	0,04	0,16	0,28	0,02	0,04	0,21	0,03	0,07	0,05	0,04	0,04	0,08	0,05
Al2O3	0,01	0,13	0,02	0,02	0,01		0,06	0,14	0,06	0,03	0,15	0,26	0	0,02	0,19	0,02	0,05	0,03	0,02	0,04	0,07	0,04
MgO	0,04	0,09	0,04	0,08	0,08	0,06		0,26	0,15	0,07	0,16	0,22	0,05	0,06	0,2	0,07	0,1	0,07	0,05	0,07	0,06	0,1
Na2O	0,19	0,25	0,18	0,14	0,13	0,14	0,26		0,16	0,15	0,43	0,6	0,16	0,2	0,51	0,18	0,12	0,17	0,21	0,17	0,3	0,18
Ba	0,08	0,21	0,09	0,06	0,06	0,06	0,15	0,16		0,1	0,26	0,36	0,06	0,1	0,26	0,08	0,07	0,11	0,09	0,1	0,13	0,11
Ce	0,03	0,12	0,03	0,05	0,04	0,03	0,07	0,15	0,1		0,17	0,3	0,03	0,04	0,2	0,05	0,08	0,02	0,05	0,04	0,08	0,06
Cr	0,12	0,24	0,13	0,2	0,16	0,15	0,16	0,43	0,26	0,17		0,18	0,15	0,11	0,18	0,18	0,21	0,14	0,1	0,16	0,15	0,16
Cu	0,21	0,29	0,23	0,31	0,28	0,26	0,22	0,6	0,36	0,3	0,18		0,25	0,22	0,23	0,28	0,33	0,28	0,21	0,26	0,2	0,28
Ga	0,01	0,13	0,02	0,03	0,02	0	0,05	0,16	0,06	0,03	0,15	0,25		0,02	0,19	0,02	0,06	0,03	0,02	0,03	0,05	0,04
Nb	0,02	0,11	0,01	0,06	0,04	0,02	0,06	0,2	0,1	0,04	0,11	0,22	0,02		0,19	0,04	0,07	0,03	0,02	0,03	0,06	0,04
Ni	0,17	0,29	0,19	0,2	0,21	0,19	0,2	0,51	0,26	0,2	0,18	0,23	0,19	0,19		0,18	0,31	0,22	0,18	0,2	0,16	0,23
Rb	0,04	0,14	0,04	0,02	0,03	0,02	0,07	0,18	0,08	0,05	0,18	0,28	0,02	0,04	0,18		0,1	0,05	0,05	0,04	0,07	0,06
Sr	0,06	0,14	0,06	0,09	0,07	0,05	0,1	0,12	0,07	0,08	0,21	0,33	0,06	0,07	0,31	0,1		0,08	0,06	0,08	0,13	0,1
Th	0,03	0,14	0,03	0,06	0,05	0,03	0,07	0,17	0,11	0,02	0,14	0,28	0,03	0,03	0,22	0,05	0,08		0,04	0,04	0,09	0,05
V	0,01	0,11	0,01	0,06	0,04	0,02	0,05	0,21	0,09	0,05	0,1	0,21	0,02	0,02	0,18	0,05	0,06	0,04		0,04	0,05	0,05
Y	0,03	0,09	0,03	0,05	0,04	0,04	0,07	0,17	0,1	0,04	0,16	0,26	0,03	0,03	0,2	0,04	0,08	0,04	0,04		0,07	0,05
Zn	0,05	0,12	0,05	0,09	0,08	0,07	0,06	0,3	0,13	0,08	0,15	0,2	0,05	0,06	0,16	0,07	0,13	0,09	0,05	0,07		0,13
Zr	0,05	0,14	0,04	0,06	0,05	0,04	0,1	0,18	0,11	0,06	0,16	0,28	0,04	0,04	0,23	0,06	0,1	0,05	0,05	0,05	0,13	
?.i	1,35	3,2	1,38	1,83	1,62	1,38	2,06	4,82	2,69	1,74	3,73	5,77	1,37	1,48	4,68	1,72	2,35	1,77	1,46	1,65	2,18	2,01
vt/?.i	0,88	0,37	0,86	0,65	0,74	0,86	0,58	0,25	0,44	0,68	0,32	0,21	0,86	0,8	0,25	0,69	0,51	0,67	0,82	0,72	0,54	0,59
vt	1,19																					

Tabla 53. Matriz de variación composicional de los datos integrados sin Cu, CaO, Pb ni P_2O_5

	Fe2O3	MnO	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,11	0,01	0,05	0,03	0,01	0,04	0,19	0,08	0,03	0,12	0,01	0,02	0,17	0,04	0,06	0,03	0,01	0,03	0,05	0,05
MnO	0,11		0,09	0,15	0,14	0,13	0,09	0,25	0,21	0,12	0,24	0,13	0,11	0,29	0,14	0,14	0,14	0,11	0,09	0,12	0,14
TiO2	0,01	0,09		0,05	0,03	0,02	0,04	0,18	0,09	0,03	0,13	0,02	0,01	0,19	0,04	0,06	0,03	0,01	0,03	0,05	0,04
K2O	0,05	0,15	0,05		0,02	0,02	0,08	0,14	0,06	0,05	0,2	0,03	0,06	0,2	0,02	0,09	0,06	0,06	0,05	0,09	0,06
SiO2	0,03	0,14	0,03	0,02		0,01	0,08	0,13	0,06	0,04	0,16	0,02	0,04	0,21	0,03	0,07	0,05	0,04	0,04	0,08	0,05
Al2O3	0,01	0,13	0,02	0,02	0,01		0,06	0,14	0,06	0,03	0,15	0	0,02	0,19	0,02	0,05	0,03	0,02	0,04	0,07	0,04
MgO	0,04	0,09	0,04	0,08	0,08	0,06		0,26	0,15	0,07	0,16	0,05	0,06	0,2	0,07	0,1	0,07	0,05	0,07	0,06	0,1
Na2O	0,19	0,25	0,18	0,14	0,13	0,14	0,26		0,16	0,15	0,43	0,16	0,2	0,51	0,18	0,12	0,17	0,21	0,17	0,3	0,18
Ba	0,08	0,21	0,09	0,06	0,06	0,06	0,15	0,16		0,1	0,26	0,06	0,1	0,26	0,08	0,07	0,11	0,09	0,1	0,13	0,11
Ce	0,03	0,12	0,03	0,05	0,04	0,03	0,07	0,15	0,1		0,17	0,03	0,04	0,2	0,05	0,08	0,02	0,05	0,04	0,08	0,06
Cr	0,12	0,24	0,13	0,2	0,16	0,15	0,16	0,43	0,26	0,17		0,15	0,11	0,18	0,18	0,21	0,14	0,1	0,16	0,15	0,16
Ga	0,01	0,13	0,02	0,03	0,02	0	0,05	0,16	0,06	0,03	0,15		0,02	0,19	0,02	0,06	0,03	0,02	0,03	0,05	0,04
Nb	0,02	0,11	0,01	0,06	0,04	0,02	0,06	0,2	0,1	0,04	0,11	0,02		0,19	0,04	0,07	0,03	0,02	0,03	0,06	0,04
Ni	0,17	0,29	0,19	0,2	0,21	0,19	0,2	0,51	0,26	0,2	0,18	0,19	0,19		0,18	0,31	0,22	0,18	0,2	0,16	0,23
Rb	0,04	0,14	0,04	0,02	0,03	0,02	0,07	0,18	0,08	0,05	0,18	0,02	0,04	0,18		0,1	0,05	0,05	0,04	0,07	0,06
Sr	0,06	0,14	0,06	0,09	0,07	0,05	0,1	0,12	0,07	0,08	0,21	0,06	0,07	0,31	0,1		0,08	0,06	0,08	0,13	0,1
Th	0,03	0,14	0,03	0,06	0,05	0,03	0,07	0,17	0,11	0,02	0,14	0,03	0,03	0,22	0,05	0,08		0,04	0,04	0,09	0,05
V	0,01	0,11	0,01	0,06	0,04	0,02	0,05	0,21	0,09	0,05	0,1	0,02	0,02	0,18	0,05	0,06	0,04		0,04	0,05	0,05
Y	0,03	0,09	0,03	0,05	0,04	0,04	0,07	0,17	0,1	0,04	0,16	0,03	0,03	0,2	0,04	0,08	0,04	0,04		0,07	0,05
Zn	0,05	0,12	0,05	0,09	0,08	0,07	0,06	0,3	0,13	0,08	0,15	0,05	0,06	0,16	0,07	0,13	0,09	0,05	0,07		0,13
Zr	0,05	0,14	0,04	0,06	0,05	0,04	0,1	0,18	0,11	0,06	0,16	0,04	0,04	0,23	0,06	0,1	0,05	0,05	0,05	0,13	
?.i	1,14	2,91	1,15	1,52	1,33	1,12	1,85	4,23	2,34	1,45	3,55	1,13	1,26	4,45	1,44	2,02	1,49	1,25	1,39	1,99	1,74
vt/?.i	0,85	0,33	0,85	0,64	0,73	0,86	0,52	0,23	0,42	0,67	0,27	0,86	0,77	0,22	0,67	0,48	0,65	0,77	0,7	0,49	0,56
vt	0,97																				

Tabla 54. Medias y desviaciones estándar de los datos del cluster 5, basado en los datos integrados, para cada uno de los clusters

	Total		Cluster 5.1		Cluster 5.2		Cluster 5.3		Cluster 5.4		Cluster 5.5		Cluster 5.6	
	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
Fe2O3	5,3193	0,6203	5,0864	0,4834	5,3393	0,2922	4,5008	0,1803	4,5686	0,2179	5,3905	0,5972	5,9567	0,2548
MnO	0,0655	0,0170	0,0622	0,0142	0,0779	0,0123	0,0300	0,0000	0,0337	0,0041	0,0685	0,0141	0,0770	0,0082
TiO2	0,6727	0,0830	0,6476	0,0638	0,6829	0,0286	0,5717	0,0161	0,5387	0,0170	0,6827	0,0774	0,7511	0,0342
CaO	2,0763	0,8547	1,8946	0,3907	3,4869	0,4142	1,4558	0,7058	1,9751	0,8179	2,0222	1,0163	2,3378	0,6344
K2O	3,1597	0,3835	3,1420	0,2546	2,4099	0,2123	3,2492	0,1857	3,3588	0,1714	3,2935	0,3502	2,7407	0,1952
SiO2	64,8666	2,7088	64,9973	2,2103	63,6915	0,6362	68,2267	2,6924	65,4803	1,6087	65,2855	3,0765	63,1100	1,4417
Al2O3	16,8282	0,9445	16,7634	0,8581	16,6522	0,8064	15,6558	0,5988	16,4980	0,8008	16,7836	1,0086	17,5063	0,7651
MgO	1,3177	0,2340	1,1964	0,1690	1,5004	0,1126	1,1908	0,0388	1,1720	0,2406	1,3830	0,2553	1,4444	0,1358
Na2O	1,7247	0,4193	2,0432	0,2560	2,0041	0,2004	1,2133	0,0603	2,0911	0,2679	1,5951	0,4167	1,3252	0,1525
Ba	0,0790	0,0152	0,0878	0,0120	0,0718	0,0056	0,0759	0,0114	0,0905	0,0140	0,0745	0,0139	0,0714	0,0142
Ce	0,0076	0,0010	0,0076	0,0009	0,0085	0,0015	0,0059	0,0005	0,0068	0,0007	0,0078	0,0010	0,0072	0,0008
Cr	0,0050	0,0018	0,0033	0,0007	0,0054	0,0006	0,0036	0,0007	0,0037	0,0006	0,0051	0,0009	0,0078	0,0017
Cu	0,0014	0,0012	0,0009	0,0003	0,0012	0,0005	0,0016	0,0009	0,0009	0,0003	0,0015	0,0006	0,0025	0,0028
Ga	0,0019	0,0002	0,0019	0,0002	0,0018	0,0001	0,0018	0,0001	0,0018	0,0001	0,0019	0,0002	0,0021	0,0001
Nb	0,0013	0,0002	0,0011	0,0001	0,0010	0,0001	0,0011	0,0000	0,0010	0,0001	0,0013	0,0001	0,0016	0,0001
Ni	0,0015	0,0005	0,0011	0,0002	0,0011	0,0003	0,0010	0,0000	0,0010	0,0002	0,0019	0,0005	0,0012	0,0002
Rb	0,0113	0,0014	0,0113	0,0012	0,0082	0,0006	0,0114	0,0008	0,0107	0,0005	0,0118	0,0014	0,0104	0,0008
Sr	0,0138	0,0027	0,0149	0,0021	0,0176	0,0013	0,0104	0,0019	0,0138	0,0018	0,0123	0,0024	0,0153	0,0021
Th	0,0017	0,0002	0,0016	0,0002	0,0016	0,0002	0,0015	0,0000	0,0015	0,0001	0,0017	0,0002	0,0019	0,0002
V	0,0094	0,0014	0,0088	0,0009	0,0093	0,0005	0,0074	0,0003	0,0076	0,0005	0,0094	0,0012	0,0116	0,0007
Y	0,0029	0,0005	0,0028	0,0004	0,0027	0,0003	0,0021	0,0001	0,0018	0,0002	0,0030	0,0004	0,0032	0,0003
Zn	0,0076	0,0012	0,0072	0,0010	0,0067	0,0006	0,0068	0,0001	0,0057	0,0005	0,0079	0,0013	0,0085	0,0005
Zr	0,0188	0,0029	0,0172	0,0018	0,0165	0,0020	0,0193	0,0013	0,0140	0,0011	0,0196	0,0026	0,0214	0,0013

Tabla 55. Matriz de variación composicional para el cluster 5, basado en el conjunto de datos integrados con 23 elementos, sin CaO, Pb ni P_2O_5

	Fe2O3	MnO	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,06	0,00	0,04	0,02	0,01	0,02	0,10	0,07	0,02	0,10	0,01	0,01	0,11	0,03	0,05	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
MnO	0,06		0,05	0,11	0,09	0,07	0,07	0,15	0,15	0,07	0,14	0,07	0,07	0,14	0,09	0,11	0,08	0,06	0,05	0,06	0,06
TiO2	0,00	0,05		0,04	0,02	0,01	0,02	0,10	0,07	0,02	0,10	0,01	0,01	0,11	0,03	0,05	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
K2O	0,04	0,11	0,04		0,01	0,02	0,05	0,08	0,05	0,03	0,16	0,02	0,05	0,12	0,01	0,08	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04
SiO2	0,02	0,09	0,02	0,01		0,01	0,04	0,07	0,04	0,02	0,13	0,01	0,03	0,12	0,02	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02
Al2O3	0,01	0,07	0,01	0,02	0,01		0,03	0,07	0,05	0,01	0,12	0,00	0,02	0,11	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
MgO	0,02	0,07	0,02	0,05	0,04	0,03		0,13	0,10	0,03	0,11	0,02	0,03	0,11	0,04	0,08	0,04	0,02	0,04	0,02	0,05
Na2O	0,10	0,15	0,10	0,08	0,07	0,07	0,13		0,08	0,07	0,26	0,08	0,13	0,24	0,09	0,07	0,10	0,11	0,11	0,13	0,13
Ba	0,07	0,15	0,07	0,05	0,04	0,05	0,10	0,08		0,07	0,21	0,05	0,08	0,18	0,06	0,04	0,07	0,08	0,09	0,08	0,09
Ce	0,02	0,07	0,02	0,03	0,02	0,01	0,03	0,07	0,07		0,13	0,02	0,03	0,11	0,03	0,06	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
Cr	0,10	0,14	0,10	0,16	0,13	0,12	0,11	0,26	0,21	0,13		0,12	0,08	0,14	0,15	0,16	0,10	0,08	0,11	0,11	0,10
Ga	0,01	0,07	0,01	0,02	0,01	0,00	0,02	0,08	0,05	0,02	0,12		0,01	0,12	0,02	0,05	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
Nb	0,01	0,07	0,01	0,05	0,03	0,02	0,03	0,13	0,08	0,03	0,08	0,01		0,12	0,04	0,06	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
Ni	0,11	0,14	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11	0,24	0,18	0,11	0,14	0,12	0,12		0,11	0,20	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10
Rb	0,03	0,09	0,03	0,01	0,02	0,02	0,04	0,09	0,06	0,03	0,15	0,02	0,04	0,11		0,08	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04
Sr	0,05	0,11	0,05	0,08	0,05	0,04	0,08	0,07	0,04	0,06	0,16	0,05	0,06	0,20	0,08		0,06	0,05	0,08	0,07	0,08
Th	0,02	0,08	0,02	0,04	0,02	0,02	0,04	0,10	0,07	0,02	0,10	0,02	0,02	0,13	0,04	0,06		0,02	0,03	0,03	0,03
V	0,01	0,06	0,01	0,05	0,03	0,02	0,02	0,11	0,08	0,03	0,08	0,01	0,01	0,12	0,04	0,05	0,02		0,03	0,02	0,03
Y	0,02	0,05	0,02	0,05	0,03	0,03	0,04	0,11	0,09	0,03	0,11	0,02	0,02	0,11	0,04	0,08	0,03	0,03		0,03	0,03
Zn	0,02	0,06	0,02	0,04	0,03	0,02	0,02	0,13	0,08	0,03	0,11	0,02	0,02	0,11	0,03	0,07	0,03	0,02	0,03		0,03
Zr	0,02	0,06	0,02	0,04	0,02	0,02	0,05	0,13	0,09	0,04	0,10	0,02	0,02	0,10	0,04	0,08	0,03	0,03	0,03	0,03	
?.i	0,72	1,74	0,76	1,08	0,82	0,68	1,05	2,31	1,73	0,87	2,59	0,71	0,84	2,58	1,00	1,50	0,90	0,82	0,95	0,91	0,96
vt/?.i	0,84	0,35	0,80	0,56	0,74	0,89	0,58	0,26	0,35	0,70	0,23	0,86	0,72	0,24	0,61	0,40	0,67	0,74	0,64	0,67	0,63
vt	0,608																				

Tabla 56. Medias y desviaciones estándar de los datos cerámicos integrados (n=266) para cada uno de los clusters

	Total dendrograma		Cluster 1a		Cluster 2a		Cluster 3a		Cluster 4a		Cluster 5a	
	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
Fe2O3	5,5011	0,8042	6,9200	0,3954	7,0935	0,7216	7,3877	0,4642	5,0484	0,5480	5,5212	0,6073
MnO	0,0664	0,0219	0,1100	0,0141	0,0525	0,0167	0,1254	0,0049	0,0584	0,0174	0,0709	0,0139
TiO2	0,6864	0,1054	0,7850	0,0370	0,7730	0,1515	0,9919	0,0550	0,6359	0,0740	0,7004	0,0803
CaO	2,3437	1,5068	8,1963	1,9186	1,7780	1,0820	4,5584	1,7370	2,0451	0,7005	2,1202	0,9661
K2O	3,1569	0,4146	3,6213	0,1883	3,2375	0,6620	3,1771	0,1736	3,1091	0,3122	3,1755	0,4015
SiO2	64,2005	3,4246	53,0588	2,0622	60,8055	4,5996	59,9893	1,8419	64,8897	2,4783	64,8288	2,8901
Al2O3	16,9947	1,2827	19,1175	0,9468	19,6525	1,9667	17,1467	0,7488	16,6940	0,8778	16,9425	0,9783
MgO	1,3912	0,4208	3,3575	0,1169	1,7160	0,5321	2,0225	0,1334	1,2137	0,1859	1,3957	0,2391
Na2O	1,6321	0,4914	0,6450	0,2705	0,8880	0,1627	1,7715	0,1792	1,9848	0,3103	1,5454	0,3961
Ba	0,0792	0,0169	0,0954	0,0085	0,0802	0,0213	0,0679	0,0074	0,0868	0,0122	0,0737	0,0146
Ce	0,0078	0,0020	0,0075	0,0002	0,0080	0,0014	0,0108	0,0009	0,0075	0,0010	0,0077	0,0010
Cr	0,0053	0,0021	0,0068	0,0006	0,0076	0,0021	0,0049	0,0010	0,0036	0,0010	0,0059	0,0016
Cu	0,0016	0,0012	0,0031	0,0003	0,0023	0,0006	0,0018	0,0003	0,0010	0,0004	0,0018	0,0015
Ga	0,0020	0,0002	0,0024	0,0002	0,0024	0,0003	0,0021	0,0001	0,0019	0,0002	0,0020	0,0002
Nb	0,0013	0,0002	0,0015	0,0001	0,0014	0,0003	0,0018	0,0001	0,0011	0,0001	0,0013	0,0002
Ni	0,0016	0,0007	0,0035	0,0003	0,0033	0,0006	0,0018	0,0004	0,0011	0,0002	0,0017	0,0005
Rb	0,0116	0,0019	0,0150	0,0014	0,0140	0,0035	0,0128	0,0008	0,0110	0,0012	0,0115	0,0014
Sr	0,0138	0,0029	0,0196	0,0027	0,0114	0,0027	0,0150	0,0019	0,0148	0,0023	0,0131	0,0026
Th	0,0017	0,0004	0,0017	0,0001	0,0016	0,0002	0,0023	0,0001	0,0016	0,0002	0,0017	0,0002
V	0,0097	0,0016	0,0123	0,0003	0,0122	0,0010	0,0122	0,0007	0,0087	0,0011	0,0099	0,0014
Y	0,0029	0,0006	0,0030	0,0002	0,0031	0,0006	0,0042	0,0002	0,0026	0,0005	0,0030	0,0004
Zn	0,0080	0,0020	0,0139	0,0011	0,0113	0,0026	0,0102	0,0008	0,0070	0,0010	0,0080	0,0012
Zr	0,0188	0,0033	0,0149	0,0015	0,0176	0,0038	0,0239	0,0025	0,0168	0,0021	0,0201	0,0026

Tabla 57. Matriz de variación composicional de los datos cerámicos integrados (n=266) sin CaO, Cu, Pb ni P_2O_5

	Fe2O3	MnO	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,11	0,01	0,05	0,03	0,01	0,04	0,18	0,08	0,03	0,12	0,01	0,02	0,16	0,04	0,06	0,03	0,01	0,03	0,03	0,04
MnO	0,11		0,09	0,14	0,14	0,12	0,09	0,23	0,21	0,13	0,24	0,13	0,11	0,29	0,14	0,13	0,14	0,11	0,09	0,11	0,12
TiO2	0,01	0,09		0,05	0,03	0,02	0,04	0,17	0,09	0,03	0,13	0,02	0,01	0,19	0,04	0,06	0,03	0,01	0,03	0,03	0,02
K2O	0,05	0,14	0,05		0,02	0,02	0,08	0,14	0,06	0,05	0,19	0,03	0,05	0,19	0,02	0,09	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06
SiO2	0,03	0,14	0,03	0,02		0,01	0,08	0,12	0,05	0,04	0,16	0,02	0,04	0,21	0,03	0,07	0,05	0,04	0,04	0,06	0,03
Al2O3	0,01	0,12	0,02	0,02	0,01		0,05	0,13	0,06	0,03	0,15	0,00	0,02	0,19	0,02	0,05	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03
MgO	0,04	0,09	0,04	0,08	0,08	0,05		0,24	0,14	0,07	0,16	0,05	0,05	0,19	0,07	0,09	0,07	0,04	0,06	0,04	0,09
Na2O	0,18	0,23	0,17	0,14	0,12	0,13	0,24		0,16	0,14	0,41	0,15	0,19	0,48	0,17	0,12	0,16	0,20	0,16	0,25	0,18
Ba	0,08	0,21	0,09	0,06	0,05	0,06	0,14	0,16		0,10	0,25	0,07	0,10	0,25	0,08	0,06	0,11	0,09	0,10	0,10	0,10
Ce	0,03	0,13	0,03	0,05	0,04	0,03	0,07	0,14	0,10		0,17	0,03	0,04	0,20	0,05	0,08	0,02	0,05	0,04	0,07	0,05
Cr	0,12	0,24	0,13	0,19	0,16	0,15	0,16	0,41	0,25	0,17		0,14	0,11	0,18	0,18	0,20	0,14	0,10	0,16	0,15	0,13
Ga	0,01	0,13	0,02	0,03	0,02	0,00	0,05	0,15	0,07	0,03	0,14		0,02	0,18	0,02	0,06	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04
Nb	0,02	0,11	0,01	0,05	0,04	0,02	0,05	0,19	0,10	0,04	0,11	0,02		0,19	0,04	0,07	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02
Ni	0,16	0,29	0,19	0,19	0,21	0,19	0,19	0,48	0,25	0,20	0,18	0,18	0,19		0,17	0,30	0,22	0,17	0,19	0,16	0,20
Rb	0,04	0,14	0,04	0,02	0,03	0,02	0,07	0,17	0,08	0,05	0,18	0,02	0,04	0,17		0,10	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05
Sr	0,06	0,13	0,06	0,09	0,07	0,05	0,09	0,12	0,06	0,08	0,20	0,06	0,07	0,30	0,10		0,08	0,06	0,08	0,10	0,09
Th	0,03	0,14	0,03	0,06	0,05	0,03	0,07	0,16	0,11	0,02	0,14	0,03	0,03	0,22	0,05	0,08		0,04	0,04	0,07	0,04
V	0,01	0,11	0,01	0,06	0,04	0,02	0,04	0,20	0,09	0,05	0,10	0,02	0,02	0,17	0,05	0,06	0,04		0,04	0,03	0,04
Y	0,03	0,09	0,03	0,05	0,04	0,03	0,06	0,16	0,10	0,04	0,16	0,03	0,03	0,19	0,04	0,08	0,04	0,04		0,05	0,04
Zn	0,03	0,11	0,03	0,06	0,06	0,04	0,04	0,25	0,10	0,07	0,15	0,03	0,04	0,16	0,04	0,10	0,07	0,03	0,05		0,06
Zr	0,04	0,12	0,02	0,06	0,03	0,03	0,09	0,18	0,10	0,05	0,13	0,04	0,02	0,20	0,05	0,09	0,04	0,04	0,04	0,06	
?.i	1,08	2,86	1,09	1,46	1,27	1,05	1,74	3,97	2,27	1,40	3,46	1,07	1,21	4,30	1,39	1,93	1,44	1,20	1,34	1,50	1,42
vt/?.i	0,85	0,32	0,84	0,63	0,72	0,87	0,53	0,23	0,40	0,66	0,26	0,86	0,76	0,21	0,66	0,47	0,64	0,77	0,68	0,61	0,64
vt	0,92																				

Tabla 58. Resumen estadístico de los datos químicos de la región del Vallès. Se expresa: valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento

Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2
Min. :3.630	Min. :0.01965	Min. :0.4150	Min. : 0.730	Min. :2.140	Min. :50.16
1st Qu.:4.798	1st Qu.:0.05000	1st Qu.:0.5951	1st Qu.: 1.345	1st Qu.:3.070	1st Qu.:63.22
Median :5.213	Median :0.06000	Median :0.6500	Median : 1.607	Median :3.267	Median :64.83
Mean :5.330	Mean :0.06226	Mean :0.6575	Mean : 1.961	Mean :3.280	Mean :64.80
3rd Qu.:5.744	3rd Qu.:0.07000	3rd Qu.:0.7128	3rd Qu.: 2.072	3rd Qu.:3.449	3rd Qu.:66.99
Max. :8.155	Max. :0.13000	Max. :0.9600	Max. :10.700	Max. :4.395	Max. :72.94

Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr
Min. :12.23	Min. :0.5823	Min. :0.360	Min. :0.05046	Min. :0.004405	Min. :0.001190
1st Qu.:16.23	1st Qu.:1.0876	1st Qu.:1.224	1st Qu.:0.07325	1st Qu.:0.006785	1st Qu.:0.003070
Median :16.90	Median :1.2425	Median :1.835	Median :0.08418	Median :0.007440	Median :0.004140
Mean :17.04	Mean :1.3404	Mean :1.686	Mean :0.08481	Mean :0.007515	Mean :0.004341
3rd Qu.:17.63	3rd Qu.:1.3987	3rd Qu.:2.137	3rd Qu.:0.09568	3rd Qu.:0.008078	3rd Qu.:0.005162
Max. :22.32	Max. :3.5300	Max. :2.629	Max. :0.13471	Max. :0.010530	Max. :0.011760

Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr
Min. :0.000300	Min.:0.001460	Min. :0.000740	Min. :0.000390	Min. :0.008206	Min. :0.00657
1st Qu.:0.000835	1st Qu.:0.001830	1st Qu.:0.001090	1st Qu.:0.001120	1st Qu.:0.010779	1st Qu.:0.01141
Median :0.001105	Median :0.001920	Median :0.001170	Median :0.001468	Median :0.011625	Median :0.01326
Mean :0.001303	Mean :0.001980	Mean :0.001205	Mean :0.001690	Mean :0.012080	Mean :0.01333
3rd Qu.:0.001601	3rd Qu.:0.002097	3rd Qu.:0.001300	3rd Qu.:0.002116	3rd Qu.:0.012868	3rd Qu.:0.01529
Max. :0.003470	Max. :0.002850	Max. :0.001770	Max. :0.004270	Max. :0.019080	Max. :0.02346

Th	V	Y	Zn	Zr
Min. :0.000890	Min. :0.005990	Min. :0.001660	Min. :0.003712	Min. :0.01038
1st Qu.:0.001458	1st Qu.:0.008069	1st Qu.:0.002557	1st Qu.:0.006729	1st Qu.:0.01578
Median :0.001598	Median :0.008895	Median :0.002845	Median :0.007373	Median :0.01752
Mean :0.001588	Mean :0.009107	Mean :0.002884	Mean :0.008183	Mean :0.01790
3rd Qu.:0.001710	3rd Qu.:0.009803	3rd Qu.:0.003178	3rd Qu.:0.008940	3rd Qu.:0.01921
Max. :0.002530	Max. :0.013760	Max. :0.004410	Max. :0.019038	Max. :0.02728

Tabla 59. Medias y desviaciones estándar de los datos de la región del Vallès para cada uno de los clusters

	Total dendrograma		Cluster V1		Cluster V2		Cluster V3		Cluster V4		Cluster V5		Cluster V6		Cluster V7	
	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
Fe2O3	5,3305	0,8311	6,6890	0,6197	7,0631	0,9001	5,1503	0,5016	4,9843	0,5535	5,2027	0,6187	4,6511	0,2239	6,1953	0,8440
MnO	0,0623	0,0183	0,1070	0,0140	0,0575	0,0207	0,0618	0,0148	0,0626	0,0116	0,0580	0,0170	0,0528	0,0181	0,0619	0,0122
TiO2	0,6575	0,0918	0,7770	0,0367	0,7894	0,1703	0,6518	0,0669	0,6225	0,0643	0,6764	0,0627	0,5892	0,0420	0,6928	0,1035
CaO	1,9611	1,3396	7,9460	1,7533	1,1256	0,2255	1,8739	0,3287	1,4713	0,2883	1,2880	0,3958	2,2830	0,8477	3,3097	0,6519
K2O	3,2801	0,3510	3,6150	0,1636	3,4200	0,5919	3,1565	0,1992	3,3286	0,2959	3,3990	0,3364	3,3675	0,3757	3,1094	0,4796
SiO2	64,7951	3,8003	53,7260	2,3271	63,1631	4,4900	64,8669	1,9319	65,9730	2,5803	67,9758	2,6876	64,3279	2,1256	59,5975	3,5688
Al2O3	17,0381	1,4281	18,9970	0,8631	19,5281	2,3537	16,9027	0,8459	16,4885	0,9692	16,5388	0,9905	16,2520	0,8895	18,2269	1,4380
MgO	1,3404	0,4676	3,1660	0,4400	1,7731	0,5148	1,2310	0,1567	1,1466	0,1689	1,3917	0,2484	0,9479	0,1449	1,6334	0,4113
Na2O	1,6863	0,5455	0,7120	0,2780	0,9125	0,2524	2,0765	0,2769	1,8901	0,2437	1,1554	0,2576	2,0243	0,2688	1,1278	0,2208
Ba	0,0848	0,0155	0,0904	0,0133	0,0667	0,0098	0,0883	0,0109	0,0871	0,0119	0,0699	0,0109	0,0997	0,0095	0,0910	0,0200
Ce	0,0075	0,0010	0,0076	0,0003	0,0083	0,0015	0,0076	0,0010	0,0074	0,0006	0,0073	0,0009	0,0068	0,0009	0,0079	0,0011
Cr	0,0043	0,0016	0,0067	0,0006	0,0081	0,0021	0,0032	0,0008	0,0047	0,0007	0,0043	0,0009	0,0028	0,0003	0,0055	0,0009
Cu	0,0013	0,0007	0,0031	0,0002	0,0024	0,0006	0,0009	0,0003	0,0013	0,0003	0,0014	0,0006	0,0005	0,0002	0,0017	0,0003
Ga	0,0020	0,0002	0,0023	0,0001	0,0024	0,0004	0,0020	0,0002	0,0018	0,0002	0,0020	0,0002	0,0018	0,0001	0,0022	0,0002
Nb	0,0012	0,0002	0,0015	0,0001	0,0015	0,0003	0,0012	0,0001	0,0012	0,0001	0,0013	0,0001	0,0011	0,0001	0,0013	0,0002
Ni	0,0017	0,0008	0,0034	0,0005	0,0034	0,0007	0,0011	0,0002	0,0019	0,0004	0,0017	0,0005	0,0009	0,0002	0,0026	0,0005
Rb	0,0121	0,0020	0,0151	0,0012	0,0152	0,0032	0,0116	0,0010	0,0111	0,0012	0,0128	0,0017	0,0114	0,0013	0,0127	0,0024
Sr	0,0133	0,0031	0,0185	0,0033	0,0101	0,0027	0,0150	0,0023	0,0135	0,0014	0,0093	0,0015	0,0149	0,0014	0,0128	0,0018
Th	0,0016	0,0002	0,0017	0,0001	0,0017	0,0002	0,0016	0,0002	0,0015	0,0002	0,0016	0,0002	0,0016	0,0001	0,0017	0,0003
V	0,0091	0,0015	0,0119	0,0011	0,0121	0,0013	0,0089	0,0009	0,0086	0,0009	0,0087	0,0009	0,0078	0,0006	0,0108	0,0015
Y	0,0029	0,0005	0,0030	0,0002	0,0031	0,0005	0,0028	0,0005	0,0029	0,0003	0,0030	0,0006	0,0025	0,0006	0,0032	0,0006
Zn	0,0082	0,0024	0,0134	0,0014	0,0113	0,0029	0,0074	0,0011	0,0068	0,0007	0,0085	0,0014	0,0061	0,0006	0,0107	0,0011
Zr	0,0179	0,0028	0,0153	0,0016	0,0187	0,0036	0,0169	0,0021	0,0186	0,0017	0,0208	0,0031	0,0165	0,0015	0,0163	0,0018

Tabla 60. Matriz de variación composicional para la región del Vallès con 23 elementos

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,09	0,01	0,19	0,04	0,04	0,01	0,04	0,23	0,06	0,03	0,09	0,19	0,01	0,01	0,15	0,03	0,07	0,03	0,01	0,03	0,03	0,04
MnO	0,09		0,07	0,23	0,10	0,11	0,09	0,08	0,25	0,13	0,09	0,19	0,25	0,10	0,09	0,25	0,09	0,11	0,12	0,09	0,07	0,10	0,11
TiO2	0,01	0,07		0,19	0,03	0,03	0,01	0,05	0,21	0,06	0,02	0,11	0,22	0,01	0,01	0,18	0,03	0,07	0,03	0,01	0,02	0,04	0,03
CaO	0,19	0,23	0,19		0,22	0,24	0,18	0,17	0,41	0,18	0,22	0,32	0,42	0,19	0,19	0,39	0,21	0,14	0,21	0,18	0,22	0,20	0,27
K2O	0,04	0,10	0,03	0,22		0,02	0,01	0,07	0,17	0,05	0,03	0,13	0,26	0,02	0,02	0,23	0,01	0,08	0,02	0,04	0,04	0,07	0,03
SiO2	0,04	0,11	0,03	0,24	0,02		0,02	0,10	0,15	0,05	0,03	0,14	0,29	0,03	0,03	0,24	0,03	0,08	0,03	0,04	0,04	0,09	0,02
Al2O3	0,01	0,09	0,01	0,18	0,01	0,02		0,06	0,18	0,04	0,02	0,11	0,24	0,00	0,01	0,20	0,02	0,06	0,02	0,02	0,03	0,05	0,03
MgO	0,04	0,08	0,05	0,17	0,07	0,10	0,06		0,34	0,13	0,08	0,12	0,17	0,05	0,05	0,17	0,06	0,13	0,09	0,05	0,07	0,04	0,11
Na2O	0,23	0,25	0,21	0,41	0,17	0,15	0,18	0,34		0,16	0,18	0,44	0,66	0,20	0,21	0,62	0,22	0,13	0,19	0,24	0,19	0,35	0,20
Ba	0,06	0,13	0,06	0,18	0,05	0,05	0,04	0,13	0,16		0,06	0,18	0,32	0,06	0,06	0,27	0,08	0,04	0,05	0,06	0,07	0,11	0,07
Ce	0,03	0,09	0,02	0,22	0,03	0,03	0,02	0,08	0,18	0,06		0,12	0,27	0,02	0,02	0,22	0,03	0,07	0,02	0,03	0,02	0,07	0,03
Cr	0,09	0,19	0,11	0,32	0,13	0,14	0,11	0,12	0,44	0,18	0,12		0,15	0,12	0,11	0,07	0,12	0,22	0,13	0,09	0,13	0,11	0,13
Cu	0,19	0,25	0,22	0,42	0,26	0,29	0,24	0,17	0,66	0,32	0,27	0,15		0,23	0,22	0,10	0,24	0,35	0,28	0,20	0,25	0,15	0,26
Ga	0,01	0,10	0,01	0,19	0,02	0,03	0,00	0,05	0,20	0,06	0,02	0,12	0,23		0,01	0,20	0,01	0,07	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Nb	0,01	0,09	0,01	0,19	0,02	0,03	0,01	0,05	0,21	0,06	0,02	0,11	0,22	0,01		0,18	0,02	0,08	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03
Ni	0,15	0,25	0,18	0,39	0,23	0,24	0,20	0,17	0,62	0,27	0,22	0,07	0,10	0,20	0,18		0,21	0,32	0,21	0,15	0,21	0,15	0,21
Rb	0,03	0,09	0,03	0,21	0,01	0,03	0,02	0,06	0,22	0,08	0,03	0,12	0,24	0,01	0,02	0,21		0,10	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04
Sr	0,07	0,11	0,07	0,14	0,08	0,08	0,06	0,13	0,13	0,04	0,07	0,22	0,35	0,07	0,08	0,32	0,10		0,08	0,07	0,09	0,13	0,11
Th	0,03	0,12	0,03	0,21	0,02	0,03	0,02	0,09	0,19	0,05	0,02	0,13	0,28	0,02	0,02	0,21	0,03	0,08		0,04	0,03	0,07	0,04
V	0,01	0,09	0,01	0,18	0,04	0,04	0,02	0,05	0,24	0,06	0,03	0,09	0,20	0,02	0,02	0,15	0,04	0,07	0,04		0,04	0,04	0,05
Y	0,03	0,07	0,02	0,22	0,04	0,04	0,03	0,07	0,19	0,07	0,02	0,13	0,25	0,03	0,03	0,21	0,04	0,09	0,03	0,04		0,07	0,04
Zn	0,03	0,10	0,04	0,20	0,07	0,09	0,05	0,04	0,35	0,11	0,07	0,11	0,15	0,04	0,04	0,15	0,05	0,13	0,07	0,04	0,07		0,09
Zr	0,04	0,11	0,03	0,27	0,03	0,02	0,03	0,11	0,20	0,07	0,03	0,13	0,26	0,04	0,03	0,21	0,04	0,11	0,04	0,05	0,04	0,09	
?.i	1,43	2,79	1,43	5,13	1,68	1,82	1,40	2,23	5,91	2,28	1,65	3,30	5,71	1,46	1,47	4,92	1,70	2,58	1,76	1,50	1,73	2,06	1,98
vt/?.i	0,88	0,45	0,88	0,25	0,75	0,69	0,90	0,56	0,21	0,55	0,76	0,38	0,22	0,86	0,86	0,26	0,74	0,49	0,71	0,84	0,73	0,61	0,64
vt	1,26																						

Tabla 61. Matriz de variación composicional para la región del Vallès, con 22 elementos, excluyendo CaO

	Fe2O3	MnO	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,09	0,01	0,04	0,04	0,01	0,04	0,23	0,06	0,03	0,09	0,19	0,01	0,01	0,15	0,03	0,07	0,03	0,01	0,03	0,03	0,04
MnO	0,09		0,07	0,10	0,11	0,09	0,08	0,25	0,13	0,09	0,19	0,25	0,10	0,09	0,25	0,09	0,11	0,12	0,09	0,07	0,10	0,11
TiO2	0,01	0,07		0,03	0,03	0,01	0,05	0,21	0,06	0,02	0,11	0,22	0,01	0,01	0,18	0,03	0,07	0,03	0,01	0,02	0,04	0,03
K2O	0,04	0,10	0,03		0,02	0,01	0,07	0,17	0,05	0,03	0,13	0,26	0,02	0,02	0,23	0,01	0,08	0,02	0,04	0,04	0,07	0,03
SiO2	0,04	0,11	0,03	0,02		0,02	0,10	0,15	0,05	0,03	0,14	0,29	0,03	0,03	0,24	0,03	0,08	0,03	0,04	0,04	0,09	0,02
Al2O3	0,01	0,09	0,01	0,01	0,02		0,06	0,18	0,04	0,02	0,11	0,24	0,00	0,01	0,20	0,02	0,06	0,02	0,02	0,03	0,05	0,03
MgO	0,04	0,08	0,05	0,07	0,10	0,06		0,34	0,13	0,08	0,12	0,17	0,05	0,05	0,17	0,06	0,13	0,09	0,05	0,07	0,04	0,11
Na2O	0,23	0,25	0,21	0,17	0,15	0,18	0,34		0,16	0,18	0,44	0,66	0,20	0,21	0,62	0,22	0,13	0,19	0,24	0,19	0,35	0,20
Ba	0,06	0,13	0,06	0,05	0,05	0,04	0,13	0,16		0,06	0,18	0,32	0,06	0,06	0,27	0,08	0,04	0,05	0,06	0,07	0,11	0,07
Ce	0,03	0,09	0,02	0,03	0,03	0,02	0,08	0,18	0,06		0,12	0,27	0,02	0,02	0,22	0,03	0,07	0,02	0,03	0,02	0,07	0,03
Cr	0,09	0,19	0,11	0,13	0,14	0,11	0,12	0,44	0,18	0,12		0,15	0,12	0,11	0,07	0,12	0,22	0,13	0,09	0,13	0,11	0,13
Cu	0,19	0,25	0,22	0,26	0,29	0,24	0,17	0,66	0,32	0,27	0,15		0,23	0,22	0,10	0,24	0,35	0,28	0,20	0,25	0,15	0,26
Ga	0,01	0,10	0,01	0,02	0,03	0,00	0,05	0,20	0,06	0,02	0,12	0,23		0,01	0,20	0,01	0,07	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Nb	0,01	0,09	0,01	0,02	0,03	0,01	0,05	0,21	0,06	0,02	0,11	0,22	0,01		0,18	0,02	0,08	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03
Ni	0,15	0,25	0,18	0,23	0,24	0,20	0,17	0,62	0,27	0,22	0,07	0,10	0,20	0,18		0,21	0,32	0,21	0,15	0,21	0,15	0,21
Rb	0,03	0,09	0,03	0,01	0,03	0,02	0,06	0,22	0,08	0,03	0,12	0,24	0,01	0,02	0,21		0,10	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04
Sr	0,07	0,11	0,07	0,08	0,08	0,06	0,13	0,13	0,04	0,07	0,22	0,35	0,07	0,08	0,32	0,10		0,08	0,07	0,09	0,13	0,11
Th	0,03	0,12	0,03	0,02	0,03	0,02	0,09	0,19	0,05	0,02	0,13	0,28	0,02	0,02	0,21	0,03	0,08		0,04	0,03	0,07	0,04
V	0,01	0,09	0,01	0,04	0,04	0,02	0,05	0,24	0,06	0,03	0,09	0,20	0,02	0,02	0,15	0,04	0,07	0,04		0,04	0,04	0,05
Y	0,03	0,07	0,02	0,04	0,04	0,03	0,07	0,19	0,07	0,02	0,13	0,25	0,03	0,03	0,21	0,04	0,09	0,03	0,04		0,07	0,04
Zn	0,03	0,10	0,04	0,07	0,09	0,05	0,04	0,35	0,11	0,07	0,11	0,15	0,04	0,04	0,15	0,05	0,13	0,07	0,04	0,07		0,09
Zr	0,04	0,11	0,03	0,03	0,02	0,03	0,11	0,20	0,07	0,03	0,13	0,26	0,04	0,03	0,21	0,04	0,11	0,04	0,05	0,04	0,09	
?.i	1,24	2,56	1,24	1,47	1,58	1,22	2,06	5,50	2,10	1,43	2,98	5,29	1,27	1,27	4,53	1,49	2,44	1,55	1,32	1,51	1,86	1,71
vt/?.i	0,87	0,42	0,88	0,74	0,68	0,89	0,53	0,20	0,51	0,76	0,36	0,20	0,85	0,85	0,24	0,73	0,44	0,70	0,82	0,72	0,58	0,63
vt	1,08																					

Tabla 62. Matriz de variación composicional para la región del Vallès, con 22 elementos, excluyendo CaO y Na2O

	Fe2O3	MnO	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,09	0,01	0,04	0,04	0,01	0,04	0,06	0,03	0,09	0,19	0,01	0,01	0,15	0,03	0,07	0,03	0,01	0,03	0,03	0,04
MnO	0,09		0,07	0,10	0,11	0,09	0,08	0,13	0,09	0,19	0,25	0,10	0,09	0,25	0,09	0,11	0,12	0,09	0,07	0,10	0,11
TiO2	0,01	0,07		0,03	0,03	0,01	0,05	0,06	0,02	0,11	0,22	0,01	0,01	0,18	0,03	0,07	0,03	0,01	0,02	0,04	0,03
K2O	0,04	0,10	0,03		0,02	0,01	0,07	0,05	0,03	0,13	0,26	0,02	0,02	0,23	0,01	0,08	0,02	0,04	0,04	0,07	0,03
SiO2	0,04	0,11	0,03	0,02		0,02	0,10	0,05	0,03	0,14	0,29	0,03	0,03	0,24	0,03	0,08	0,03	0,04	0,04	0,09	0,02
Al2O3	0,01	0,09	0,01	0,01	0,02		0,06	0,04	0,02	0,11	0,24	0,00	0,01	0,20	0,02	0,06	0,02	0,02	0,03	0,05	0,03
MgO	0,04	0,08	0,05	0,07	0,10	0,06		0,13	0,08	0,12	0,17	0,05	0,05	0,17	0,06	0,13	0,09	0,05	0,07	0,04	0,11
Ba	0,06	0,13	0,06	0,05	0,05	0,04	0,13		0,06	0,18	0,32	0,06	0,06	0,27	0,08	0,04	0,05	0,06	0,07	0,11	0,07
Ce	0,03	0,09	0,02	0,03	0,03	0,02	0,08	0,06		0,12	0,27	0,02	0,02	0,22	0,03	0,07	0,02	0,03	0,02	0,07	0,03
Cr	0,09	0,19	0,11	0,13	0,14	0,11	0,12	0,18	0,12		0,15	0,12	0,11	0,07	0,12	0,22	0,13	0,09	0,13	0,11	0,13
Cu	0,19	0,25	0,22	0,26	0,29	0,24	0,17	0,32	0,27	0,15		0,23	0,22	0,10	0,24	0,35	0,28	0,20	0,25	0,15	0,26
Ga	0,01	0,10	0,01	0,02	0,03	0,00	0,05	0,06	0,02	0,12	0,23		0,01	0,20	0,01	0,07	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Nb	0,01	0,09	0,01	0,02	0,03	0,01	0,05	0,06	0,02	0,11	0,22	0,01		0,18	0,02	0,08	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03
Ni	0,15	0,25	0,18	0,23	0,24	0,20	0,17	0,27	0,22	0,07	0,10	0,20	0,18		0,21	0,32	0,21	0,15	0,21	0,15	0,21
Rb	0,03	0,09	0,03	0,01	0,03	0,02	0,06	0,08	0,03	0,12	0,24	0,01	0,02	0,21		0,10	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04
Sr	0,07	0,11	0,07	0,08	0,08	0,06	0,13	0,04	0,07	0,22	0,35	0,07	0,08	0,32	0,10		0,08	0,07	0,09	0,13	0,11
Th	0,03	0,12	0,03	0,02	0,03	0,02	0,09	0,05	0,02	0,13	0,28	0,02	0,02	0,21	0,03	0,08		0,04	0,03	0,07	0,04
V	0,01	0,09	0,01	0,04	0,04	0,02	0,05	0,06	0,03	0,09	0,20	0,02	0,02	0,15	0,04	0,07	0,04		0,04	0,04	0,05
Y	0,03	0,07	0,02	0,04	0,04	0,03	0,07	0,07	0,02	0,13	0,25	0,03	0,03	0,21	0,04	0,09	0,03	0,04		0,07	0,04
Zn	0,03	0,10	0,04	0,07	0,09	0,05	0,04	0,11	0,07	0,11	0,15	0,04	0,04	0,15	0,05	0,13	0,07	0,04	0,07		0,09
Zr	0,04	0,11	0,03	0,03	0,02	0,03	0,11	0,07	0,03	0,13	0,26	0,04	0,03	0,21	0,04	0,11	0,04	0,05	0,04	0,09	
?.i	1,01	2,32	1,03	1,30	1,43	1,04	1,72	1,95	1,26	2,54	4,63	1,07	1,06	3,92	1,27	2,31	1,36	1,08	1,33	1,51	1,51
vt/?.i	0,86	0,38	0,85	0,67	0,61	0,84	0,51	0,45	0,69	0,34	0,19	0,82	0,82	0,22	0,69	0,38	0,64	0,81	0,66	0,58	0,58
vt	0,87																				

Tabla 63. Resumen estadístico de los datos de la región del Maresme. Se expresa: valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elementor cuantil y valor máximo de cada element

Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2
Min. :4.304	Min. :0.01550	Min. :0.4495	Min. : 1.044	Min. :2.100	Min. :49.05
1st Qu.:5.183	1st Qu.:0.05549	1st Qu.:0.6500	1st Qu.: 1.946	1st Qu.:2.705	1st Qu.:62.08
Median :5.725	Median :0.07000	Median :0.7300	Median : 2.488	Median :2.977	Median :63.64
Mean :5.697	Mean :0.07123	Mean :0.7195	Mean : 2.782	Mean :3.016	Mean :63.52
3rd Qu.:6.146	3rd Qu.:0.08311	3rd Qu.:0.7800	3rd Qu.: 3.064	3rd Qu.:3.224	3rd Qu.:65.23
Max. :8.068	Max. :0.13055	Max. :1.0710	Max. :15.140	Max. :4.232	Max. :69.52
Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr
Min. :13.78	Min. :0.8824	Min. :0.5765	Min. :0.04066	Min. :0.004301	Min. :0.002830
1st Qu.:16.35	1st Qu.:1.2884	1st Qu.:1.3086	1st Qu.:0.06095	1st Qu.:0.007026	1st Qu.:0.005107
Median :16.98	Median :1.3950	Median :1.5559	Median :0.06971	Median :0.007766	Median :0.006094
Mean :16.94	Mean :1.4494	Mean :1.5700	Mean :0.07268	Mean :0.008185	Mean :0.006448
3rd Qu.:17.61	3rd Qu.:1.5653	3rd Qu.:1.8707	3rd Qu.:0.08263	3rd Qu.:0.008758	3rd Qu.:0.007125
Max. :21.46	Max. :4.2000	Max. :2.4327	Max. :0.14492	Max. :0.030232	Max. :0.014700
Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr
Min. :0.000570	Min. :0.001620	Min. :0.0008271	Min. :0.000500	Min. :0.006769	Min. :0.006876
1st Qu.:0.001255	1st Qu.:0.001880	1st Qu.:0.0011978	1st Qu.:0.001100	1st Qu.:0.010000	1st Qu.:0.012548
Median :0.001607	Median :0.001981	Median :0.0013777	Median :0.001434	Median :0.010765	Median :0.014256
Mean :0.001855	Mean :0.001977	Mean :0.0013873	Mean :0.001525	Mean :0.010961	Mean :0.014277
3rd Qu.:0.002264	3rd Qu.:0.002083	3rd Qu.:0.0016000	3rd Qu.:0.001801	3rd Qu.:0.011701	3rd Qu.:0.016111
Max. :0.016300	Max. :0.002408	Max. :0.0021000	Max. :0.004100	Max. :0.015700	Max. :0.023110
Th	V	Y	Zn	Zr	
Min. :0.001129	Min. :0.006810	Min. :0.001647	Min. :0.005400	Min. :0.01065	
1st Qu.:0.001617	1st Qu.:0.008952	1st Qu.:0.002600	1st Qu.:0.007067	1st Qu.:0.01795	
Median :0.001785	Median :0.010408	Median :0.002993	Median :0.007883	Median :0.01997	
Mean :0.001861	Mean :0.010274	Mean :0.002946	Mean :0.007827	Mean :0.01987	
3rd Qu.:0.001908	3rd Qu.:0.011525	3rd Qu.:0.003300	3rd Qu.:0.008506	3rd Qu.:0.02210	
Max. :0.006891	Max. :0.013274	Max. :0.004538	Max. :0.011091	Max. :0.03110	

Tabla 64. Medias y desviaciones estándar de los datos de la región del Maresme para cada uno de los clusters

	Total dendrograma		Cluster MA1		Cluster MA2		Cluster MA3		Cluster MA4		Cluster MA5		Cluster MA6		Cluster MA7	
	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
Fe2O3	5,697	0,736	4,552	0,156	5,707	0,151	5,883	0,147	5,842	0,696	5,098	0,078	4,732	0,442	5,271	0,308
MnO	0,071	0,024	0,097	0,012	0,062	0,014	0,068	0,005	0,080	0,019	0,054	0,002	0,036	0,006	0,042	0,010
TiO2	0,719	0,112	0,602	0,021	0,502	0,046	0,748	0,024	0,750	0,101	0,647	0,009	0,578	0,063	0,648	0,035
CaO	2,782	1,564	4,259	0,240	2,024	0,822	2,685	0,222	2,739	1,064	1,794	0,237	2,025	0,849	3,781	1,748
K2O	3,016	0,445	3,251	0,115	3,192	0,326	2,328	0,164	2,999	0,414	4,132	0,019	3,131	0,434	3,398	0,475
SiO2	63,520	2,767	62,043	0,095	63,360	2,623	62,935	0,619	63,371	2,293	66,164	0,771	64,996	2,688	67,296	3,671
Al2O3	16,945	1,088	14,943	0,518	17,149	0,533	17,198	0,404	17,120	0,851	16,525	0,136	16,284	0,777	14,746	0,612
MgO	1,449	0,350	1,203	0,020	1,293	0,175	1,643	0,062	1,476	0,243	1,391	0,016	1,249	0,108	1,228	0,212
Na2O	1,570	0,417	0,850	0,069	1,294	0,515	1,583	0,402	1,636	0,334	1,385	0,035	1,839	0,388	0,688	0,138
Ba	0,073	0,017	0,144	0,002	0,058	0,015	0,073	0,013	0,071	0,013	0,061	0,005	0,082	0,011	0,084	0,034
Ce	0,008	0,003	0,005	0,000	0,008	0,001	0,007	0,001	0,008	0,001	0,009	0,001	0,007	0,001	0,008	0,001
Cr	0,006	0,002	0,006	0,001	0,007	0,002	0,008	0,005	0,006	0,002	0,004	0,001	0,005	0,001	0,008	0,002
Cu	0,002	0,001	0,003	0,000	0,003	0,001	0,003	0,000	0,002	0,002	0,002	0,000	0,001	0,001	0,002	0,000
Ga	0,002	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000
Nb	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000
Ni	0,002	0,001	0,002	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,003	0,001
Rb	0,011	0,002	0,010	0,000	0,012	0,002	0,009	0,001	0,011	0,001	0,014	0,001	0,010	0,001	0,014	0,002
Sr	0,014	0,003	0,009	0,000	0,010	0,003	0,017	0,002	0,015	0,002	0,010	0,000	0,014	0,002	0,010	0,001
Th	0,002	0,001	0,001	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,001	0,000
V	0,010	0,002	0,008	0,001	0,009	0,001	0,012	0,001	0,011	0,001	0,008	0,001	0,008	0,001	0,010	0,001
Y	0,003	0,001	0,002	0,000	0,002	0,000	0,003	0,000	0,003	0,001	0,003	0,000	0,002	0,001	0,003	0,000
Zn	0,008	0,001	0,010	0,000	0,008	0,001	0,008	0,000	0,008	0,001	0,009	0,001	0,007	0,001	0,007	0,001
Zr	0,020	0,003	0,016	0,001	0,013	0,002	0,018	0,002	0,021	0,003	0,017	0,001	0,016	0,003	0,023	0,003

Tabla 65. Matriz de variación composicional para la región del Maresme con 23 elementos

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,13	0,01	0,17	0,05	0,02	0,01	0,03	0,11	0,09	0,04	0,09	0,19	0,01	0,02	0,16	0,03	0,05	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03
MnO	0,13		0,11	0,22	0,18	0,17	0,16	0,11	0,2	0,25	0,17	0,26	0,32	0,15	0,14	0,32	0,17	0,16	0,16	0,13	0,11	0,12	0,14
TiO2	0,01	0,11		0,15	0,06	0,03	0,02	0,03	0,11	0,09	0,05	0,1	0,2	0,02	0,02	0,18	0,04	0,05	0,04	0,01	0,03	0,02	0,02
CaO	0,17	0,22	0,15		0,21	0,2	0,19	0,13	0,29	0,22	0,2	0,28	0,33	0,19	0,19	0,29	0,2	0,15	0,2	0,18	0,21	0,16	0,19
K2O	0,05	0,18	0,06	0,21		0,02	0,03	0,06	0,1	0,07	0,06	0,14	0,25	0,03	0,07	0,15	0,02	0,09	0,06	0,06	0,07	0,05	0,06
SiO2	0,02	0,17	0,03	0,2	0,02		0,01	0,05	0,09	0,05	0,05	0,1	0,21	0,01	0,04	0,17	0,02	0,05	0,05	0,03	0,05	0,03	0,04
Al2O3	0,01	0,16	0,02	0,19	0,03	0,01		0,04	0,08	0,06	0,05	0,09	0,2	0,0	0,03	0,17	0,02	0,04	0,04	0,02	0,04	0,02	0,03
MgO	0,03	0,11	0,03	0,13	0,06	0,05	0,04		0,12	0,12	0,06	0,14	0,23	0,04	0,05	0,2	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05	0,03	0,06
Na2O	0,11	0,2	0,11	0,29	0,1	0,09	0,08	0,12		0,15	0,1	0,27	0,39	0,09	0,15	0,33	0,12	0,09	0,11	0,13	0,14	0,13	0,14
Ba	0,09	0,25	0,09	0,22	0,07	0,05	0,06	0,12	0,15		0,13	0,16	0,24	0,06	0,1	0,23	0,08	0,07	0,12	0,08	0,12	0,08	0,1
Ce	0,04	0,17	0,05	0,2	0,06	0,05	0,05	0,06	0,1	0,13		0,15	0,28	0,05	0,06	0,16	0,05	0,08	0,02	0,06	0,05	0,06	0,06
Cr	0,09	0,26	0,1	0,28	0,14	0,1	0,09	0,14	0,27	0,16	0,15		0,22	0,08	0,07	0,19	0,1	0,13	0,12	0,08	0,11	0,1	0,09
Cu	0,19	0,32	0,2	0,33	0,25	0,21	0,20	0,23	0,39	0,24	0,28	0,22		0,19	0,20	0,29	0,22	0,25	0,26	0,18	0,22	0,17	0,2
Ga	0,01	0,15	0,02	0,19	0,03	0,01	0,00	0,04	0,09	0,06	0,05	0,08	0,19		0,02	0,17	0,02	0,04	0,04	0,02	0,04	0,02	0,03
Nb	0,02	0,14	0,02	0,19	0,07	0,04	0,03	0,05	0,15	0,1	0,06	0,07	0,2	0,02		0,18	0,04	0,06	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02
Ni	0,16	0,32	0,18	0,29	0,15	0,17	0,17	0,2	0,33	0,23	0,16	0,19	0,29	0,17	0,18		0,13	0,26	0,19	0,18	0,17	0,18	0,17
Rb	0,03	0,17	0,04	0,2	0,02	0,02	0,02	0,05	0,12	0,08	0,05	0,1	0,22	0,02	0,04	0,13		0,08	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04
Sr	0,05	0,16	0,05	0,15	0,09	0,05	0,04	0,05	0,09	0,07	0,08	0,13	0,25	0,04	0,06	0,26	0,08		0,07	0,05	0,07	0,05	0,07
Th	0,03	0,16	0,04	0,2	0,06	0,05	0,04	0,06	0,11	0,12	0,02	0,12	0,26	0,04	0,04	0,19	0,05	0,07		0,05	0,04	0,05	0,05
V	0,01	0,13	0,01	0,18	0,06	0,03	0,02	0,04	0,13	0,08	0,06	0,08	0,18	0,02	0,02	0,18	0,04	0,05	0,05		0,03	0,02	0,03
Y	0,03	0,11	0,03	0,21	0,07	0,05	0,04	0,05	0,14	0,12	0,05	0,11	0,22	0,04	0,03	0,17	0,04	0,07	0,04	0,03		0,03	0,03
Zn	0,01	0,12	0,02	0,16	0,05	0,03	0,02	0,03	0,13	0,08	0,06	0,1	0,17	0,02	0,02	0,18	0,03	0,05	0,05	0,02	0,03		0,03
Zr	0,03	0,14	0,02	0,19	0,06	0,04	0,03	0,06	0,14	0,1	0,06	0,09	0,2	0,03	0,02	0,17	0,04	0,07	0,05	0,03	0,03	0,03	
?.i	1,31	3,84	1,36	4,53	1,86	1,46	1,35	1,75	3,43	2,68	1,98	3,06	5,21	1,31	1,54	4,45	1,6	2	1,82	1,44	1,69	1,4	1,61
vt/?.i	0,88	0,3	0,84	0,25	0,61	0,78	0,85	0,65	0,33	0,43	0,58	0,37	0,22	0,87	0,75	0,26	0,72	0,57	0,63	0,8	0,68	0,82	0,71
vt	1,14																						

Tabla 66. Matriz de variación composicional para la región del Maresme con 22 elementos, excluyendo CaO

	Fe2O3	MnO	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,128	0,007	0,048	0,023	0,011	0,03	0,113	0,086	0,042	0,091	0,188	0,009	0,018	0,155	0,031	0,049	0,034	0,008	0,029	0,014	0,027
MnO	0,128		0,107	0,179	0,169	0,155	0,107	0,204	0,252	0,166	0,255	0,319	0,153	0,139	0,315	0,168	0,16	0,158	0,128	0,105	0,118	0,138
TiO2	0,007	0,107		0,058	0,031	0,02	0,028	0,112	0,094	0,045	0,102	0,204	0,017	0,015	0,176	0,039	0,045	0,037	0,012	0,025	0,018	0,019
K2O	0,048	0,179	0,058		0,021	0,031	0,064	0,097	0,07	0,062	0,137	0,246	0,031	0,065	0,15	0,015	0,085	0,063	0,062	0,066	0,048	0,06
SiO2	0,023	0,169	0,031	0,021		0,006	0,051	0,085	0,049	0,053	0,095	0,206	0,008	0,04	0,168	0,02	0,048	0,049	0,029	0,049	0,028	0,035
Al2O3	0,011	0,155	0,02	0,031	0,006		0,04	0,083	0,062	0,047	0,091	0,195	0,002	0,028	0,169	0,024	0,041	0,04	0,019	0,043	0,02	0,032
MgO	0,03	0,107	0,028	0,064	0,051	0,04		0,116	0,121	0,058	0,144	0,227	0,04	0,051	0,196	0,053	0,051	0,055	0,043	0,052	0,032	0,064
Na2O	0,113	0,204	0,112	0,097	0,085	0,083	0,116		0,153	0,1	0,265	0,388	0,092	0,145	0,331	0,116	0,094	0,113	0,133	0,135	0,127	0,138
Ba	0,086	0,252	0,094	0,07	0,049	0,062	0,121	0,153		0,129	0,159	0,238	0,062	0,098	0,234	0,084	0,065	0,117	0,084	0,124	0,077	0,095
Ce	0,042	0,166	0,045	0,062	0,053	0,047	0,058	0,1	0,129		0,15	0,277	0,046	0,063	0,161	0,046	0,081	0,02	0,062	0,053	0,063	0,063
Cr	0,091	0,255	0,102	0,137	0,095	0,091	0,144	0,265	0,159	0,15		0,223	0,084	0,074	0,185	0,103	0,134	0,118	0,076	0,106	0,097	0,088
Cu	0,188	0,319	0,204	0,246	0,206	0,195	0,227	0,388	0,238	0,277	0,223		0,193	0,195	0,289	0,218	0,246	0,258	0,182	0,217	0,17	0,203
Ga	0,009	0,153	0,017	0,031	0,008	0,002	0,04	0,092	0,062	0,046	0,084	0,193		0,02	0,167	0,02	0,044	0,035	0,015	0,036	0,016	0,028
Nb	0,018	0,139	0,015	0,065	0,04	0,028	0,051	0,145	0,098	0,063	0,074	0,195	0,02		0,182	0,039	0,056	0,039	0,015	0,025	0,02	0,016
Ni	0,155	0,315	0,176	0,15	0,168	0,169	0,196	0,331	0,234	0,161	0,185	0,289	0,167	0,182		0,127	0,262	0,194	0,181	0,172	0,179	0,165
Rb	0,031	0,168	0,039	0,015	0,02	0,024	0,053	0,116	0,084	0,046	0,103	0,218	0,02	0,039	0,127		0,082	0,048	0,043	0,043	0,034	0,041
Sr	0,049	0,16	0,045	0,085	0,048	0,041	0,051	0,094	0,065	0,081	0,134	0,246	0,044	0,056	0,262	0,082		0,067	0,046	0,074	0,053	0,065
Th	0,034	0,158	0,037	0,063	0,049	0,04	0,055	0,113	0,117	0,02	0,118	0,258	0,035	0,039	0,194	0,048	0,067		0,045	0,042	0,045	0,052
V	0,008	0,128	0,012	0,062	0,029	0,019	0,043	0,133	0,084	0,062	0,076	0,182	0,015	0,015	0,181	0,043	0,046	0,045		0,027	0,018	0,027
Y	0,029	0,105	0,025	0,066	0,049	0,043	0,052	0,135	0,124	0,053	0,106	0,217	0,036	0,025	0,172	0,043	0,074	0,042	0,027		0,034	0,029
Zn	0,014	0,118	0,018	0,048	0,028	0,02	0,032	0,127	0,077	0,063	0,097	0,17	0,016	0,02	0,179	0,034	0,053	0,045	0,018	0,034		0,032
Zr	0,027	0,138	0,019	0,06	0,035	0,032	0,064	0,138	0,095	0,063	0,088	0,203	0,028	0,016	0,165	0,041	0,065	0,052	0,027	0,029	0,032	
?.i	1,141	3,623	1,211	1,658	1,263	1,159	1,623	3,14	2,453	1,787	2,777	4,882	1,118	1,343	4,158	1,394	1,848	1,629	1,255	1,486	1,243	1,417
vt/?.i	0,869	0,274	0,818	0,598	0,785	0,855	0,611	0,316	0,404	0,555	0,357	0,203	0,886	0,738	0,238	0,711	0,536	0,608	0,79	0,667	0,797	0,699
vt	0,991																					

Tabla 67. Matriz de variación composicional para la región del Maresme con 22 elementos, excluyendo CaO y Cu

	Fe2O3	MnO	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,128	0,007	0,048	0,023	0,011	0,03	0,113	0,086	0,042	0,091	0,009	0,018	0,155	0,031	0,049	0,034	0,008	0,029	0,014	0,027
MnO	0,128		0,107	0,179	0,169	0,155	0,107	0,204	0,252	0,166	0,255	0,153	0,139	0,315	0,168	0,16	0,158	0,128	0,105	0,118	0,138
TiO2	0,007	0,107		0,058	0,031	0,02	0,028	0,112	0,094	0,045	0,102	0,017	0,015	0,176	0,039	0,045	0,037	0,012	0,025	0,018	0,019
K2O	0,048	0,179	0,058		0,021	0,031	0,064	0,097	0,07	0,062	0,137	0,031	0,065	0,15	0,015	0,085	0,063	0,062	0,066	0,048	0,06
SiO2	0,023	0,169	0,031	0,021		0,006	0,051	0,085	0,049	0,053	0,095	0,008	0,04	0,168	0,02	0,048	0,049	0,029	0,049	0,028	0,035
Al2O3	0,011	0,155	0,02	0,031	0,006		0,04	0,083	0,062	0,047	0,091	0,002	0,028	0,169	0,024	0,041	0,04	0,019	0,043	0,02	0,032
MgO	0,03	0,107	0,028	0,064	0,051	0,04		0,116	0,121	0,058	0,144	0,04	0,051	0,196	0,053	0,051	0,055	0,043	0,052	0,032	0,064
Na2O	0,113	0,204	0,112	0,097	0,085	0,083	0,116		0,153	0,1	0,265	0,092	0,145	0,331	0,116	0,094	0,113	0,133	0,135	0,127	0,138
Ba	0,086	0,252	0,094	0,07	0,049	0,062	0,121	0,153		0,129	0,159	0,062	0,098	0,234	0,084	0,065	0,117	0,084	0,124	0,077	0,095
Ce	0,042	0,166	0,045	0,062	0,053	0,047	0,058	0,1	0,129		0,15	0,046	0,063	0,161	0,046	0,081	0,02	0,062	0,053	0,063	0,063
Cr	0,091	0,255	0,102	0,137	0,095	0,091	0,144	0,265	0,159	0,15		0,084	0,074	0,185	0,103	0,134	0,118	0,076	0,106	0,097	0,088
Ga	0,009	0,153	0,017	0,031	0,008	0,002	0,04	0,092	0,062	0,046	0,084		0,02	0,167	0,02	0,044	0,035	0,015	0,036	0,016	0,028
Nb	0,018	0,139	0,015	0,065	0,04	0,028	0,051	0,145	0,098	0,063	0,074	0,02		0,182	0,039	0,056	0,039	0,015	0,025	0,02	0,016
Ni	0,155	0,315	0,176	0,15	0,168	0,169	0,196	0,331	0,234	0,161	0,185	0,167	0,182		0,127	0,262	0,194	0,181	0,172	0,179	0,165
Rb	0,031	0,168	0,039	0,015	0,02	0,024	0,053	0,116	0,084	0,046	0,103	0,02	0,039	0,127		0,082	0,048	0,043	0,043	0,034	0,041
Sr	0,049	0,16	0,045	0,085	0,048	0,041	0,051	0,094	0,065	0,081	0,134	0,044	0,056	0,262	0,082		0,067	0,046	0,074	0,053	0,065
Th	0,034	0,158	0,037	0,063	0,049	0,04	0,055	0,113	0,117	0,02	0,118	0,035	0,039	0,194	0,048	0,067		0,045	0,042	0,045	0,052
V	0,008	0,128	0,012	0,062	0,029	0,019	0,043	0,133	0,084	0,062	0,076	0,015	0,015	0,181	0,043	0,046	0,045		0,027	0,018	0,027
Y	0,029	0,105	0,025	0,066	0,049	0,043	0,052	0,135	0,124	0,053	0,106	0,036	0,025	0,172	0,043	0,074	0,042	0,027		0,034	0,029
Zn	0,014	0,118	0,018	0,048	0,028	0,02	0,032	0,127	0,077	0,063	0,097	0,016	0,02	0,179	0,034	0,053	0,045	0,018	0,034		0,032
Zr	0,027	0,138	0,019	0,06	0,035	0,032	0,064	0,138	0,095	0,063	0,088	0,028	0,016	0,165	0,041	0,065	0,052	0,027	0,029	0,032	
?.i	0,953	3,304	1,007	1,412	1,057	0,964	1,396	2,752	2,215	1,51	2,554	0,925	1,148	3,869	1,176	1,602	1,371	1,073	1,269	1,073	1,214
vt/?.i	0,846	0,244	0,80	0,571	0,762	0,836	0,577	0,293	0,364	0,534	0,316	0,871	0,702	0,208	0,685	0,503	0,588	0,751	0,635	0,751	0,664
vt	0,806																				

Tabla 68. Resumen estadístico de los datos del Grupo Granítico. Se expresa: valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento

Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2
Min. :3.630	Min. :0.01965	Min. :0.4629	Min. :0.825	Min. :2.230	Min. :57.26
1st Qu.:4.855	1st Qu.:0.05165	1st Qu.:0.5952	1st Qu.:1.584	1st Qu.:2.990	1st Qu.:62.90
Median :5.250	Median :0.06475	Median :0.6683	Median :1.930	Median :3.160	Median :64.36
Mean :5.355	Mean :0.06629	Mean :0.6757	Mean :2.239	Mean :3.209	Mean :64.37
3rd Qu.:5.826	3rd Qu.:0.07842	3rd Qu.:0.7350	3rd Qu.:2.588	3rd Qu.:3.416	3rd Qu.:66.03
Max. :8.068	Max. :0.13055	Max. :1.0710	Max. :6.231	Max. :4.285	Max. :71.73

Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr
Min. :14.13	Min. :0.5823	Min. :0.8878	Min. :0.04852	Min. :0.004405	Min. :0.001610
1st Qu.:16.29	1st Qu.:1.1400	1st Qu.:1.6875	1st Qu.:0.06868	1st Qu.:0.007202	1st Qu.:0.003505
Median :16.89	Median :1.3150	Median :1.9000	Median :0.07997	Median :0.007904	Median :0.004580
Mean :16.89	Mean :1.3240	Mean :1.8845	Mean :0.08050	Mean:0.008061	Mean :0.004606
3rd Qu.:17.47	3rd Qu.:1.4281	3rd Qu.:2.1412	3rd Qu.:0.09220	3rd Qu.:0.008695	3rd Qu.:0.005495
Max. :21.46	Max. :2.1989	Max. :2.6293	Max. :0.13471	Max. :0.018100	Max. :0.009400

Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr
Min.:0.0003000	Min. :0.001500	Min. :0.000880	Min. :0.000440	Min. :0.006769	Min. :0.00762
1st Qu.:0.0008601	1st Qu.:0.001839	1st Qu.:0.001099	1st Qu.:0.001075	1st Qu.:0.010590	1st Qu.:0.01256
Median :0.0011700	Median :0.001910	Median :0.001201	Median :0.001351	Median :0.011239	Median :0.01419
Mean :0.0012450	Mean :0.001935	Mean :0.001237	Mean :0.001450	Mean :0.011376	Mean :0.01417
3rd Qu.:0.0015149	3rd Qu.:0.002033	3rd Qu.:0.001319	3rd Qu.:0.001775	3rd Qu.:0.011968	3rd Qu.:0.01561
Max. :0.0032919	Max. :0.002408	Max. :0.001963	Max. :0.002961	Max. :0.018340	Max. :0.01949

Th	V	Y	Zn	Zr
Min. :0.001080	Min. :0.005990	Min. :0.001647	Min. :0.003712	Min. :0.005797
1st Qu.:0.001537	1st Qu.:0.008365	1st Qu.:0.002515	1st Qu.:0.006623	1st Qu.:0.015835
Median :0.001668	Median :0.009110	Median :0.002920	Median :0.007220	Median :0.018060
Mean :0.001722	Mean :0.009287	Mean :0.002905	Mean :0.007517	Mean :0.018199
3rd Qu.:0.001843	3rd Qu.:0.010049	3rd Qu.:0.003195	3rd Qu.:0.008105	3rd Qu.:0.019901
Max. :0.004100	Max. :0.013274	Max. :0.004538	Max. :0.019071	Max. :0.027520

Tabla 69. Medias y desviaciones estándar de los datos del Grupo Granítico para cada uno de los clusters

	Total dendrograma		Cluster G1		Cluster G2.1		Cluster G2.2	
	m total	sd	m	sd	m	sd	m	sd
Fe2O3	5,3549	0,7726	7,3877	0,4642	5,4373	0,5864	5,0440	0,5136
MnO	0,0663	0,0212	0,1254	0,0049	0,0688	0,0148	0,0586	0,0171
TiO2	0,6757	0,1109	0,9919	0,0550	0,6852	0,0804	0,6357	0,0754
CaO	2,2390	0,9682	4,5584	1,7370	2,2175	0,8638	1,9199	0,4901
K2O	3,2089	0,3796	3,1771	0,1736	3,1973	0,3915	3,1897	0,2576
SiO2	64,3747	2,5740	59,9893	1,8419	64,4447	2,3162	65,0154	2,0716
Al2O3	16,8909	0,9375	17,1467	0,7488	16,9245	0,7766	16,7909	0,8584
MgO	1,3240	0,2776	2,0225	0,1334	1,3454	0,2079	1,2164	0,1764
Na2O	1,8845	0,3545	1,7715	0,1792	1,8503	0,2851	2,0838	0,2308
Ba	0,0805	0,0160	0,0679	0,0074	0,0767	0,0152	0,0881	0,0119
Ce	0,0081	0,0015	0,0108	0,0009	0,0081	0,0009	0,0075	0,0010
Cr	0,0046	0,0014	0,0049	0,0010	0,0053	0,0008	0,0032	0,0007
Cu	0,0012	0,0005	0,0018	0,0003	0,0014	0,0005	0,0008	0,0003
Ga	0,0019	0,0002	0,0021	0,0001	0,0019	0,0001	0,0019	0,0001
Nb	0,0012	0,0002	0,0018	0,0001	0,0012	0,0002	0,0011	0,0001
Ni	0,0015	0,0005	0,0018	0,0004	0,0017	0,0004	0,0010	0,0002
Rb	0,0114	0,0015	0,0128	0,0008	0,0110	0,0012	0,0115	0,0011
Sr	0,0142	0,0023	0,0150	0,0019	0,0139	0,0020	0,0148	0,0022
Th	0,0017	0,0003	0,0023	0,0001	0,0017	0,0002	0,0016	0,0002
V	0,0093	0,0014	0,0122	0,0007	0,0096	0,0012	0,0087	0,0010
Y	0,0029	0,0006	0,0042	0,0002	0,0029	0,0004	0,0027	0,0005
Zn	0,0075	0,0017	0,0102	0,0008	0,0073	0,0008	0,0071	0,0011
Zr	0,0182	0,0032	0,0239	0,0025	0,0190	0,0026	0,0166	0,0022

Tabla 70. Matriz de variación composicional de los datos del Grupo Granítico

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,07	0,00	0,12	0,04	0,03	0,01	0,02	0,08	0,08	0,02	0,10	0,17	0,01	0,01	0,11	0,03	0,04	0,02	0,01	0,03	0,02	0,03
MnO	0,07		0,06	0,18	0,13	0,12	0,10	0,07	0,17	0,19	0,09	0,16	0,21	0,10	0,07	0,18	0,11	0,12	0,11	0,07	0,06	0,07	0,08
TiO2	0,00	0,06		0,11	0,05	0,03	0,02	0,02	0,08	0,09	0,02	0,10	0,17	0,02	0,01	0,12	0,04	0,04	0,03	0,01	0,03	0,02	0,03
CaO	0,12	0,18	0,11		0,2	0,17	0,15	0,12	0,23	0,22	0,14	0,21	0,26	0,14	0,13	0,24	0,18	0,13	0,14	0,12	0,17	0,13	0,16
K2O	0,04	0,13	0,05	0,20		0,01	0,02	0,07	0,05	0,05	0,05	0,12	0,23	0,02	0,04	0,14	0,01	0,06	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05
SiO2	0,03	0,12	0,03	0,17	0,01		0,01	0,05	0,04	0,04	0,03	0,11	0,21	0,01	0,03	0,14	0,02	0,03	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04
Al2O3	0,01	0,1	0,02	0,15	0,02	0,01		0,04	0,05	0,05	0,02	0,10	0,20	0,00	0,02	0,13	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03
MgO	0,02	0,07	0,02	0,12	0,07	0,05	0,04		0,11	0,12	0,03	0,10	0,16	0,03	0,03	0,13	0,05	0,06	0,05	0,02	0,05	0,03	0,05
Na2O	0,08	0,17	0,08	0,23	0,05	0,04	0,05	0,11		0,06	0,08	0,20	0,32	0,05	0,09	0,22	0,07	0,04	0,09	0,08	0,09	0,11	0,09
Ba	0,08	0,19	0,09	0,22	0,05	0,04	0,05	0,12	0,06		0,09	0,21	0,31	0,06	0,09	0,21	0,06	0,04	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10
Ce	0,02	0,09	0,02	0,14	0,05	0,03	0,02	0,03	0,08	0,09		0,10	0,19	0,02	0,02	0,13	0,04	0,05	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
Cr	0,10	0,16	0,10	0,21	0,12	0,11	0,10	0,10	0,20	0,21	0,10		0,13	0,11	0,09	0,09	0,13	0,15	0,10	0,09	0,12	0,11	0,11
Cu	0,17	0,21	0,17	0,26	0,23	0,21	0,20	0,16	0,32	0,31	0,19	0,13		0,2	0,16	0,13	0,22	0,24	0,2	0,17	0,2	0,16	0,18
Ga	0,01	0,10	0,02	0,14	0,02	0,01	0,00	0,03	0,05	0,06	0,02	0,11	0,20		0,01	0,13	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
Nb	0,01	0,07	0,01	0,13	0,04	0,03	0,02	0,03	0,09	0,09	0,02	0,09	0,16	0,01		0,11	0,03	0,05	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
Ni	0,11	0,18	0,12	0,24	0,14	0,14	0,13	0,13	0,22	0,21	0,13	0,09	0,13	0,13	0,11		0,15	0,18	0,14	0,11	0,13	0,12	0,12
Rb	0,03	0,11	0,04	0,18	0,01	0,02	0,02	0,05	0,07	0,06	0,04	0,13	0,22	0,01	0,03	0,15		0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Sr	0,04	0,12	0,04	0,13	0,06	0,03	0,03	0,06	0,04	0,04	0,05	0,15	0,24	0,03	0,05	0,18	0,06		0,06	0,04	0,07	0,06	0,06
Th	0,02	0,11	0,03	0,14	0,04	0,04	0,03	0,05	0,09	0,09	0,02	0,10	0,20	0,03	0,02	0,14	0,04	0,06		0,03	0,04	0,05	0,04
V	0,01	0,07	0,01	0,12	0,05	0,03	0,02	0,02	0,08	0,09	0,03	0,09	0,17	0,02	0,01	0,11	0,04	0,04	0,03		0,03	0,03	0,03
Y	0,03	0,06	0,03	0,17	0,05	0,05	0,04	0,05	0,09	0,10	0,03	0,12	0,20	0,03	0,02	0,13	0,04	0,07	0,04	0,03		0,04	0,03
Zn	0,02	0,07	0,02	0,13	0,06	0,05	0,03	0,03	0,11	0,10	0,04	0,11	0,16	0,03	0,02	0,12	0,04	0,06	0,05	0,03	0,04		0,06
Zr	0,03	0,08	0,03	0,16	0,05	0,04	0,03	0,05	0,09	0,10	0,04	0,11	0,18	0,03	0,02	0,12	0,04	0,06	0,04	0,03	0,03	0,06	
?.i	1,04	2,48	1,09	3,63	1,55	1,27	1,1	1,41	2,38	2,44	1,27	2,71	4,39	1,09	1,08	3,16	1,4	1,64	1,38	1,08	1,44	1,36	1,41
vt/?.i	0,87	0,37	0,84	0,25	0,59	0,71	0,83	0,64	0,38	0,37	0,72	0,34	0,21	0,83	0,84	0,29	0,65	0,55	0,66	0,84	0,63	0,67	0,64
vt	0,91																						

Tabla 71. Matriz de variación composicional de los datos del Grupo Granítico sin Cu, CaO, Pb ni P_2O_5

	Fe2O3	MnO	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,07	0,00	0,04	0,03	0,01	0,02	0,08	0,08	0,02	0,10	0,01	0,01	0,11	0,03	0,04	0,02	0,01	0,03	0,02	0,03
MnO	0,07		0,06	0,13	0,12	0,10	0,07	0,17	0,19	0,09	0,16	0,10	0,07	0,18	0,11	0,12	0,11	0,07	0,06	0,07	0,08
TiO2	0,00	0,06		0,05	0,03	0,02	0,02	0,08	0,09	0,02	0,10	0,02	0,01	0,12	0,04	0,04	0,03	0,01	0,03	0,02	0,03
K2O	0,04	0,13	0,05		0,01	0,02	0,07	0,05	0,05	0,05	0,12	0,02	0,04	0,14	0,01	0,06	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05
SiO2	0,03	0,12	0,03	0,01		0,01	0,05	0,04	0,04	0,03	0,11	0,01	0,03	0,14	0,02	0,03	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04
Al2O3	0,01	0,10	0,02	0,02	0,01		0,04	0,05	0,05	0,02	0,10	0,00	0,02	0,13	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03
MgO	0,02	0,07	0,02	0,07	0,05	0,04		0,11	0,12	0,03	0,10	0,03	0,03	0,13	0,05	0,06	0,05	0,02	0,05	0,03	0,05
Na2O	0,08	0,17	0,08	0,05	0,04	0,05	0,11		0,06	0,08	0,20	0,05	0,09	0,22	0,07	0,04	0,09	0,08	0,09	0,11	0,09
Ba	0,08	0,19	0,09	0,05	0,04	0,05	0,12	0,06		0,09	0,21	0,06	0,09	0,21	0,06	0,04	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10
Ce	0,02	0,09	0,02	0,05	0,03	0,02	0,03	0,08	0,09		0,10	0,02	0,02	0,13	0,04	0,05	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
Cr	0,10	0,16	0,10	0,12	0,11	0,10	0,10	0,20	0,21	0,10		0,11	0,09	0,09	0,13	0,15	0,10	0,09	0,12	0,11	0,11
Ga	0,01	0,10	0,02	0,02	0,01	0,00	0,03	0,05	0,06	0,02	0,11		0,01	0,13	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
Nb	0,01	0,07	0,01	0,04	0,03	0,02	0,03	0,09	0,09	0,02	0,09	0,01		0,11	0,03	0,05	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
Ni	0,11	0,18	0,12	0,14	0,14	0,13	0,13	0,22	0,21	0,13	0,09	0,13	0,11		0,15	0,18	0,14	0,11	0,13	0,12	0,12
Rb	0,03	0,11	0,04	0,01	0,02	0,02	0,05	0,07	0,06	0,04	0,13	0,01	0,03	0,15		0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Sr	0,04	0,12	0,04	0,06	0,03	0,03	0,06	0,04	0,04	0,05	0,15	0,03	0,05	0,18	0,06		0,06	0,04	0,07	0,06	0,06
Th	0,02	0,11	0,03	0,04	0,04	0,03	0,05	0,09	0,09	0,02	0,10	0,03	0,02	0,14	0,04	0,06		0,03	0,04	0,05	0,04
V	0,01	0,07	0,01	0,05	0,03	0,02	0,02	0,08	0,09	0,03	0,09	0,02	0,01	0,11	0,04	0,04	0,03		0,03	0,03	0,03
Y	0,03	0,06	0,03	0,05	0,05	0,04	0,05	0,09	0,10	0,03	0,12	0,03	0,02	0,13	0,04	0,07	0,04	0,03		0,04	0,03
Zn	0,02	0,07	0,02	0,06	0,05	0,03	0,03	0,11	0,10	0,04	0,11	0,03	0,02	0,12	0,04	0,06	0,05	0,03	0,04		0,06
Zr	0,03	0,08	0,03	0,05	0,04	0,03	0,05	0,09	0,10	0,04	0,11	0,03	0,02	0,12	0,04	0,06	0,04	0,03	0,03	0,06	
?.i	0,76	2,09	0,80	1,12	0,89	0,76	1,13	1,83	1,91	0,94	2,37	0,75	0,79	2,78	1,01	1,27	1,05	0,80	1,08	1,07	1,07
vt/?.i	0,83	0,30	0,78	0,56	0,70	0,82	0,55	0,34	0,33	0,67	0,26	0,83	0,79	0,23	0,62	0,49	0,60	0,78	0,58	0,59	0,58
vt	0,63																				

Tabla 72. Resumen estadístico de los datos del Grupo Metamórfico. Se expresa: valor mínimo, valor del primer cuantil, media, mediana, valor del tercer cuantil y valor máximo de cada elemento

Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2
Min. :3.956	Min. :0.0300	Min. :0.4150	Min. :0.5609	Min. :2.011	Min. :56.03
1st Qu.:4.667	1st Qu.:0.0475	1st Qu.:0.5954	1st Qu.:1.2000	1st Qu.:2.945	1st Qu.:63.88
Median :5.310	Median :0.0600	Median :0.6400	Median :1.5200	Median :3.235	Median :66.62
Mean :5.296	Mean :0.0617	Mean :0.6481	Mean :2.0341	Mean :3.162	Mean :66.21
3rd Qu.:5.729	3rd Qu.:0.0750	3rd Qu.:0.7075	3rd Qu.:2.3706	3rd Qu.:3.400	3rd Qu.:68.63
Max. :7.010	Max. :0.1054	Max. :0.9150	Max. :8.8022	Max. :3.945	Max. :74.07

Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr
Min. :10.32	Min. :0.890	Min. :0.4197	Min. :0.04066	Min. :0.004301	Min. :0.002680
1st Qu.:15.34	1st Qu.:1.139	1st Qu.:0.9071	1st Qu.:0.06391	1st Qu.:0.006595	1st Qu.:0.003835
Median :16.43	Median :1.235	Median :1.1400	Median :0.07583	Median :0.007080	Median :0.004610
Mean :16.19	Mean :1.340	Mean :1.2046	Mean :0.07914	Mean :0.007095	Mean :0.005136
3rd Qu.:17.22	3rd Qu.:1.545	3rd Qu.:1.5550	3rd Qu.:0.08964	3rd Qu.:0.007660	3rd Qu.:0.006204
Max. :19.45	Max. :2.822	Max. :2.4750	Max. :0.14492	Max. :0.009410	Max. :0.010582

Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr
Min. :0.000500	Min. :0.001318	Min. :0.000740	Min. :0.000720	Min. :0.00844	Min. :0.005523
1st Qu.:0.001135	1st Qu.:0.001755	1st Qu.:0.001080	1st Qu.:0.001465	1st Qu.:0.01047	1st Qu.:0.008870
Median :0.001595	Median :0.001920	Median :0.001170	Median :0.001870	Median :0.01216	Median :0.010710
Mean :0.001739	Mean :0.001917	Mean :0.001186	Mean :0.002028	Mean :0.01190	Mean :0.010825
3rd Qu.:0.002120	3rd Qu.:0.002065	3rd Qu.:0.001295	3rd Qu.:0.002616	3rd Qu.:0.01287	3rd Qu.:0.012630
Max. :0.003800	Max. :0.002530	Max. :0.001640	Max. :0.003950	Max. :0.01677	Max. :0.016000

Th	V	Y	Zn	Zr
Min. :0.001070	Min. :0.006680	Min. :0.001831	Min. :0.005630	Min. :0.006202
1st Qu.:0.001354	1st Qu.:0.008162	1st Qu.:0.002395	1st Qu.:0.006967	1st Qu.:0.016355
Median :0.001510	Median :0.008820	Median :0.002770	Median :0.008510	Median :0.018790
Mean :0.001494	Mean :0.009136	Mean :0.002780	Mean :0.009503	Mean :0.018222
3rd Qu.:0.001605	3rd Qu.:0.009884	3rd Qu.:0.003120	3rd Qu.:0.009915	3rd Qu.:0.020600
Max. :0.001960	Max. :0.012940	Max. :0.004040	Max. :0.027913	Max. :0.027000

Tabla 73. Medias y desviaciones estándar de los datos del Grupo Metamórfico para cada uno de los clusters

	Total dendrograma		Pareja 1		Pareja 2		Pareja 3		Grupo de 3		Pareja 5		Pareja 6		Cluster	
	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
Fe2O3	5,2955	0,7659	5,4028	0,2776	4,5525	0,1564	6,3575	0,7036	6,9617	0,0501	5,6339	0,1176	5,0300	0,5091	5,1217	0,5917
MnO	0,0617	0,0192	0,0336	0,0023	0,0972	0,0117	0,0375	0,0106	0,0433	0,0076	0,0543	0,0035	0,0600	0,0141	0,0624	0,0179
TiO2	0,6481	0,0869	0,6255	0,0420	0,6023	0,0210	0,7350	0,2546	0,6400	0,0000	0,4911	0,0589	0,6300	0,0707	0,6593	0,0640
CaO	2,0341	1,5323	2,8533	0,4498	4,2592	0,2403	1,2000	0,0424	2,3600	0,9848	1,6909	0,8276	1,7275	0,2227	1,5026	0,5594
K2O	3,1623	0,4469	3,2116	0,0154	3,2509	0,1152	3,0125	0,4844	2,5517	0,1501	3,3762	0,0963	3,3200	0,0919	3,3065	0,3282
SiO2	66,2104	4,0178	69,1323	0,5512	62,0432	0,0950	68,1550	5,2821	57,7983	2,2825	63,9634	3,4031	65,8100	1,3718	67,3108	2,8707
Al2O3	16,1871	1,9114	14,5630	0,8331	14,9432	0,5176	17,0475	2,6552	19,2617	0,1835	17,0584	0,7204	16,5600	0,5374	16,3557	1,1626
MgO	1,3397	0,3517	1,0552	0,1162	1,2034	0,0195	1,4925	0,4985	1,2850	0,0889	1,2061	0,1268	1,1925	0,1520	1,3474	0,2844
Na2O	1,2046	0,4647	0,6433	0,0311	0,8505	0,0688	0,6300	0,0849	0,9667	0,0448	1,4743	0,5791	2,3575	0,1662	1,2929	0,3138
Ba	0,0791	0,0224	0,1108	0,0248	0,1438	0,0016	0,0632	0,0035	0,1057	0,0210	0,0531	0,0176	0,0799	0,0066	0,0756	0,0136
Ce	0,0071	0,0010	0,0081	0,0011	0,0046	0,0005	0,0084	0,0015	0,0070	0,0011	0,0073	0,0013	0,0070	0,0003	0,0072	0,0009
Cr	0,0051	0,0017	0,0091	0,0021	0,0058	0,0008	0,0079	0,0011	0,0060	0,0003	0,0078	0,0021	0,0031	0,0005	0,0043	0,0009
Cu	0,0017	0,0007	0,0017	0,0002	0,0032	0,0001	0,0019	0,0000	0,0019	0,0001	0,0028	0,0014	0,0007	0,0003	0,0015	0,0006
Ga	0,0019	0,0002	0,0018	0,0001	0,0018	0,0001	0,0021	0,0003	0,0023	0,0001	0,0019	0,0001	0,0019	0,0001	0,0019	0,0002
Nb	0,0012	0,0002	0,0013	0,0001	0,0011	0,0001	0,0013	0,0004	0,0011	0,0000	0,0009	0,0001	0,0011	0,0001	0,0012	0,0001
Ni	0,0020	0,0007	0,0033	0,0002	0,0019	0,0001	0,0035	0,0007	0,0028	0,0001	0,0025	0,0001	0,0009	0,0002	0,0017	0,0005
Rb	0,0119	0,0019	0,0139	0,0019	0,0097	0,0004	0,0127	0,0021	0,0102	0,0003	0,0120	0,0021	0,0122	0,0004	0,0123	0,0016
Sr	0,0108	0,0026	0,0105	0,0006	0,0091	0,0003	0,0080	0,0020	0,0123	0,0027	0,0092	0,0033	0,0140	0,0019	0,0106	0,0024
Th	0,0015	0,0002	0,0015	0,0001	0,0012	0,0001	0,0015	0,0002	0,0015	0,0001	0,0015	0,0001	0,0015	0,0000	0,0015	0,0002
V	0,0091	0,0015	0,0103	0,0000	0,0079	0,0006	0,0115	0,0020	0,0121	0,0002	0,0089	0,0008	0,0083	0,0007	0,0086	0,0009
Y	0,0028	0,0005	0,0029	0,0002	0,0019	0,0001	0,0031	0,0005	0,0031	0,0008	0,0022	0,0001	0,0028	0,0007	0,0028	0,0005
Zn	0,0095	0,0042	0,0066	0,0003	0,0098	0,0004	0,0088	0,0014	0,0104	0,0002	0,0072	0,0003	0,0077	0,0018	0,0084	0,0018
Zr	0,0182	0,0043	0,0240	0,0025	0,0162	0,0011	0,0206	0,0051	0,0149	0,0009	0,0117	0,0015	0,0162	0,0013	0,0197	0,0024

Tabla 74. Matriz de variación composicional de los datos del Grupo Metamórfico

	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Cu	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,13	0,03	0,35	0,04	0,03	0,01	0,05	0,19	0,09	0,03	0,09	0,15	0,01	0,03	0,10	0,03	0,08	0,02	0,01	0,03	0,11	0,09
MnO	0,13		0,11	0,36	0,13	0,13	0,13	0,12	0,20	0,19	0,13	0,23	0,21	0,13	0,12	0,23	0,14	0,15	0,13	0,15	0,11	0,15	0,22
TiO2	0,03	0,11		0,32	0,03	0,03	0,02	0,04	0,18	0,10	0,02	0,12	0,20	0,02	0,01	0,15	0,03	0,08	0,02	0,03	0,03	0,10	0,08
CaO	0,35	0,36	0,32		0,37	0,35	0,36	0,30	0,55	0,30	0,35	0,33	0,39	0,35	0,31	0,38	0,36	0,25	0,34	0,32	0,37	0,27	0,52
K2O	0,04	0,13	0,03	0,37		0,03	0,02	0,06	0,14	0,09	0,04	0,15	0,22	0,02	0,03	0,20	0,01	0,09	0,02	0,06	0,06	0,17	0,06
SiO2	0,03	0,13	0,03	0,35	0,03		0,03	0,07	0,17	0,09	0,03	0,11	0,19	0,03	0,03	0,16	0,03	0,08	0,02	0,04	0,04	0,12	0,08
Al2O3	0,01	0,13	0,02	0,36	0,02	0,03		0,06	0,14	0,07	0,03	0,12	0,19	0,00	0,03	0,16	0,02	0,07	0,02	0,03	0,04	0,15	0,07
MgO	0,05	0,12	0,04	0,30	0,06	0,07	0,06		0,24	0,15	0,06	0,15	0,17	0,05	0,05	0,16	0,05	0,13	0,05	0,06	0,06	0,09	0,15
Na2O	0,19	0,20	0,18	0,55	0,14	0,17	0,14	0,24		0,22	0,17	0,41	0,47	0,16	0,20	0,48	0,16	0,12	0,15	0,24	0,18	0,42	0,16
Ba	0,09	0,19	0,10	0,30	0,09	0,09	0,07	0,15	0,22		0,13	0,18	0,24	0,07	0,10	0,22	0,10	0,07	0,10	0,09	0,12	0,21	0,12
Ce	0,03	0,13	0,02	0,35	0,04	0,03	0,03	0,06	0,17	0,13		0,11	0,22	0,02	0,02	0,13	0,02	0,08	0,02	0,03	0,02	0,13	0,09
Cr	0,09	0,23	0,12	0,33	0,15	0,11	0,12	0,15	0,41	0,18	0,11		0,14	0,11	0,11	0,04	0,12	0,19	0,13	0,07	0,14	0,14	0,24
Cu	0,15	0,21	0,20	0,39	0,22	0,19	0,19	0,17	0,47	0,24	0,22	0,14		0,18	0,20	0,13	0,21	0,28	0,21	0,16	0,21	0,16	0,33
Ga	0,01	0,13	0,02	0,35	0,02	0,03	0,00	0,05	0,16	0,07	0,02	0,11	0,18		0,02	0,14	0,02	0,07	0,01	0,02	0,03	0,13	0,07
Nb	0,03	0,12	0,01	0,31	0,03	0,03	0,03	0,05	0,20	0,10	0,02	0,11	0,20	0,02		0,14	0,02	0,08	0,02	0,03	0,03	0,10	0,08
Ni	0,10	0,23	0,15	0,38	0,20	0,16	0,16	0,16	0,48	0,22	0,13	0,04	0,13	0,14	0,14		0,16	0,24	0,17	0,08	0,14	0,15	0,27
Rb	0,03	0,14	0,03	0,36	0,01	0,03	0,02	0,05	0,16	0,10	0,02	0,12	0,21	0,02	0,02	0,16		0,09	0,02	0,04	0,04	0,15	0,07
Sr	0,08	0,15	0,08	0,25	0,09	0,08	0,07	0,13	0,12	0,07	0,08	0,19	0,28	0,07	0,08	0,24	0,09		0,08	0,09	0,09	0,19	0,14
Th	0,02	0,13	0,02	0,34	0,02	0,02	0,02	0,05	0,15	0,10	0,02	0,13	0,21	0,01	0,02	0,17	0,02	0,08		0,03	0,03	0,13	0,07
V	0,01	0,15	0,03	0,32	0,06	0,04	0,03	0,06	0,24	0,09	0,03	0,07	0,16	0,02	0,03	0,08	0,04	0,09	0,03		0,04	0,10	0,11
Y	0,03	0,11	0,03	0,37	0,06	0,04	0,04	0,06	0,18	0,12	0,02	0,14	0,21	0,03	0,03	0,14	0,04	0,09	0,03	0,04		0,13	0,10
Zn	0,11	0,15	0,10	0,27	0,17	0,12	0,15	0,09	0,42	0,21	0,13	0,14	0,16	0,13	0,10	0,15	0,15	0,19	0,13	0,10	0,13		0,32
Zr	0,09	0,22	0,08	0,52	0,06	0,08	0,07	0,15	0,16	0,12	0,09	0,24	0,33	0,07	0,08	0,27	0,07	0,14	0,07	0,11	0,10	0,32	
?.i	1,72	3,58	1,73	7,80	2,02	1,88	1,73	2,32	5,34	3,06	1,85	3,41	4,85	1,67	1,77	4,01	1,89	2,72	1,77	1,79	2,01	3,63	3,44
vt/?.i	0,83	0,40	0,83	0,18	0,71	0,76	0,83	0,62	0,27	0,47	0,77	0,42	0,30	0,86	0,81	0,36	0,76	0,53	0,81	0,80	0,71	0,40	0,42
vt	1,434																						

Tabla 75. Matriz de variación composicional de los datos del Grupo Metamórfico sin Cu, CaO, Pb ni P_2O_5

	Fe2O3	MnO	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ba	Ce	Cr	Ga	Nb	Ni	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
Fe2O3		0,13	0,03	0,04	0,03	0,01	0,05	0,19	0,09	0,03	0,09	0,01	0,03	0,10	0,03	0,08	0,02	0,01	0,03	0,11	0,09
MnO	0,13		0,11	0,13	0,13	0,13	0,12	0,20	0,19	0,13	0,23	0,13	0,12	0,23	0,14	0,15	0,13	0,15	0,11	0,15	0,22
TiO2	0,03	0,11		0,03	0,03	0,02	0,04	0,18	0,10	0,02	0,12	0,02	0,01	0,15	0,03	0,08	0,02	0,03	0,03	0,10	0,08
K2O	0,04	0,13	0,03		0,03	0,02	0,06	0,14	0,09	0,04	0,15	0,02	0,03	0,20	0,01	0,09	0,02	0,06	0,06	0,17	0,06
SiO2	0,03	0,13	0,03	0,03		0,03	0,07	0,17	0,09	0,03	0,11	0,03	0,03	0,16	0,03	0,08	0,02	0,04	0,04	0,12	0,08
Al2O3	0,01	0,13	0,02	0,02	0,03		0,06	0,14	0,07	0,03	0,12	0,00	0,03	0,16	0,02	0,07	0,02	0,03	0,04	0,15	0,07
MgO	0,05	0,12	0,04	0,06	0,07	0,06		0,24	0,15	0,06	0,15	0,05	0,05	0,16	0,05	0,13	0,05	0,06	0,06	0,09	0,15
Na2O	0,19	0,20	0,18	0,14	0,17	0,14	0,24		0,22	0,17	0,41	0,16	0,20	0,48	0,16	0,12	0,15	0,24	0,18	0,42	0,16
Ba	0,09	0,19	0,10	0,09	0,09	0,07	0,15	0,22		0,13	0,18	0,07	0,10	0,22	0,10	0,07	0,10	0,09	0,12	0,21	0,12
Ce	0,03	0,13	0,02	0,04	0,03	0,03	0,06	0,17	0,13		0,11	0,02	0,02	0,13	0,02	0,08	0,02	0,03	0,02	0,13	0,09
Cr	0,09	0,23	0,12	0,15	0,11	0,12	0,15	0,41	0,18	0,11		0,11	0,11	0,04	0,12	0,19	0,13	0,07	0,14	0,14	0,24
Ga	0,01	0,13	0,02	0,02	0,03	0,00	0,05	0,16	0,07	0,02	0,11		0,02	0,14	0,02	0,07	0,01	0,02	0,03	0,13	0,07
Nb	0,03	0,12	0,01	0,03	0,03	0,03	0,05	0,20	0,10	0,02	0,11	0,02		0,14	0,02	0,08	0,02	0,03	0,03	0,10	0,08
Ni	0,10	0,23	0,15	0,20	0,16	0,16	0,16	0,48	0,22	0,13	0,04	0,14	0,14		0,16	0,24	0,17	0,08	0,14	0,15	0,27
Rb	0,03	0,14	0,03	0,01	0,03	0,02	0,05	0,16	0,10	0,02	0,12	0,02	0,02	0,16		0,09	0,02	0,04	0,04	0,15	0,07
Sr	0,08	0,15	0,08	0,09	0,08	0,07	0,13	0,12	0,07	0,08	0,19	0,07	0,08	0,24	0,09		0,08	0,09	0,09	0,19	0,14
Th	0,02	0,13	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,15	0,10	0,02	0,13	0,01	0,02	0,17	0,02	0,08		0,03	0,03	0,13	0,07
V	0,01	0,15	0,03	0,06	0,04	0,03	0,06	0,24	0,09	0,03	0,07	0,02	0,03	0,08	0,04	0,09	0,03		0,04	0,10	0,11
Y	0,03	0,11	0,03	0,06	0,04	0,04	0,06	0,18	0,12	0,02	0,14	0,03	0,03	0,14	0,04	0,09	0,03	0,04		0,13	0,10
Zn	0,11	0,15	0,10	0,17	0,12	0,15	0,09	0,42	0,21	0,13	0,14	0,13	0,10	0,15	0,15	0,19	0,13	0,10	0,13		0,32
Zr	0,09	0,22	0,08	0,06	0,08	0,07	0,15	0,16	0,12	0,09	0,24	0,07	0,08	0,27	0,07	0,14	0,07	0,11	0,10	0,32	
?.i	1,22	3,02	1,21	1,43	1,34	1,18	1,84	4,32	2,52	1,29	2,95	1,13	1,26	3,5	1,31	2,2	1,22	1,32	1,43	3,19	2,58
vt/?.i	0,81	0,33	0,82	0,69	0,74	0,84	0,54	0,23	0,39	0,77	0,33	0,87	0,79	0,28	0,75	0,45	0,81	0,75	0,69	0,31	0,38
vt	0,99																				

Tabla 76. Tabla resumen de las fábricas petrográficas de cada yacimiento

Fábrica	Individuos	Característica	Gr	Qtz	Kfs	Pl	Bio	TGr	Ser	Anf	Inc. Fe	Phil	Met	Sand	Mud	Micr	Otros	C. acc	Color matriz PPL	Textura
CG-1	CG1001, CG1004, CG1014, CG1015, CG1021, CG1022, CG1025, CG1026, CG1027, CG1028, CG1029, CG1030, CG1031, CG1032	Granítica	xxx	xxx	xxx	xx	xx	x	xxx					x	x	x		cl, ep, anf, mc	Gris negro o gradación gris a marrón oscuro	FG: predominante (>0.2)y común en CG1004 y CG1021 FF: común y escasa. P: escasa
CG-2	CG1003, CG1008, CG1012, CG1016, CG1017, CG1018, CG1020, CG1036	Metamórfica	xxx	xxx	xxx	xx	xxx		x			xxx	xx	xx	xx		mc	micr, tgr	Gris, anaranjada o bicolor	FG: predominante (>0.2) en GR y Met. FF: común y dominante (CG1016, CG1020, CG1036, CG1008). P:
CG-2.1	CG1009, CG1010, CG1011	Muy metamórfica	xx	xxx	xxx		xxx					xxx	xxx	xxx	xxx			micr, mc, anf	Gris	FG: Dominante en Met sobre GR. FF: Común. P: escasa
CG-2.2	CG1019, CG1035	Metamórfica gruesa	xx	xxx	xxx		xxx		xx		xx	xx	xxx	xx				Pl,cl,mc	Marrón rojizo	FG: predominante (>2). FF: escasa. P: escasa
CG-2.3	CG1033, CG1034	Metamórfica accesorio y biotita	xxx	xxx	xxx	xx	xxx										ep	micr, cal,met	Marrón muy oscuro	FG: dominantes (<1) y raro (>2). FF: escasa. P: escasa
CG-Calcarea	CG1006, CG1007, CG1037	Calcárea		xx	x		x					xx		xx				mc	Marrón	FG: Rara. FF: predominante, P: rara
HCT-1	HCT04, HCT06, HCT08, HCT09, HCT12, HCT14, HCT18, HCT19, HCT20, HCT23	Granítica	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	x	xxx		xx			xxx	xxx			cl, mc, ep, cpx	Bicolor gris a naranja	FG: predominante a dominante. FF: escasa a común. P: escasa
HCT-1.1	HCT10, HCT11, HCT13, HCT15	Granítica negra gruesa	xxx	xxx	xxx	x	x		x					xxx				cl, ep, cpx	Bicolor negro marrón	FG: predominante (<1). FF: común. P: escasa
HCT-1.2	HCT01, HCT03, HCT07	Granítica aportación ferruginosa	xxx	xxx	xxx	x	xxx		x		xxx			xx	xx			cl, ep, cpx	Naranja	FG: dominante. FF: frecuente. P: escasa a común
HCT-Met	HCT05, HCT17, HCT22	Metamórfica	xxx	xxx	xxx	x	xxx	xx	xx			xx		xxx				ep, gl, cpx, fe	Marrón y negro (HCT22)	FG: dominante (<1). FF: frecuente y escasa (HCT17). P: escasa

Fábrica	Individuos	Característica	Gr	Qtz	Kfs	Pl	Bio	TGr	Ser	Anf	Inc. Fe	Phil	Met	Sand	Mud	Micr	Otros	C. acc	Color matriz PPL	Textura
PMCV-1	PMCV09, PMCV52, PMCV53, PMCV12, PMCV36, PMCV42, PMCV51, PMCV03, PMCV37	Granítica	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	xxx					xxx	xxx	x		cpx, ep, anf, fe, zr, cl	Degradado gris negro o marrón oscuro	FG: dominante (<2). FF: común. P: escasa
PMCV-1.1	PMCV33, PMCV05, PMCV07, PMCV16, PMCV29	Granítica opaca	xxx	xxx	xxx		xxx	x	xxx								Op	pl, anf, sand, mud	Gris negro	FG: dominante (<1). FF: frecuente. P: escasa
PMCV-1.2	PMCV04, PMCV18	Granítica con mudstone	xxx	xxx	xxx	xx	xxx		xx						xxx	xx		cpx, anf, zr, tgr, ca	Degradado marrón	FG: dominante (<1.7). FF: común. P: escasa a común
PMCV-1.3	PMCV17, PMCV22	Granítica con biotita	xxx	xxx	xxx	xx	xxx		xxx					xx	xx			cpx,ep, anf, zr	Gris	FG: dominante (<1.5) y frecuente (PMCV22). FF: común. P: escasa a común
PMCV-1.4	PMCV49	Granítica negra	xxx	xxx	xxx	xx	xxx		xxx		x			xx	xx			cpx,ep	negro	FG: dominante (<0.6 y raro >1.5). FF: común. P: común
PMCV-1.5	PMCV15, PMCV30	Granítica fina	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	x	xxx									cpx,sand	Marrón micácea	FG: escasa (<1). FF: frecuente a dominante. P: escasa
PMCV-2	PMCV20, PMCV24, PMCV45, PMCV47, PMCV10, PMCV14, PMCV39, PMCV41, PMCV55, PMCV02, PMCV08, PMCV23, PMCV28, PMCV34, PMCV38, PMCV54	Metamórfica	xxx	xxx	xxx	xx	xx	x	xxx			xxx	xxx	xxx	xxx			cpx,ep, ms, fe, op	marrón oscuro a negro	FG: dominante a frecuente (<2). FF: común. P: común a escasa
PMCV-2.1	PMCV31, PMCV11	Muy metamórfica	xxx	xxx	xxx		xxx					xxx	xxx	xx				cpx,ep,anf,op,ms	negro	FG: dominante (>2 met). FF: escasa. P: común a escasa
PMCV-2.2	PMCV26	Metamórfica sin granito		xxx								xxx				ms			Degradado marrón	FG: escasa (<0.6). FF: dominante. P: escasa
PMCV-2.3	PMCV21	Metamórfica gruesa	xxx	xxx	xxx		xxx		xxx				xxx					ep, ms, cl	Naranja	FG: dominante (>1). FF: escasa. P: escasa a común
PMCV-2.4	PMCV44	Sedimentaria con metamórfico	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx		x			x	x	xxx		x	chert	ep	Marrón oscuro	FG: escasa (<1). FF: común. P: común. Abunda inclusiones 0.15-025

Fábrica	Individuos	Característica	Gr	Qtz	Kfs	Pl	Bio	TGr	Ser	Anf	Inc. Fe	Phil	Met	Sand	Mud	Micr	Otros	C. acc	Color matriz PPL	Textura
PMCV-2.5	PMCV06, PMCV40, PMCV43	Metamórfica accesoria y calcáreas	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	x	xxx			x		xx		xx	ca	cpx,ep, op, anf, ms	Marrón a gris	FG: dominante a frecuente. FF: común a frecuente. P: escasa
PMCV-2.6	PMCV25, PMCV46, PMCV50	Metamórfica accesoria y biotita	xxx	xxx	xxx	xx	xxx		xxx			x		xxx	xx			cpx, ep, ms, anf, fe	Marrón	FG: dominante (<2). FF: común. P: escasa
PMCV-2.7	PMCV32, PMCV01	Metamórfica con epidota	xxx	xxx	xxx	xx	xxx		xx			xx		xxx			ep	cpx, anf	Degradado marrón negro	FG: dominante (<2). FF: escasa. P: escasa
PMCV-3	PMCV19, PMCV35	Fina calcárea	xxx	xxx	xxx		xxx		xxx					xxx		xxx	Op	cpx	Marrón	FG: escasa (<0.7). FF: escasa. P: muy escasa
EST-GR	Todo el conjunto excepto EST13	Granítica	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xx	xxx		xx			xxx	xx			cpx, cl, ep, anf, zr, ms	Marrón degradado, gris, negro	FG: dominante. FF: frecuente a común. P: escasa
EST-MET	EST13	Metamórfica	xxx	xxx	xxx	xx	xxx		xxx			xx	xx	xx		xx	ca		Marrón oscuro	FG: dominante. FF: común. P: común
TLL-1	TLL34, TLL03, TLL04, TLL06, TLL10 ,TLL13, TLL14 ,TLL16, TLL17 ,TLL19, TLL20 ,TLL22, TLL23, TLL24, TLL25 ,TLL27, TLL38 ,TLL39, TLL43	Granítica	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xx	xxx	xx				xx	xx			cpx, ep, cl, ms	Marrón oscuro a negro	FG: dominante (>1). FF: común. P: escasa a muy escasa
TLL-1.1	TLL18, TLL40, TLL41, TLL45, TLL02, TLL32	Granítica con biotita y mudstone	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xx	xxx	x				xx	xxx	x		cpx	Marrón	FG: dominante. FF: común. P: escasa
TLL-1.2	TLL21, TLL26, TLL33	Granítica con sandstone	xxx	xxx	xxx	xx	xxx		xxx	x				xxx	xx	x		cpx, zr, ep	Gris negro	común. P: común a frecuente
TLL-1.3	TLL11, TLL15, TLL30, TLL44, TLL46	Granítica de matriz tricolor	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	x	xxx	x				xx	xx			cpx, op	Tricolor de naranja a negro	FG: dominante (<3). FF: escasa a común. P: común a frecuente
TLL-1.4	TLL09, TLL42	Granítica compacta negra	xxx	xxx	xxx	xx	xxx		xxx	xx								ep	negro	FG: predominante. FF: escasa. P: escasa a común
TLL-Biotita	TLL05, TLL07, TLL08, TLL47	Granítica con biotita	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	x	xx	x				x				cpx, ep	Marrón y gris	FG: dominante (>1). FF: frecuente. P: escasa

Fábrica	Individuos	Característica	Gr	Qtz	Kfs	Pl	Bio	TGr	Ser	Anf	Inc. Fe	Phil	Met	Sand	Mud	Micr	Otros	C. acc	Color matriz PPL	Textura
TLL-Calcar	TLL29, TLL01	Calcárea	xx	xx	xx	xx	x		xx	x	x			x			nódulo calcáreo	ep	Marrón (TLL01) y gris (TLL29)	FG: escasa. FF: predominante. P: escasa (TLL01) y frecuente (TLL29)
TLL-Fino	TLL31, TLL35	Matriz fina	xx	xx	xx	xx	x	x		x					x				Naranja	FG: muy escasa. FF: predominante. P: escasa
TLL-Met	TLL12, TLL28, TLL37	Metamórfica	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xx	xxx		x			xx		x		ep, cpx, anf	Marrón oscuro a gris	FG: dominante (<3). FF: frecuent. P: escasa
MDL-1	MDL01, MDL02, MDL07, MDL09, MDL12, MDL13, MDL18, MDL26, MDL27, MDL28, MDL29, MDL31, MDL32, MDL35	Granítica	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xx	xxx	xx				xxx	xxx			cpx, ep, cl, zr	Gris negro o marrón degradado	FG: dominante (<1.5). FF: frecuente. P: escasa
MDL-1.1	MDL14, MDL16	Granítica de matriz fina	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xx	xxx					xxx	xxx			cpx, cl	Degradado negro marrón oscuro	FG: escasa. FF: dominante. P: frecuente
MDL-1.2	MDL04, MDL22	Granítica con biotita	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xxx	xxx	xx	xx			xxx	xxx				Gris	FG: dominante (>3). FF: escasa. P: común
MDL-1.3	MDL03, MDL05, MDL06	Granítica con mudstone	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xxx	xxx	x				xx	xxx	xx	bioclasto	cpx, cl, zr	Marrón oscuro a gris	FG: común. FF: predominante. P: escasa
MDL-1.4	MDL19, MDL23, MDL24, MDL33	Granítica con biotita y mudstone	xx	xx	xx	xx	xxx	x	xx	x				xxx	xxx			cpx, ep, cl	Marrón oscuro	FG: dominante. FF: frecuente. P: común
MDL-2	MDL15	Muy metamórfica	xxx	xxx	xxx		xxx	x				xxx	xxx	xx				ms, ep, bioclast	negro	FG: predominante (>2). FF: común y escasa. P: escasa
MDL-3	MDL20, MDL34	Metamórfica con micrita	xxx	xxx	xxx		xxx	xx				xxx	xx		xxx		ca	ms,chert	Marrón oscuro	FG: dominante. FF: común. P: escasa
MDL-4	MDL21, MDL30	Metamórfica fina	xxx	xxx	xxx		x	xx				xxx	xx		xxx	xx		cpx, ep, chert, bioclast	Marrón oscuro	FG: escasa. FF: dominante. P: escasa
MDL-Fina	MDL08, MDL17	Matriz fina	x	xx	xx	xx	xx	x	xx		xx			xx	xx			cpx, ep	Naranja	FG: muy escasa. FF: predominante. P: muy escasa

Fábrica	Individuos	Característica	Gr	Qtz	Kfs	Pl	Bio	TGr	Ser	Anf	Inc. Fe	Phil	Met	Sand	Mud	Micr	Otros	C. acc	Color matriz PPL	Textura
ILU-1	PAL18	Volcánica		xxx		xxx	xxx			xxx				xx	xx		cv	zr, op, ca	Marrón a gris	FG: dominante (<2). FF: común. P: común
ILU-2	PAL16, PAL17	Moscovítica		xxx	xx	xx	xx			xx							ms	turm, gran	Marrón	FG: dominante. FF: común. P: común
ILU-3.1	PAL19, PAL49	Granodiorítica	xxx	xxx	xxx	xxx	xx		xx	x								ep, zr	Gris negro	FG: dominante (<2). FF: común. P: frecuente
ILU-3.2	PAL21, PAL50	Granodiorítica	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx			x								zr, op, ca	Marrón	FG: dominante (<1.2). FF: común. P: escasa a común
ILU-3.3	PAL26	Granodiorítica fina	xx	xx	xx	xx									xx				Negro	FG: escasa. FF: dominante. P: frecuente

Leyenda

Gr- Fragmento de roca granítica
Qtz - Cuarzo
Kfs- Feldespato potásico
Pl- Plagioclasa
Bio- Biotita
TGr- Texturas graníticas
Ser- Sericita
Anf - Anfíbole
Inc. Fe- Inclusiones ferruginosas
Phi- Filita
Met- Otras metamórficas
Sand-Sandstone
Mud- Mudstone
Micr- Micrita
cpx- Clinopiroxeno

cl- Clorita
ca- Calcita esparítica
ep- Epidota
ms- Moscovita
zr- Circón
op- Inclusiones opacas
FG: Fracción gruesa
FF: Fracción fina
P: Porosidad

Frecuencia:
xxx - Abundante
xx - Presente
x - Poco común
C.ac - Inclusión accesoria

Tabla 77. Resumen mineralógico de los análisis de DRX. Nomenclatura según Kretz (1983): Qtz-cuaro, Pl-plagioclasa, Kfs- feldespato potásico, Ill-Ms-illita moscovita, Sp-espinela, Hem-hematitas, Cal-calcita, Di-diopsido, Gh-gehlenita, Cbz-chabacita. Frecuencia señadala con + para presente y trz para picos traza

Individuo	Fábrica	Qtz	Pl	Kfs	Ill-Ms	Spl	Px	Hem	Cal	Otros	TCE (ºC)
CG1006	Calcarea	+	+	+	+		+		+		<950
CG1007	Calcarea	+	+	+	+		+		+	Di	<950
CG1037	Calcarea	+	+	+	+		trz		+	Di	<950
CG1001	CG-1	+	+	+	trz						>950
CG1004	CG-1	+	trz	+		+					>950
CG1014	CG-1	+	+	+			trz		+		>950
CG1015	CG-1	+	+	+	trz						>950
CG1021	CG-1	+	+	+		+					>950
CG1022	CG-1	+	+	+	+						900-950
CG1025	CG-1	+	+	+		+					>950
CG1026	CG-1	+	+	+	trz						>950
CG1027	CG-1	+	+	+	+						900-950
CG1028	CG-1	+	+	+	trz		trz				>950
CG1029	CG-1	+	+	+		+	trz				>950
CG1030	CG-1	+	+	+		+	+				>950
CG1031	CG-1	+	+	+		+					>950
CG1032	CG-1	+	+	+	trz						>950
CG1003	CG-2	+	+	+		+					950-1000
CG1008	CG-2	+	+	+	+		+				<900
CG1012	CG-2	+	+	+	+						<900
CG1016	CG-2	+	+	+		+					950-1000
CG1017	CG-2	+		trz		+					<950
CG1018	CG-2	+	trz	trz	trz						900-950
CG1020	CG-2	+		+	trz						900-950
CG1036	CG-2	+	trz	trz		+					950-1000
CG1009	CG-2.1	+	trz	+		+					>950
CG1010	CG-2.1	+	trz	+		+					>950
CG1011	CG-2.1	+	trz	trz		+					>950
CG1019	CG-2.2	+	+	+	+						<900
CG1035	CG-2.2	+	+	+	+						<900
CG1033	CG-2.3	+	+	+	trz	+	trz				900-1000
CG1034	CG-2.3	+	+	+	trz	+			trz		900-1000
CG1005	Loner	+	+	+		+	+	+	+		950-1000
CG1023	Loner	+	+	+	+		trz				<950

Individuo	Fábrica	Qtz	Pl	Kfs	Ill-Ms	Spl	Px	Hem	Cal	Otros	TCE (ºC)
EST04	EST-GR	+	+	+	+		trz				950-1000
EST06	EST-GR	+	+	+	trz	+	trz				950-1000
EST08	EST-GR	+	+	+	trz	+	trz				950-1000
EST29	EST-GR	+	+	+	trz	+	trz				950-1000
EST19	EST-GR	+	+	+	+	+					950-1000
EST01	EST-GR	+	+	+	trz	+					950-1000
EST03	EST-GR	+	+	+	trz	+					950-1000
EST05	EST-GR	+	+	+	trz	+					950-1000
EST07	EST-GR	+	+	+	trz	+				Cbz	950-1000
EST10	EST-GR	+	+	+	trz	+					950-1000
EST11	EST-GR	+	+	+	trz	+					950-1000
EST12	EST-GR	+	+	+	trz	+					950-1000
EST14	EST-GR	+	+	trz	trz	+					950-1000
EST17	EST-GR	+	+	+	trz	+					950-1000
EST20	EST-GR	+	+	+	trz	+					950-1000
EST21	EST-GR	+	+	+	trz	+					950-1000
EST22	EST-GR	+	+	+	trz	+					950-1000
EST23	EST-GR	+	+	+	trz	+					950-1000
EST24	EST-GR	+	+	+	trz	+					950-1000
EST25	EST-GR	+	+	+	trz	+			trz		950-1000
EST26	EST-GR	+	+	+	trz	+					950-1000
EST27	EST-GR	+	+	+	trz	+					950-1000
EST28	EST-GR	+	+	+	trz	+					950-1000
EST02	EST-GR	+	+	+							950-1000
EST09	EST-GR	+	+	+		+					950-1000
EST15	EST-GR	+	+	+		+					950-1000
EST16	EST-GR	+	+	trz		+					950-1000
EST13	EST-MET	+	trz	trz	trz				trz		900-950
EST18	Loner	+	+	+		+			trz		950-1000
EST30	Loner	+	+	+	trz	+					950-1000

Individuo	Fábrica	Qtz	Pl	Kfs	Ill-Ms	Spl	Px	Hem	Cal	Otros	TCE (ºC)
HCT04	HCT-1	+	+	+		+					950-1000
HCT06	HCT-1	+	+	+	+		trz				900-950
HCT08	HCT-1	+	+	+	+						900-950
HCT09	HCT-1	+	+	+		+					950-1000
HCT12	HCT-1	+	+	+	trz	+					900-950
HCT14	HCT-1	+	+	+	trz	+					950-1000
HCT18	HCT-1	+	+	+	trz	+					950-1000
HCT19	HCT-1	+	+	+	trz	+					950-1000
HCT20	HCT-1	+	+	trz	+						900-950
HCT23	HCT-1	+	+	+	+						900-950
HCT10	HCT-1.1	+	+	+	trz	+					900-950
HCT11	HCT-1.1	+	+	+	trz	+					900-950
HCT13	HCT-1.1	+	+	+	+						<950
HCT15	HCT-1.1	+	+	+	trz	+					900-950
HCT01	HCT-1.2	+	+	+	trz	+					900-950
HCT03	HCT-1.2	+	+	+	trz	+					900-950
HCT07	HCT-1.2	+	+	+	+						900-950
HCT05	HCT-Met	+	+	+	+						900-950
HCT17	HCT-Met	+	+	+	trz	+					950-1000
HCT22	HCT-Met	+	+	+		+					950-1000
HCT02	Loner	+	+	+	+	+					<950
HCT16	Loner	+	+	+	+						<950
HCT21	Loner	+	+	+	+	+					900-950
PMCV09	PMCV-1	+	+	+	+						<950
PMCV52	PMCV-1	+	+	+	+		trz				<950
PMCV53	PMCV-1	+	+	+	+		trz				<950
PMCV12	PMCV-1	+	+	+	trz	+					>950
PMCV36	PMCV-1	+	+	+	trz	+	trz				950-1000
PMCV42	PMCV-1	+	+	+	trz	+	trz				>950
PMCV51	PMCV-1	+	+	+	trz	+					>950
PMCV03	PMCV-1	+	+	+		+			trz		950-1000
PMCV37	PMCV-1	+	+	+		+	trz				950-1000
PMCV33	PMCV-1.1	+	+	+	trz	+					>950
PMCV05	PMCV-1.1	+	trz	+		+	trz				950-1000
PMCV07	PMCV-1.1	+	+	+		+					950-1000
PMCV16	PMCV-1.1	+	+	+		+	trz				950-1000
PMCV29	PMCV-1.1	+	+	+		+	trz				950-1000
PMCV04	PMCV-1.2	+	+	+	trz						<950
PMCV18	PMCV-1.2	+	+	+	trz	+			trz		<950

Individuo	Fábrica	Qtz	Pl	Kfs	Ill-Ms	Spl	Px	Hem	Cal	Otros	TCE (ºC)
PMCV17	PMCV-1.3	+	+	+	trz	+					<950
PMCV22	PMCV-1.3	+	+	+		+					950-1000
PMCV49	PMCV-1.4	+	+	+	+		trz				<950
PMCV15	PMCV-1.5	+	+	+	trz	+	trz		+		950-1000
PMCV30	PMCV-1.5	+	+	+	trz				+		<950
PMCV20	PMCV-2	+	+	+	+		trz				<950
PMCV45	PMCV-2	+	+	+	+		trz				<950
PMCV06	PMCV-2.5	+	+	+	+		trz		+		<950
PMCV46	PMCV-2.6	+	+	+	trz	+	trz				>950
PMCV34	PMCV-2	+	+	+		+	trz	trz			1000
PMCV24	PMCV-2	+	+	+	+						<950
PMCV47	PMCV-2	+	trz	trz	+						<950
PMCV31	PMCV-2.1	+	+	+	+						<950
PMCV32	PMCV2.7	+	+	+	+						<950
PMCV10	PMCV-2	+	+	+	trz						<950
PMCV14	PMCV-2	+	+	+	trz	+					>950
PMCV39	PMCV-2	+	+	+	trz	+					>950
PMCV41	PMCV-2	+	+	+	trz	+					>950
PMCV55	PMCV-2	+	trz	+	trz	+					>950
PMCV21	PMCV-2.3	+	+	+	trz	+					>950
PMCV44	PMCV-2.4	+		trz	trz	+					>950
PMCV40	PMCV-2.5	+	trz	+	trz	+					>950
PMCV43	PMCV-2.5	+	+	+	trz	+					>950
PMCV25	PMCV-2.6	+	+	+	trz	+					>950
PMCV50	PMCV-2.6	+	+	+	trz	+					>950
PMCV01	PMCV-2.7	+	+	+	trz	+					>950
PMCV02	PMCV-2	+	+	+		+			trz		950-1000
PMCV08	PMCV-2	+	trz	+		+					950-1000
PMCV23	PMCV-2	+	+	+		+					950-1000
PMCV28	PMCV-2	+	trz	+		+					950-1000
PMCV38	PMCV-2	+	+	+		+					950-1000
PMCV54	PMCV-2	+	+	+							950-1000
PMCV11	PMCV-2.1	+	+	+		+					950-1000
PMCV26	PMCV-2.2	+		trz		+					950-1000
PMCV19	PMCV-3	+	+	+	+	+	trz		+		<950
PMCV35	PMCV-3	+	+	+		+		+			1000
PMCV13	Loner	+	trz	trz	+	trz	trz		trz		<950
PMCV48	Loner	+	+	+	trz	+					>950
PMCV27	Loner	+		trz		+	+	trz			1000

Individuo	Fábrica	Qtz	Pl	Kfs	Ill-Ms	Spl	Px	Hem	Cal	Otros	TCE (ºC)
TLL13	TLL-1	+	+	+	+		trz				<900
TLL16	TLL-1	+	+	+	+	trz	trz		+		<950
TLL17	TLL-1	+	+	+	+	+	trz				<900
TLL38	TLL-1	+	+	+	+		trz				<900
TLL39	TLL-1	+	+	+	+		trz		trz	Anf	<900
TLL43	TLL-1	+	+	trz	+		trz				<900
TLL04	TLL-1	+	+	+	trz	+	trz				>950
TLL14	TLL-1	+	+	+	trz	+	trz				>950
TLL20	TLL-1	+	+	+	trz	+	trz				>950
TLL24	TLL-1	+	+	+	trz	+	trz				>950
TLL19	TLL-1	+	+	trz		+	trz				>950
TLL22	TLL-1	+	+	+		+	trz				>950
TLL23	TLL-1	+	+	+		+	trz				>950
TLL34	TLL-1	+	+	+	+				+		<900
TLL10	TLL-1	+	+	+	+						>950
TLL27	TLL-1	+	+	+	+				+		<900
TLL03	TLL-1	+	+	+	trz	+					>950
TLL06	TLL-1	+	+	+	trz	+					>950
TLL25	TLL-1	+	+	+	trz	+					>950
TLL18	TLL-1.1	+	+	+	+				+		<900
TLL40	TLL-1.1	+	+	+	+		trz		+		<900
TLL41	TLL-1.1	+	+	+	+		trz		+	Gh	<900
TLL45	TLL-1.1	+	+	+	+		trz		+	Cbz	<900
TLL02	TLL-1.1	+	+	+	+						<900
TLL32	TLL-1.1	+	+	+	+				+		<900
TLL21	TLL-1.2	+	+	+	trz	+					>950
TLL26	TLL-1.2	+	+	+	+		trz		+		<900
TLL33	TLL-1.2	+	+	+	trz						>950
TLL11	TLL-1.3	+	+	+	trz	+					>950
TLL15	TLL-1.3	+	+	+		+	trz				>950
TLL30	TLL-1.3	+	+	+	+		trz				<950
TLL44	TLL-1.3	+	+	+	+		trz				<950
TLL46	TLL-1.3	+	+	+	+		trz				<950
TLL09	TLL-1.4	+	+	+	+		trz				<900
TLL42	TLL-1.4	+	+	trz	+						<900
TLL05	TLL-Biot	+	+	trz	+		trz				<950
TLL07	TLL-Biot	+	+	trz	trz	+	trz				>950
TLL08	TLL-Biot	+	+	+	+	trz	trz				<950
TLL47	TLL-Biot	+	+	trz	+				trz		<950
TLL29	TLL-Calc	+	+	+		+	trz				>950

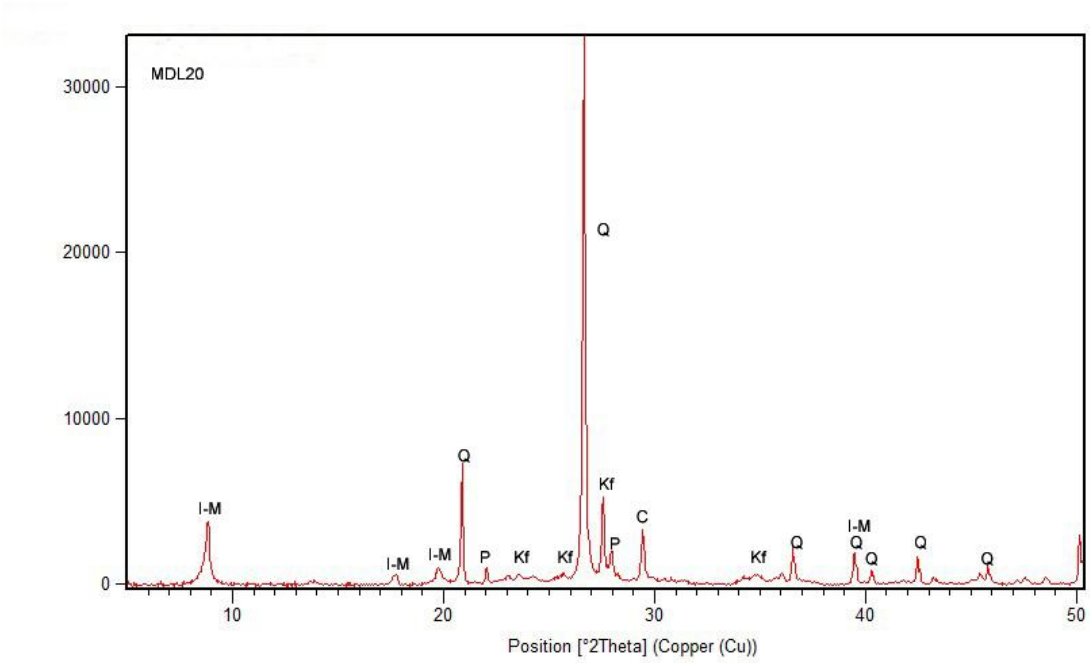
Individuo	Fábrica	Qtz	Pl	Kfs	Ill-Ms	Spl	Px	Hem	Cal	Otros	TCE (ºC)
TLL31	TLL-Fino	+	+	+		+	trz	+			>950
TLL35	TLL-Fino	+	+	trz	trz	+					>950
TLL12	TLL-Met	+	+	+	trz	+					<900
TLL28	TLL-Met	+	+	+		+		+			<900
TLL37	TLL-Met	+	+	+	+				+		950-1000
TLL36	Loner	+	+	+	+						<950
MDL10	Loner	+	+	+		+	trz				>950
MDL11	Loner	+	trz	+	+				+	Di	<900
MDL25	Loner	+		trz	+						>950
MDL07	MDL-1	+	+	+	+		trz				>900
MDL27	MDL-1	+	+	+	+		trz				<900
MDL31	MDL-1	+	+	+	+						>900
MDL35	MDL-1	+	+	+	+						<900
MDL01	MDL-1	+	+	+	trz	+					>950
MDL13	MDL-1	+	+	+	trz	+	trz				>950
MDL18	MDL-1	+	+	+	trz	+					>950
MDL26	MDL-1	+	+	+	trz	+					>950
MDL32	MDL-1	+	+	+	trz		trz				>900
MDL02	MDL-1	+	+	+		+	trz				>950
MDL09	MDL-1	+	+	+		+	trz				>950
MDL12	MDL-1	+	+	+		+	trz				>950
MDL28	MDL-1	+	trz	+		+	trz				>950
MDL29	MDL-1	+	+	+		+	trz				>950
MDL14	MDL-1.1	+	+	+	+						>900
MDL16	MDL-1.1	+	trz	trz		+					>900
MDL04	MDL-1.2	+	+	+		+					>950
MDL22	MDL-1.2	+	+	+	+		trz				<900
MDL03	MDL-1.3	+	+	+	trz						>950
MDL05	MDL-1.3	+	+	+	trz	+	trz				>950
MDL06	MDL-1.3	+	+	+	trz	+					>950
MDL19	MDL-1.4	+	+	+	+		trz				900-950
MDL23	MDL-1.4	+	+	+	trz	+					>950
MDL24	MDL-1.4	+	+	+	+				+		>950
MDL33	MDL-1.4	+	+	+	+		trz				>950
MDL15	MDL-2	+	trz	+	+						>900
MDL20	MDL-3	+	trz	+	+				+		<900
MDL34	MDL-3	+	trz	trz	+				+		<900
MDL21	MDL-4	+		trz		+					>950
MDL30	MDL-4	+		trz	trz	+					>950
MDL08	MDL-Fina	+	+	+		+	+	+			>950

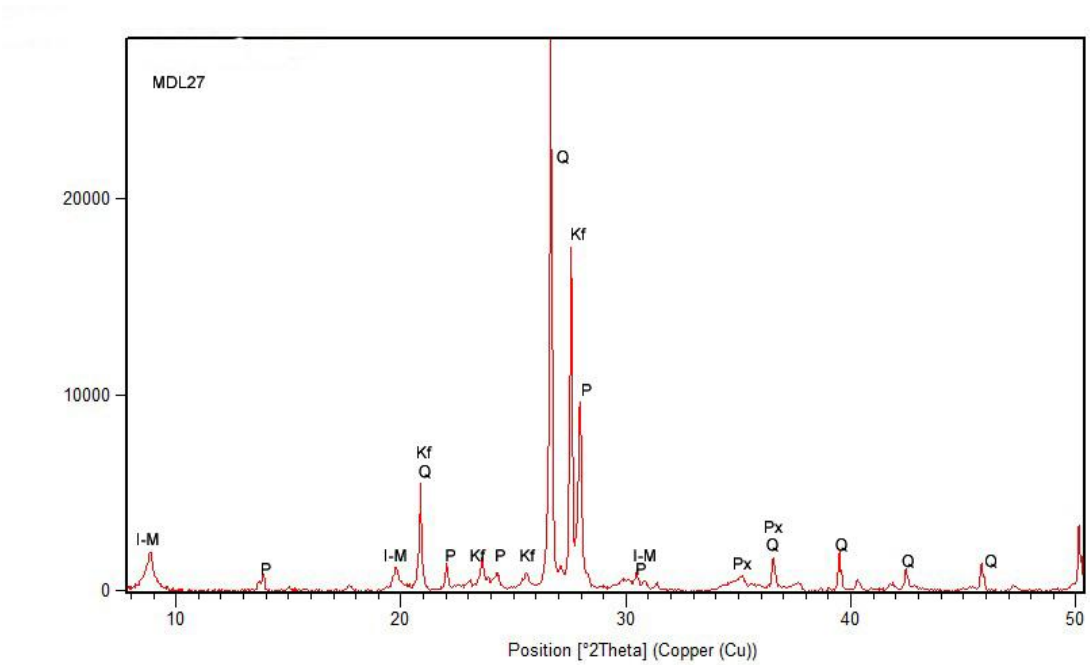
TLL01	TLL-Calc	+	+	+		+		+	Gh	>950
MDL17	MDL-Fina	+	+	+	+		trz			<900

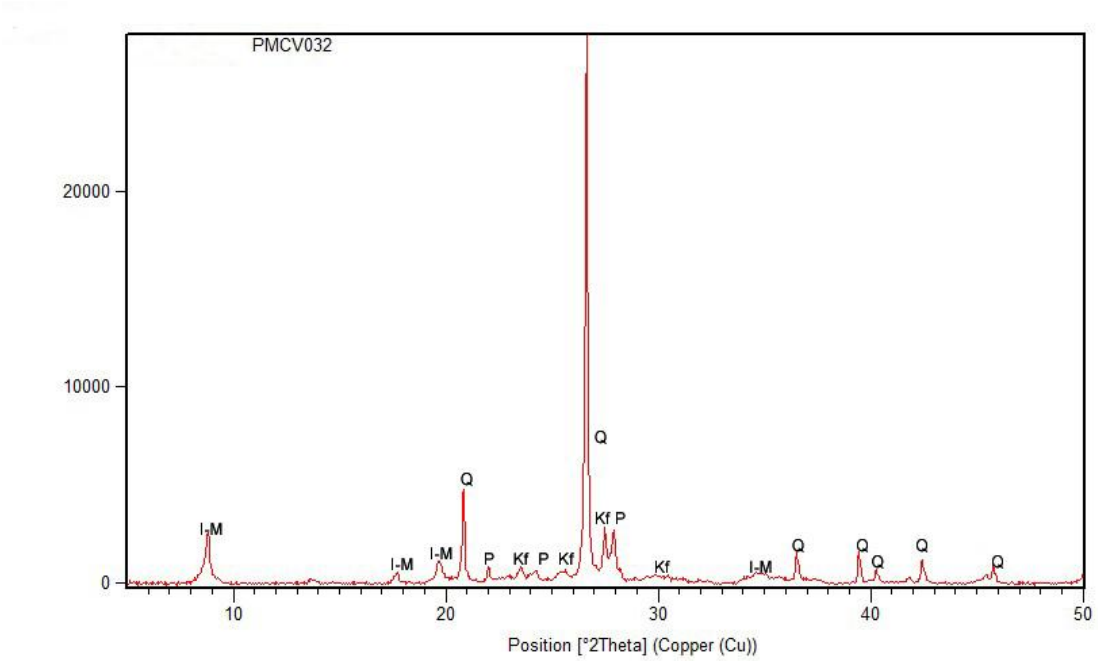
Individuo	Fábrica	Qtz	Pl	Kfs	Ill-Ms	Spl	Px	Hem	Cal	Otros	TCE (ºC)
Briqueta 1A		+	+	+	trz	+					850
Briqueta 1B		+	+	+		+					950
Briqueta 3A		+	trz	trz	trz	+					850
Briqueta 3B		+	trz	trz	trz	+	trz				950
Briqueta 5A		+		trz	trz	+					850
Briqueta 5B		+		trz		+	trz				950
Briqueta 6A		+	trz	trz	trz	+					850
Briqueta 6B		+	trz	trz		+					950

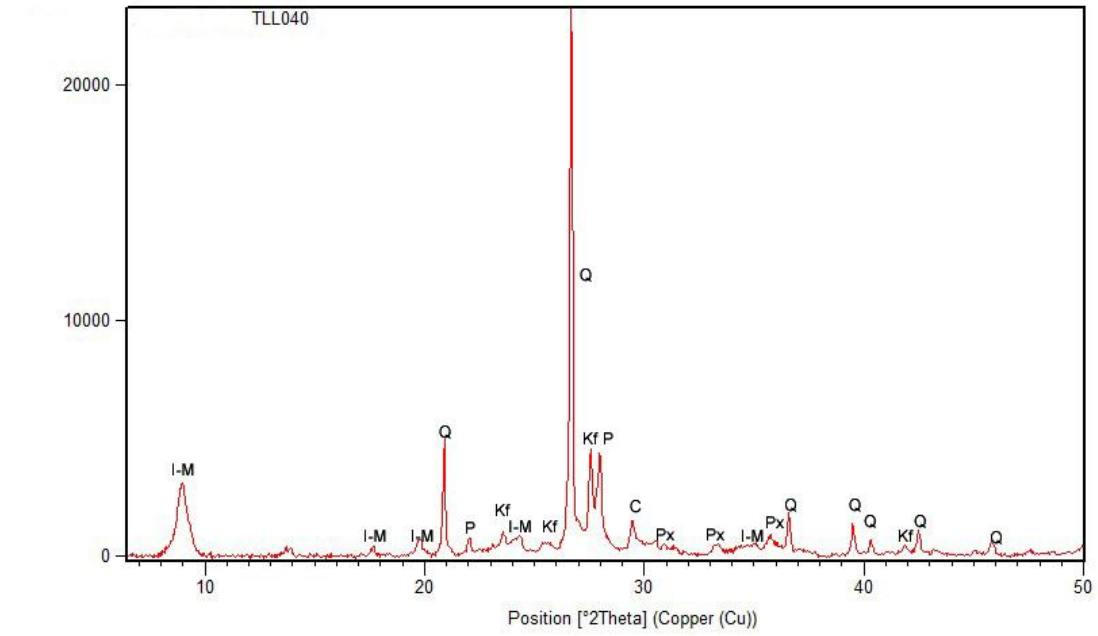
Difractogramas:

Ejemplos de difractogramas con Illita-moscovita sin descomponer**:**

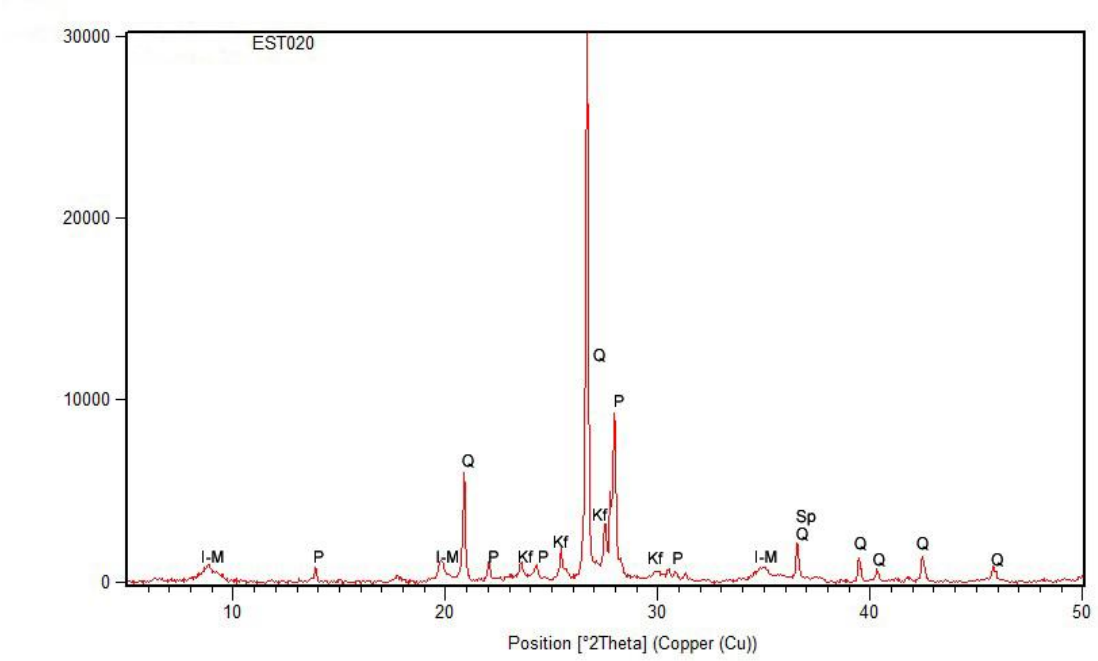


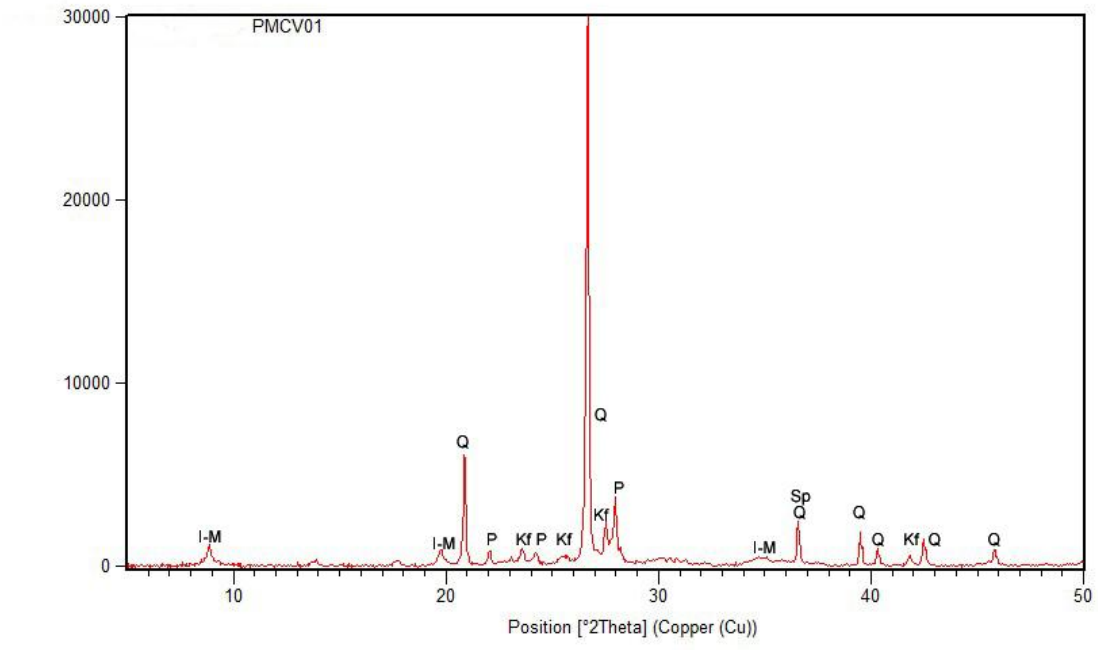


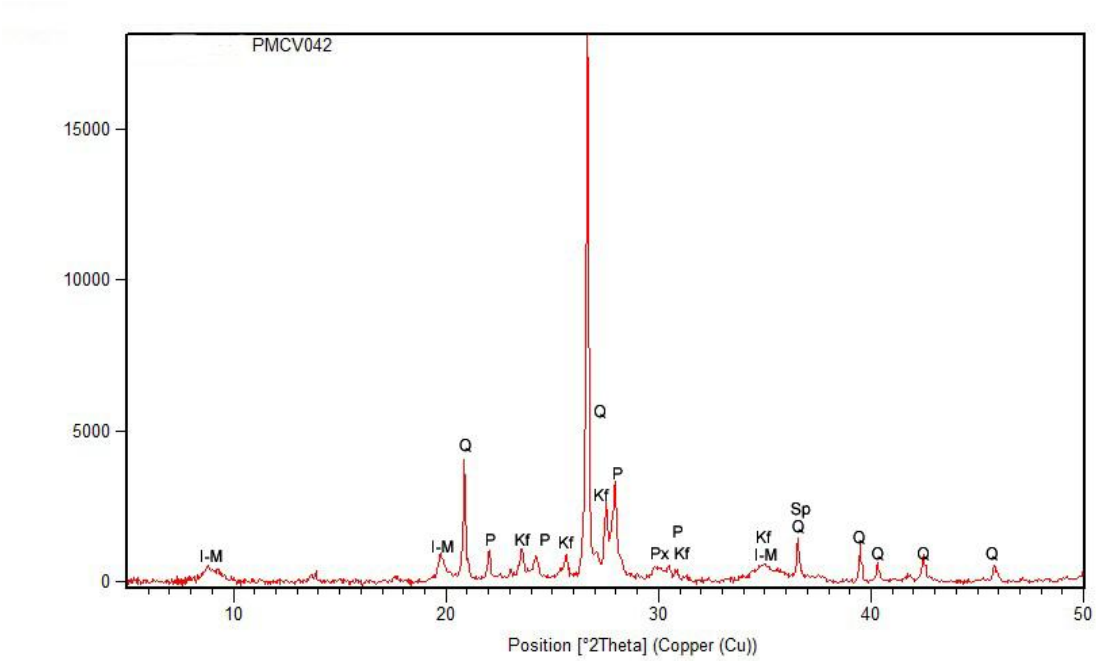

PMCV032
20000
10000
0
I-M
I-M
I-M
Q
P
Kf
P
Kf
Q
Kf P
Kf
I-M
Q
Q
Q
Q
10
20
30
40
50
Position [°2Theta] (Copper (Cu))

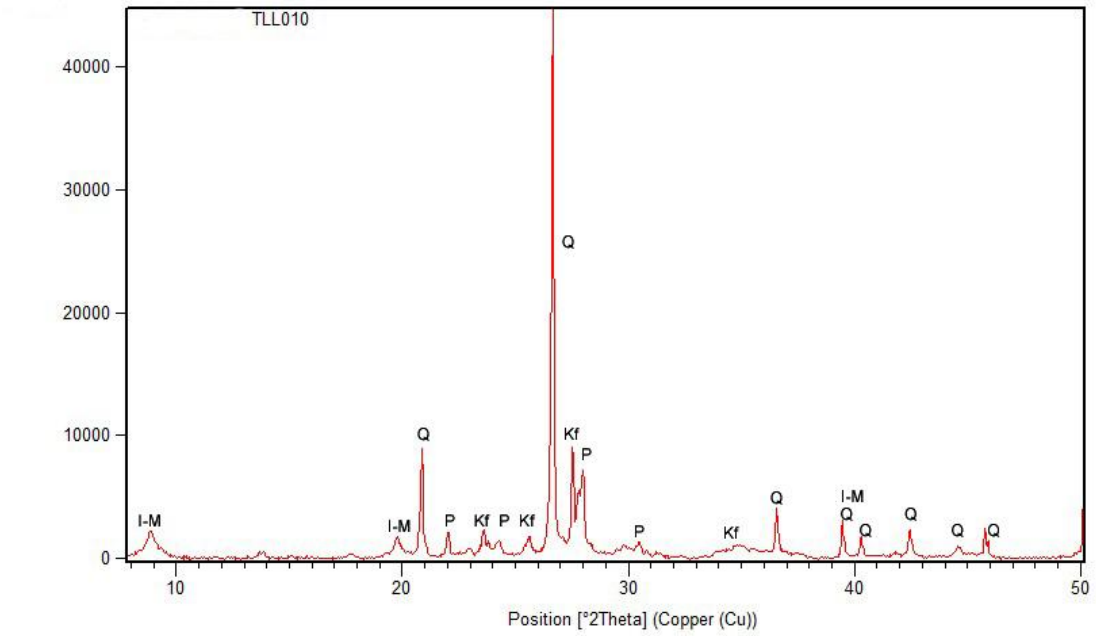

TLL040
20000
10000
0
I-M
I-M
I-M
Q
P
Kf
I-M
Kf
Q
Kf P
C
Px
Px
I-M
Px
Q
Q
Q
Kf
Q
10
20
30
40
50
Position [°2Theta] (Copper (Cu))

Ejemplos de difractogramas con Illita-moscovita en proceso de descomposición:

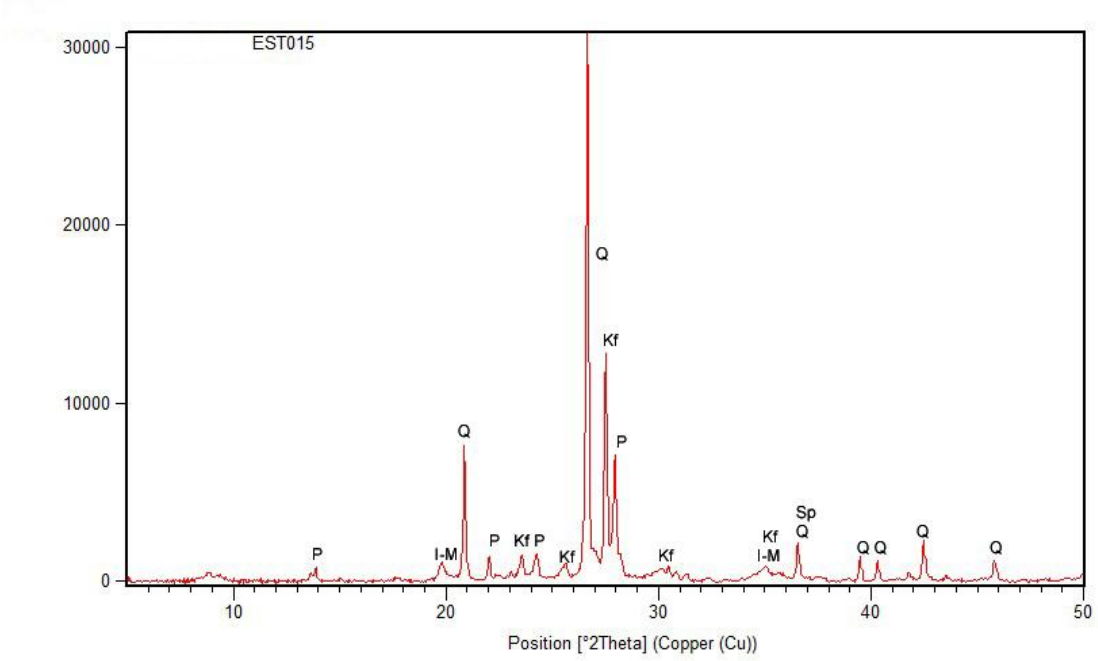


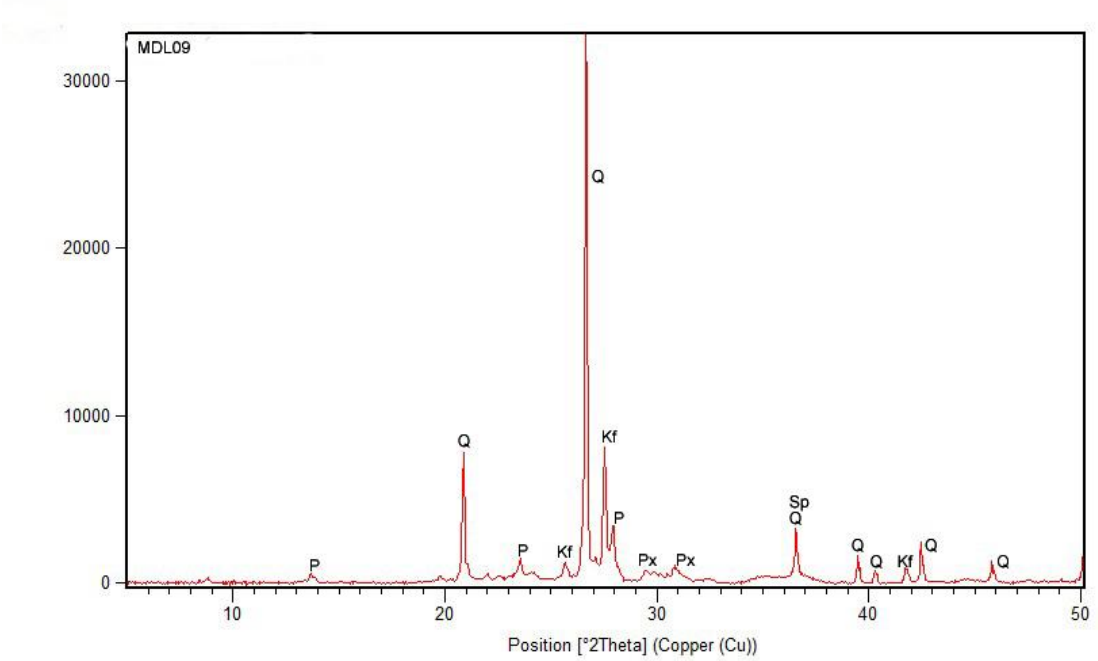


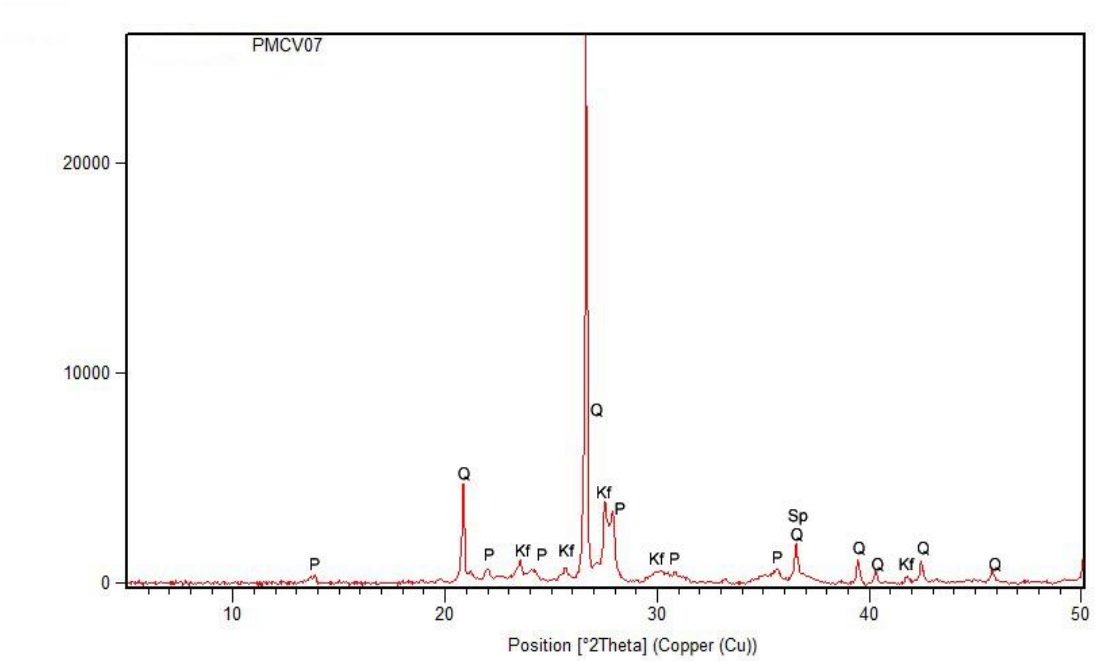

PMCV042
15000
10000
5000
0
I-M
I-M
Q
P
Kf
P
Kf
Q
P
Kf
P
Px
Kf
Kf
I-M
Sp
Q
Q
Q
Q
Q
10
20
30
40
50
Position [°2Theta] (Copper (Cu))

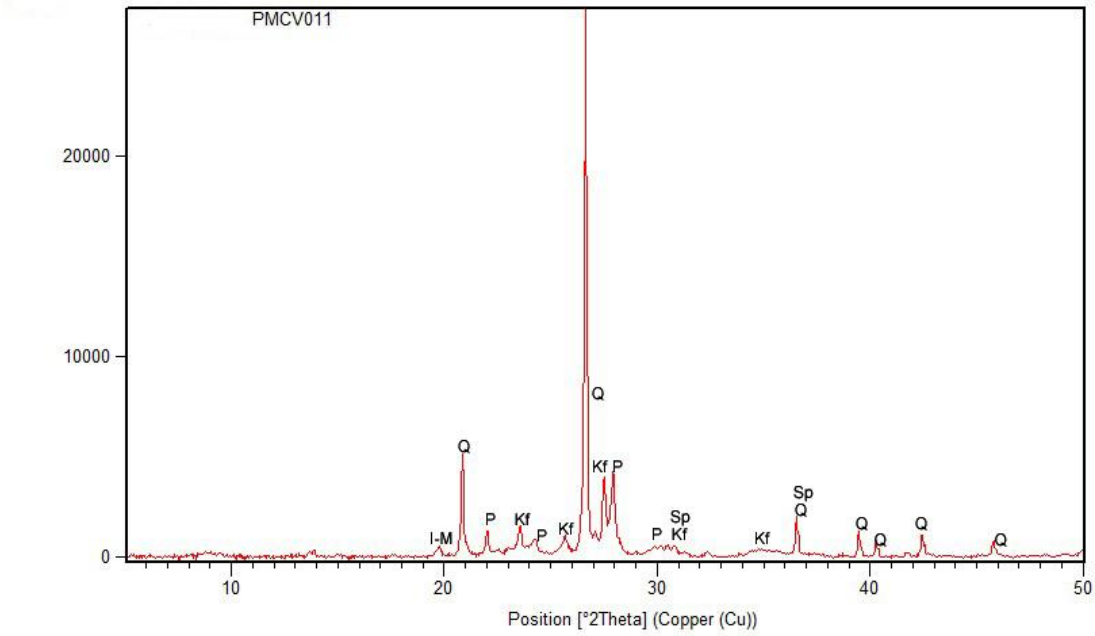

TLL010
40000
30000
20000
10000
0
I-M
I-M
Q
P
Kf
P
Kf
Q
Kf
P
P
Kf
Q
I-M
Q
Q
Q
Q
Q
10
20
30
40
50
Position [°2Theta] (Copper (Cu))

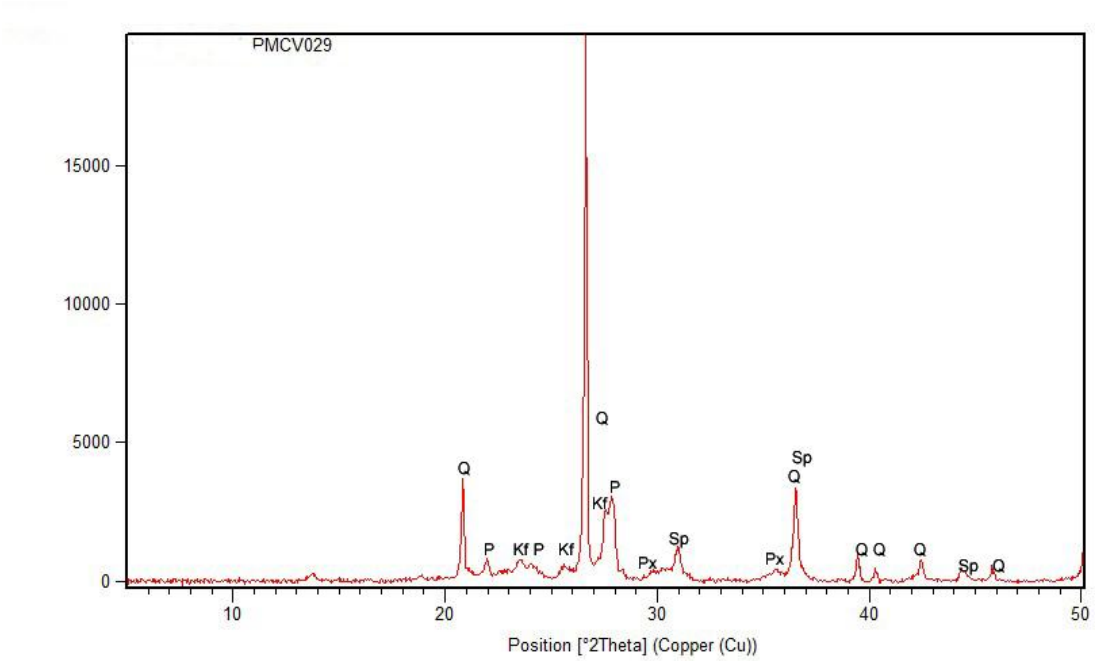
Ejemplos de difractogramas con Illita-moscovita descompuesta (muy frecuentes)**:**

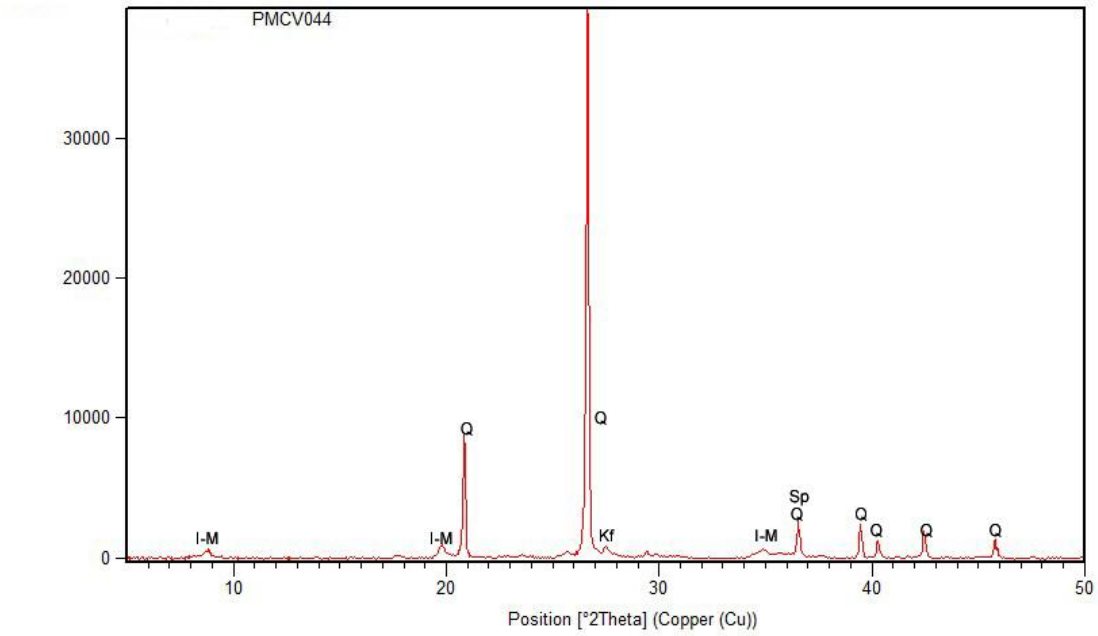


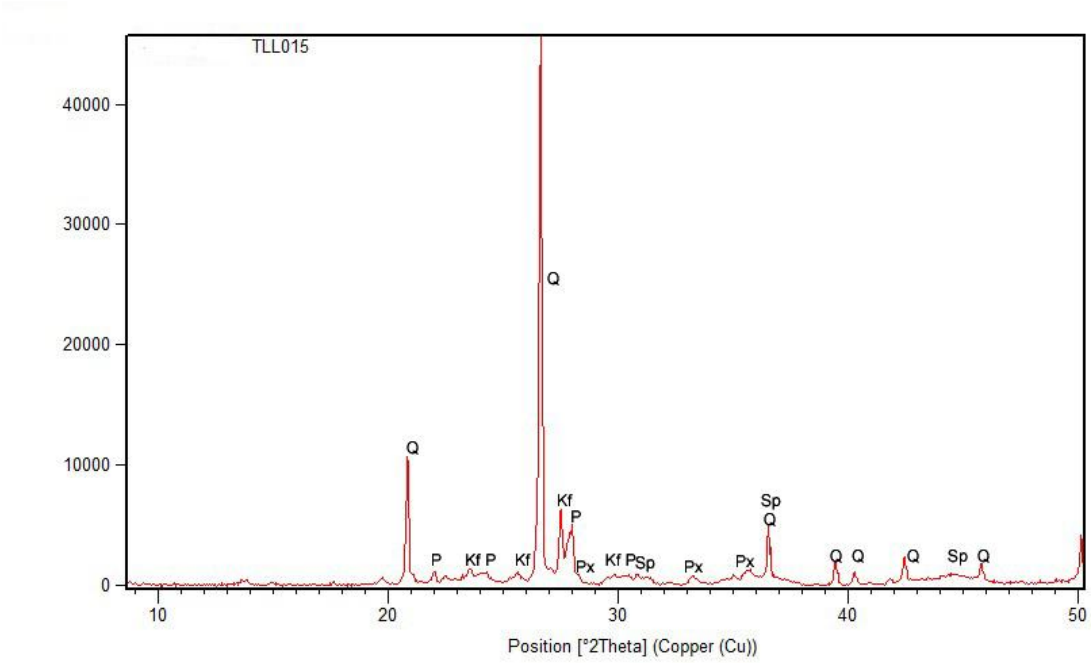


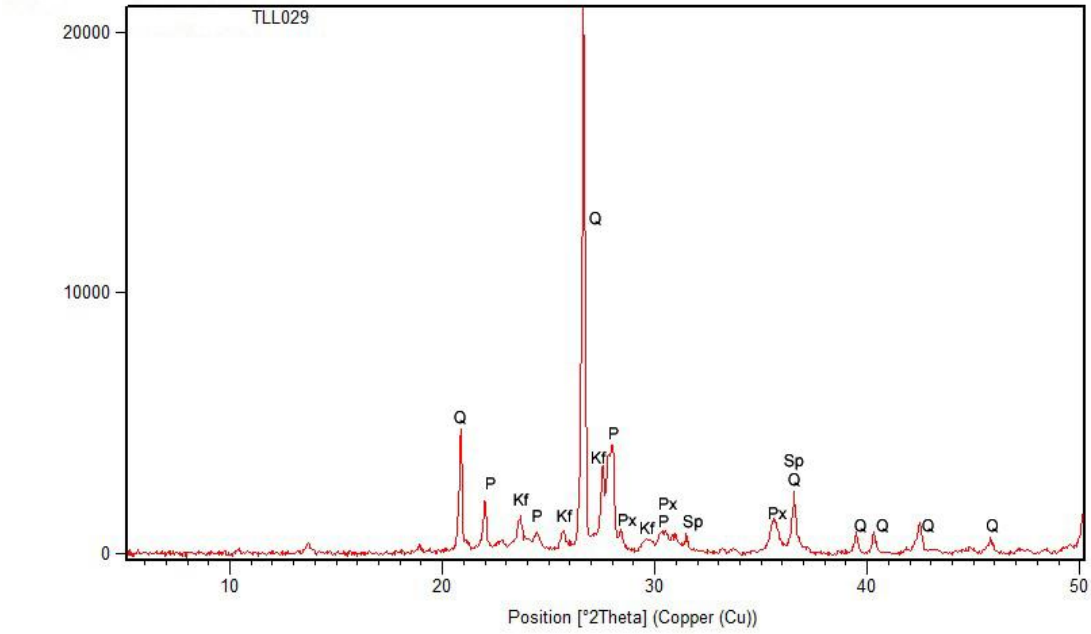

PMCV07
20000
10000
0
Q
P
Kf
Sp
10
20
30
40
50
Position [°2Theta] (Copper (Cu))


PMCV011
20000
10000
0
Q
I-M
P
Kf
Sp
10
20
30
40
50
Position [°2Theta] (Copper (Cu))


PMCV029
15000
10000
5000
0
Q
P
Kf P
Kf
Q
P
Kf
Sp
Px
Sp
Q
Px
Q Q
Q
Sp
Q
10
20
30
40
50
Position [°2Theta] (Copper (Cu))

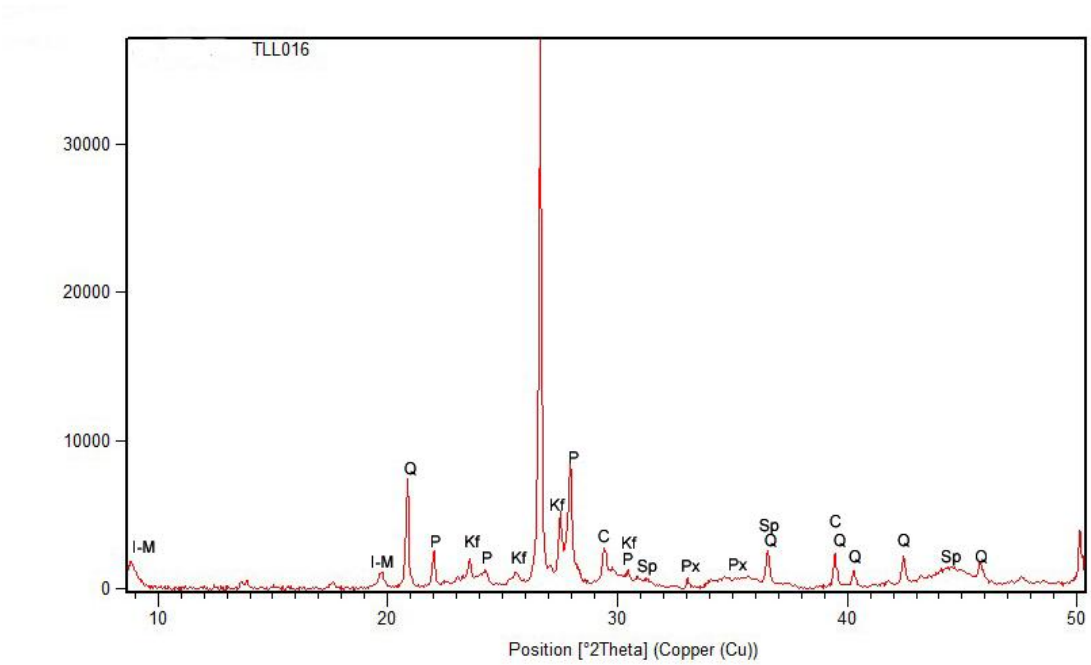

PMCV044
30000
20000
10000
0
I-M
I-M
Q
Q
Kf
I-M
Sp
Q
Q
Q
Q
Q
10
20
30
40
50
Position [°2Theta] (Copper (Cu))

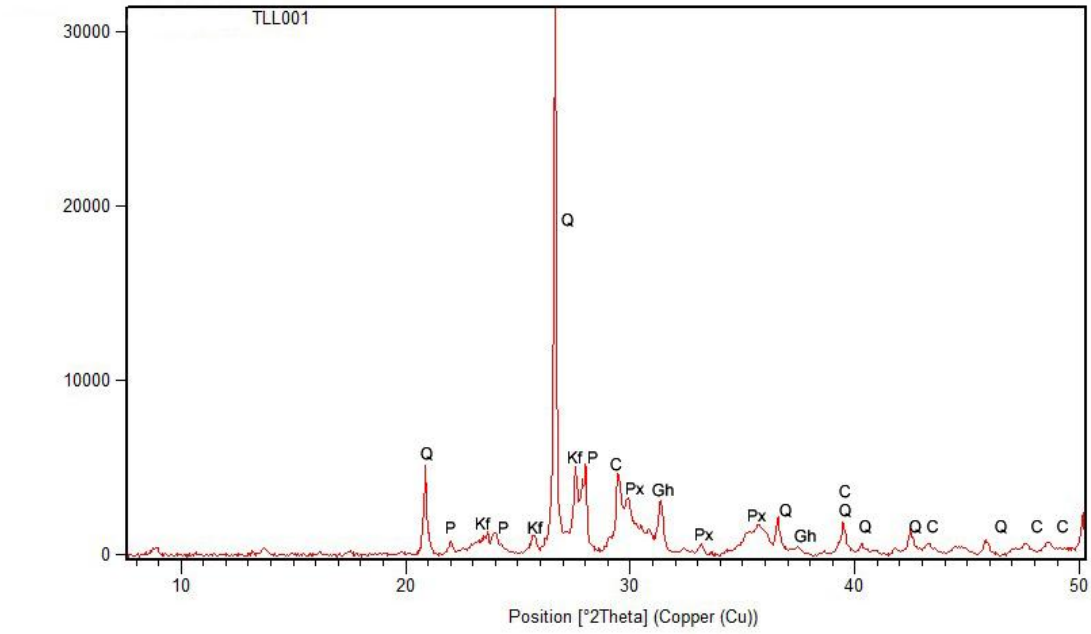

TLL015
40000
30000
20000
10000
0
Q
P
Kf P
Kf
Kf
P
Px
Kf P Sp
Px
Px
Sp
Q
Q Q
Q
Sp Q
10
20
30
40
50
Position [°2Theta] (Copper (Cu))

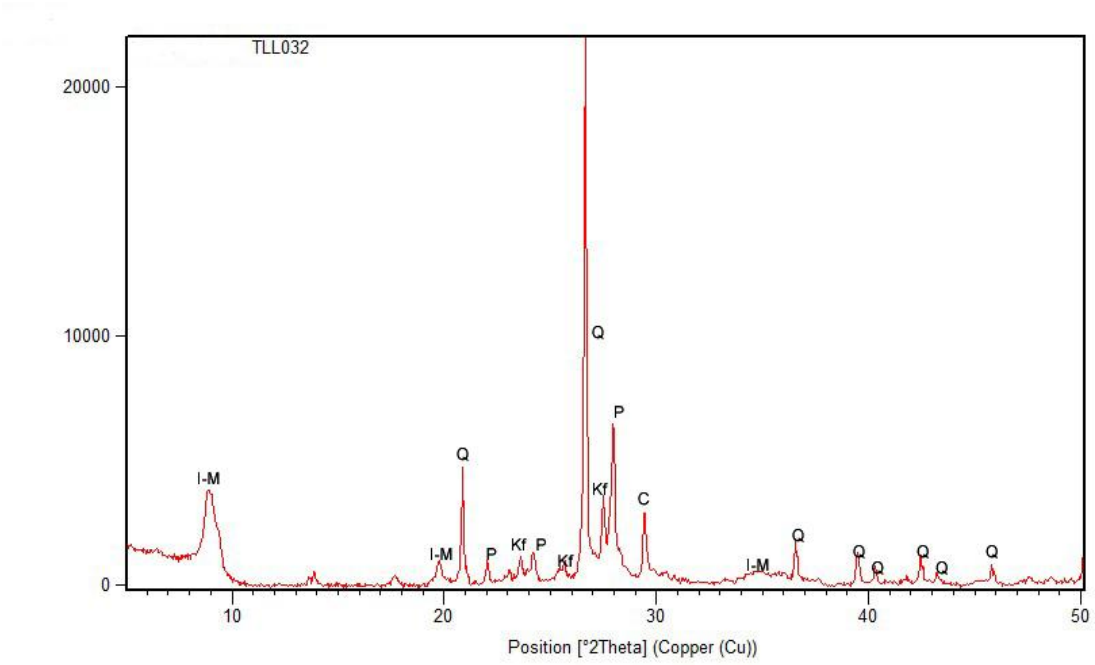

TLL029
20000
10000
0
Q
P
Kf
P
Kf
Q
P
Kf
Px
Kf
Px
P
Sp
Sp
Q
Px
Q Q
Q
Q
10
20
30
40
50
Position [°2Theta] (Copper (Cu))

Ejemplos de difractogramas con particularidades:

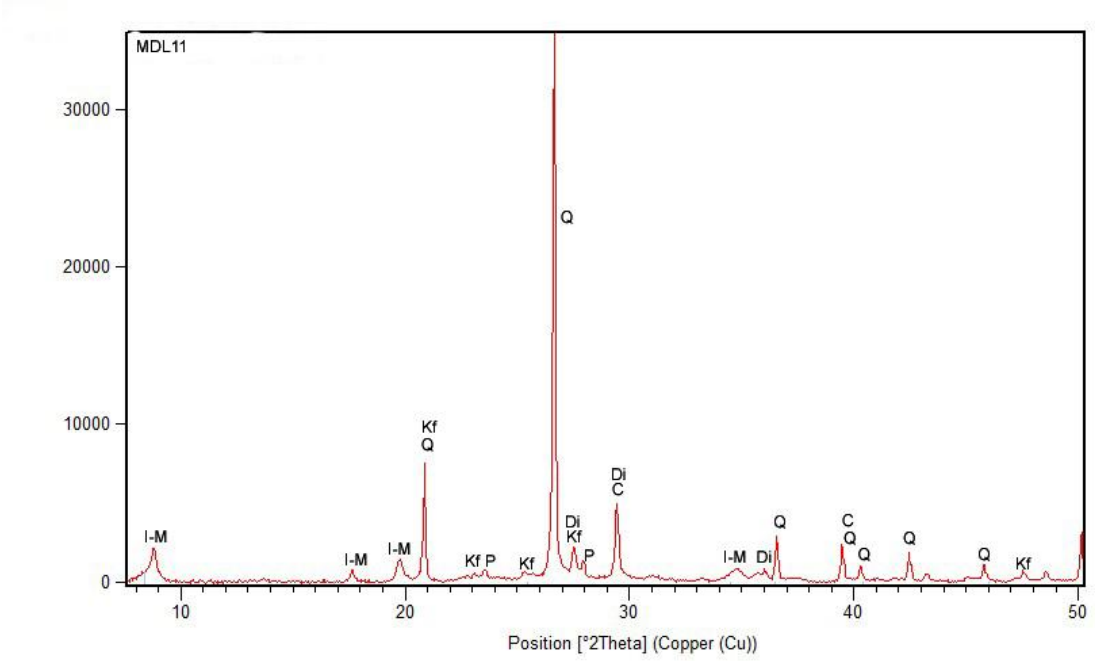
Calcáreos:



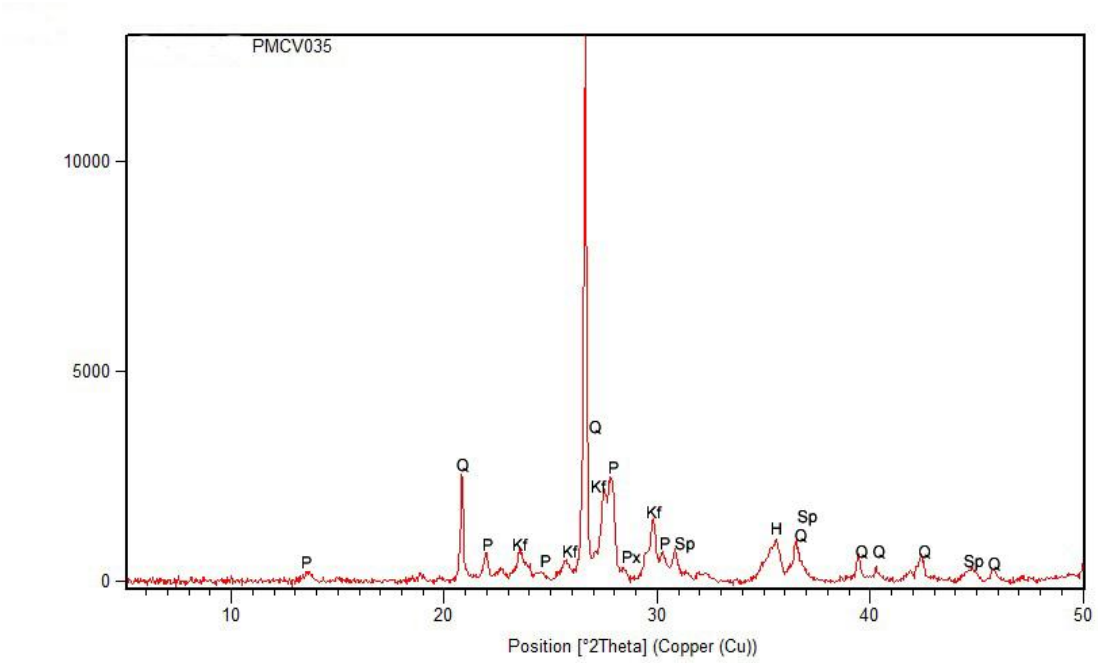



TLL032
20000
10000
0
I-M
Q
I-M
P
Kf
P
Kf
Q
P
Kf
C
I-M
Q
Q
Q
Q
Q
10
20
30
40
50
Position [°2Theta] (Copper (Cu))

Diopside:


MDL11
30000
20000
10000
0
I-M
I-M
I-M
Kf
Q
Kf P
Kf
Q
Di
Kf
P
Di
C
I-M
Di
Q
C
Q
Q
Q
Kf
10
20
30
40
50
Position [°2Theta] (Copper (Cu))

Hematita:



Chabalcita:

