



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Pulido de composites: estudio mediante rugosímetro y microscopio electrónico de barrido

Esther Berástegui Jimeno

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.

UNIVERSIDAD DE BARCELONA
DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA SALUD – FACULTAD DE MEDICINA
Departamento de Ciencias Morfológicas y Odonto-Estomatología

**PULIDO DE COMPOSITES:
ESTUDIO MEDIANTE RUGOSÍMETRO Y MICROSCOPIO
ELECTRÓNICO DE BARRIDO**

TESIS DOCTORAL

Tesis presentada para aspirar al GRADO DE DOCTOR por:

ESTHER M^a BERÁSTEGUI JIMENO

Licenciado en Medicina y Cirugía

Médico Especialista en Estomatología

DIRECTOR: Prof. Dr. CARLOS CANALDA SAHLI

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA



0700155945

BARCELONA, 1989



Odontologia



UNIVERSITAT DE BARCELONA
DIVISIÓ DE CIÈNCIES DE LA SALUT
FACULTAT D'ODONTOLOGIA
PATOLOGIA I TERAPEUTICA DENTAL

Tel. 335 88 99 - Fax. 335 79 21

Hospital de Bellvitge - 08907 L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona)

Catedràtic:
Prof. Esteban Brau Aguadé

Titulars:
Prof. Carlos Canalda Sahli
Prof. Vicente Lozano de Luaces

CARLOS CANALDA SAHLI, PROFESOR TITULAR DEL DEPARTAMENTO
DE CIENCIAS MORFOLÓGICAS Y ODONTO-ESTOMATOLOGÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE BARCELONA.

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral realizada por D^a ESTHER M^a
BERÁSTEGUI JIMENO, titulada "Pulido de composites:
Estudio mediante rugosímetro y microscopio electró-
nico de barrido" ha sido realizada bajo mi dirección
y, a mi juicio, reúne los requisitos para la obtención
del Grado de Doctor.

Y para que conste a los efectos oportunos firmo el
presente certificado en Barcelona a veintisiete de
noviembre de mil novecientos ochenta y nueve.

Fdo. CARLOS CANALDA SAHLI

A mi familia, sin cuya paciencia, comprensión y apoyo, esta investigación no se habría podido realizar.

AGRADECIMIENTOS:

Al Prof. Dr. Carlos Canalda Sahli, Profesor Titular de Patología y Terapéutica Dental de la Universidad de Barcelona, Director de esta Tesis Doctoral, por su inapreciable ayuda, permanente estímulo y ejemplo. Además de aportar la idea fundamental de ésta investigación, con su colaboración, se han podido salvar las dificultades surgidas en ella.

Al Prof. Dr. Esteban Brau Aguadé, Catedrático de Patología y Terapéutica Dental, de la Universidad de Barcelona, por su inestimable ayuda, apoyo y consejos.

Al Dr. Carlos Miquel Collell, Máster en Metodología de Ciencias de la Salud, por su esfuerzo e interés en el análisis Estadístico.

Al Dr. Ramón Fontarnau y equipo del Servicio de Microscopia Electrónica de la Universidad de Barcelona, por su constante colaboración, en el estudio con el Microscopio Electrónico de Barrido.

A la Srta. Mercè Romero Arasa, por su esforzada y eficiente contribución en el mecanografiado del manuscrito.

A todos los que me han ayudado, directa o indirectamente, mi más profundo agradecimiento.

Investigador es el que persigue inteligentemente una cosa guiándose por indicios que no son plenamente patentes y manifiestos. Y tales indicios únicamente orientarán al intelecto hacia el descubrimiento de un objeto o desarrollo creativo de una teoría, cuando la búsqueda es profesional, es decir vocacional y constante.

ÍNDICE GENERAL

Parte I: EL TEMA

I.	Introducción y justificación del tema elegido. Hipótesis de trabajo	2
II.	Objetivos.	9

Parte II: REVISIÓN DE CONOCIMIENTOS

I.	Perspectiva histórica	11
II.	Resinas acrílicas sin relleno (autocurables)	17
III.	Composites ó resinas compuestas. Química y composición	22
IV.	Clasificación de los composites y características clínicas	35
	1. Clasificación según el tipo de polimerización	35
	a) Inducción química	35
	b) Inducción fotoquímica	36
	b.1) Luz ultravioleta	36
	b.2) Luz halógena	40
	2. Clasificación según sea el tamaño de la partícula de relleno inorgánico	44
	3. Clasificación según el contenido de las partículas de relleno	45
	a) Macrorrelleno	45
	b) Microrrelleno	46
	c) Híbridos	47
V.	Propiedades de las resinas compuestas	50
	1. Propiedades físicas	50
	2. Propiedades mecánicas	56
	3. Propiedades clínicas	59
VI.	Indicaciones y técnicas de las restauraciones con composites	84
VII.	Métodos de acabado y pulido	94
VIII.	Evaluación del acabado y pulido	115

VIII. Evaluación del acabado y pulido	115
---	-----

Parte III:

DESARROLLO Y ESTUDIO DE LA HIPÓTESIS

I. Material	120
1. Dientes empleados	120
2. Materiales utilizados para la preparación cavitaria: aparatos, instrumentos y material fungible	120
3. Materiales utilizados para el acabado y pulido	127
4. Rugosímetro	130
5. Microscopio Electrónico de Barrido (M.E.B.)	135
6. Ordenador personal. Programas de gráficos y de estadística	138
II. Métodos	139
1. Grupos realizados	139
2. Métodos de preparación cavitaria	139
3. Métodos de acabado y pulido	141
4. Metodología seleccionada para evaluar el acabado y pulido	145
a) Rugosimetría. Realización del ensayo	145
b) Observaciones en el Microscopio Electrónico de Barrido (M.E.B.)	154
5. Método estadístico aplicado	158
III. Resultados	160
1. Estudio perfilométrico. Registros Gráficos	160
2. Valores numéricos o listado de resultados	222
3. Descripción de los gráficos de perfil	229
4. Análisis estadístico	244
a) Estadística descriptiva	244
b) Pruebas estadísticas	260
5. Estudio con el M.E.B.	311
IV. Discusión	336
1. Consideraciones sobre la técnica	336
2. Consideraciones sobre los resultados	341

Parte IV:
CONCLUSIONES

CONCLUSIONES	349
BIBLIOGRAFÍA	351

PARTE I

EL TEMA

I. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la mayoría de pacientes desean, que los tratamientos de operatoria dental, le permitan recuperar la función de sus dientes manteniendo o mejorando su aspecto estético.

La creciente importancia del aspecto estético ha sido notablemente influenciada por los medios de comunicación de masas y ha representado un enorme efecto sobre el ejercicio de la operatoria dental.

La necesidad de estética en odontología está directamente relacionada con el sentido estético del hombre, buena apariencia, belleza y naturalidad tienen distintos significados para diferentes pacientes (Charbeneau, 1984).

La odontología estética requiere, la atención y tratamiento de los problemas y deseos individuales del paciente; es el arte de odontología en la forma más pura y una nueva frontera (Sheets, 1988).

La **estética** se define como tratado de la belleza. Cada individuo tiene ese sentido; la expresión, interpretación y experiencia que lo hacen original. Es influido por la cultura y la propia imagen.

La belleza está en los ojos de quien la contempla (Margaret Hungerford, 1878) y su sentido individual de lo que es belleza, influye en cómo desea una persona presentarse ante otra, ya que la estética no es absoluta, es sumamente subjetiva.

Las lesiones cariosas, las fracturas dentarias, anomalías del desarrollo, así como tinciones intradentinarias y de esmalte, se en-

cuentran comúnmente en los dientes anteriores y el plan de tratamiento así como la selección del material de restauración van a cambiar el aspecto del paciente (Charbeneau, 1984).

La estética de la restauración anterior está directamente relacionada con el color y la translucidez del material de restauración, así como la reflexión y la transmisión de la luz a través de él y del tejido dentario remanente; el pulido de la superficie tiene una importancia capital para el logro de una buena estética.

Una restauración anterior o posterior exitosa, es un diente restaurado con un contorno y un color que, a todos los fines prácticos, hace que la restauración sea invisible.

Conseguir la restauración de una pérdida de estructura dentaria y devolver la salud al órgano dental como un elemento más del aparato estomatognático, no está en contradicción con el hecho de que la citada restauración tenga además una finalidad estética que influye en la salud integral del individuo.

El paciente al que le interesa la estética fundamentalmente, debe planificarse un tratamiento diferente de aquel, al que preocupa sobre todo, la cesación del dolor y el sufrimiento en nuestra práctica dental (Goldstein, 1980), y debe ser contemplado desde una perspectiva multidisciplinaria (Dierkes, 1988 y Goldstein, 1988).

Existen testimonios históricos del interés por la corrección estética de los dientes que datan en más de 1.000 años antes de Cristo. A través de la historia, las civilizaciones notables por su progreso en ciencia, navegación, comercio y arte, demostraron un alto nivel de competencia en los campos de la odontología. Existen aparatos protésicos en los cementerios de las grandes pirámides y los etruscos eran expertos en el uso de los dientes humanos o en el tallado de dientes de animales para restaurar dientes perdidos. Durante la civilización maya en el siglo IX d.C.,

se desarrolló un sistema de decoración dental en el que practicaban incisiones o muescas, y en algunos se hacían inclusiones con jade, con finalidad exclusivamente estética; no restaurativa (Ring, 1989).

Actualmente los procedimientos de operatoria dental permiten conseguir **diversos objetivos** al mismo tiempo:

1. Restaurar las pérdidas de estructura dentaria.
2. Prevenir la aparición de nuevas pérdidas y devolver la salud al órgano dental, como un elemento integrante del sistema estomatognático, manteniendo al mismo tiempo un aspecto estético de la restauración, que contribuye a la autoestima del individuo.

Por los motivos que acabamos de exponer creemos que todas las restauraciones en las que está implicado un concepto estético, es algo que preocupa al paciente y nos preocupa a los profesionales.

Para conseguir nuestros fines disponemos de varios materiales, denominados **Resinas Compuestas**, que han ido evolucionando y lo seguirán haciendo hasta llegar a lograr superar las limitaciones que tienen todo tipo de materiales colocados en boca, ya que su aspiración máxima es que sean lo más parecidos al tejido dentario tanto en color, como en propiedades físicas, químicas, mecánicas y tolerancia con los tejidos bucales o biocompatibilidad.

El comienzo de la Odontología estética surgió al descartar los materiales metálicos, que son antiestéticos, para realizar tratamientos en el sector anterior o visible de la boca. Para estos fines, el material más empleado fue el cemento de silicato, descubierto por Fletcher en 1879, que, pese a su desintegración en el medio oral, cambios de color con el tiempo y acción tóxica pulpar, especialmente debido a su sellado marginal, tenía

propiedades estéticas, superiores a las obturaciones realizadas con oro y era más sencilla su preparación.

Este primer intento en la consecución de estética en la Odontología conservadora, se continuó con la utilización de los plásticos. Parece ser que comenzaron a emplearse con estos fines durante la Segunda Guerra Mundial en Alemania (1936-1941) (Parula, 1975 y Sturdevant, 1986).

El campo de las moléculas gigantes, grandes polímeros o plásticos sintéticos, ha influido notablemente en la vida de los últimos años de este siglo. Ropas, materiales de construcción, complementos domésticos, equipos electrónicos y casi toda la actividad humana, utiliza en su desarrollo algún tipo de plástico. Originariamente estas sustancias químicas eran desechos pegajosos de laboratorio, que quedaban después de ciertas reacciones orgánicas.

También disponemos con fines estéticos (Seide, 1983) de porcelana, que no será tratada en esta investigación como material estético ya que forma parte de otro capítulo bastante amplio, concretamente dentro de los materiales odontológicos.

Las citadas resinas compuestas tienen otros tipos de aplicaciones en la práctica odontológica, como es su uso en ortodoncia para cementar brackets; como elementos de fijación de puentes adhesivos tipo Maryland, etc.

El motivo por el que se elige el tema del acabado y pulido en los tratamientos con resinas compuestas para las diferentes indicaciones en odontología conservadora, es la observación clínica de las citadas obturaciones que nos informa de las limitaciones, con el paso del tiempo (Pinus, 1967), en cuanto al mantenimiento del color, filtraciones, irritaciones gingivales y otros problemas como caries recidivante, capacidad de retener placa bacteriana y secundariamente enfermedad perio-

dontal (Schluger, 1981 y Morris, 1987). El paciente que ha sido tratado con resinas hace cierto tiempo, rechaza la restauración y la considera temporal con todas las implicaciones que ello conlleva. Si disponemos de materiales mejores en sus propiedades y por tanto en su capacidad de pulido podremos llegar a obtener un alto nivel en las restauraciones y nos atrevemos a pensar que no será un tratamiento provisional.

Así pues, la finalidad del acabado y pulido de composites, es que si la superficie tiene un brillo y textura parecido al esmalte debido al pulido, se pigmenta menos, acumula menos placa, se comporta mejor en cuanto al desgaste, la tolerancia de los tejidos gingivales es mayor (Katz y col., 1982; Bascones, 1987), se producen menos caries recidivantes y su apariencia estética mejora notablemente (Albers, 1988).

Teniendo en cuenta, lo expuesto anteriormente, los factores que debemos valorar antes de realizar el acabado y pulido de los composites son:

1. El tamaño, dureza y porcentaje de relleno de la resina compuesta que afectan a la suavidad final, obtenida con las diferentes técnicas de acabado.
2. Las partículas abrasivas de los discos e instrumentos de pulido que deben ser más duras que el relleno inorgánico.
3. Los instrumentos de acabado grosero que tengan superficies dentadas, ya que dan lugar a estriaciones superficiales (Chandler, 1971; Dennison, 1972).
4. La dureza de estos instrumentos, para reducción grosera, ya que deben ser más duros que las partículas de relleno, para que puedan efectuar su abrasión en lugar de desplazarlas o desprenderlas (Eames, 1976).

Aunque muchos autores se han mostrado de acuerdo en que sea cual sea la técnica de acabado utilizada, la resina compuesta presentará a la larga, una superficie rugosa durante parte de su vida útil, la literatura nos ofrece numerosas propuestas relativas a la técnica de acabado ideal, con unas recomendaciones que van desde el empleo de diamantes especiales, hasta la ausencia total de acabado, lo que comporta evidentes contradicciones.

Dejando aparte el desacuerdo existente entre los estudiosos de la técnica de elección para el acabado del composite, existen diversos criterios referentes a los instrumentos y materiales utilizados para ello (Christensen y col., 1981). Una vez realizado el tratamiento, hemos de observar que existen tres factores primordiales causantes de rugosidad:

1. Diferencias de dureza entre la matriz de resina y las partículas de relleno, que dan lugar a patrones de desgaste desiguales (Chandler, 1971).
2. Abundantes cráteres microscópicos en la superficie, producidos por aire atrapado (Dennison, 1972 y Weitman, 1975).
3. Hidrólisis del agente adhesivo de unión (vinil-silano) utilizado para fijar el relleno a la resina BIS-GMA (Eames, 1976).

También, se están realizando estudios sobre la reactividad del esmalte para dilucidar algunos aspectos preventivos de la odontología restauradora. Por ejemplo, la energía superficial de todos los materiales restauradores, en especial de los metales, es superior a la del esmalte. Se considera que debido a este hecho, los detritus tienden a adherirse más fácil, y rápidamente, a la superficie de una restauración que a la del esmalte intacto normal. Así, la placa bacteriana se acumulará con más rapidez y fijará con más fuerza sobre la restauración que sobre el esmalte

adyacente. (Cabe señalar que estos comentarios se refieren únicamente a la tendencia inherente de una sustancia para favorecer su adherencia gracias a su energía. La rugosidad de la superficie es otro factor que influye en la retención de los detritus. Si es así, esto podría explicar, en parte, la frecuencia tan alta de caries secundarias observadas con todos los materiales restauradores, salvo con los cementos de silicato ya que éstos liberan flúor, así como los ionómeros de vidrio.)

Considerando lo anteriormente expuesto nuestras **Hipótesis de Trabajo** son las siguientes:

1. La calidad del acabado y pulido final depende de las características físico-químicas del material restaurador.
2. Las diferentes técnicas de acabado y pulido influyen en el resultado final de la rugosidad.
3. La imprescindible necesidad de acabar y pulir adecuadamente las resinas compuestas para obtener de ellas el máximo rendimiento funcional y estético.

II. OBJETIVOS

Son **Objetivos** del trabajo que a continuación desarrollamos los siguientes:

1. Evaluar el acabado y pulido de dos resinas compuestas de diferentes propiedades físico-químicas:
 - a) Composite de microrrelleno.
 - b) Composite híbrido.
2. Estudiar los resultados obtenidos con las diferentes técnicas de acabado y pulido siguientes:
 - a) Puntas de Arkansas.
 - b) Fresas de carburo de tungsteno de ocho hojas.
 - c) Fresas de diamante de grano fino.
 - d) Discos de acabado y pulido de óxido de aluminio.
 - e) Grupo control.
 - f) Fresas de carburo de tungsteno de doce y treinta hojas.
3. Valorar comparativamente las mismas para conocer con cuál de ellas obtenemos una superficie más lisa.
4. Obtener de los resultados de ésta investigación conclusiones que ayuden a la práctica Odontológica general, utilizando materiales actualizados.

PARTE II

REVISIÓN DE CONOCIMIENTOS

I. PERSPECTIVA HISTÓRICA

La tecnología de las resinas restauradoras ha pasado por diversas etapas. Primero fueron introducidas las resinas acrílicas de **autopolimerización, sin relleno**. Luego el sistema de **resinas compuestas** a fin de reforzar determinadas propiedades y superar algunos de los inconvenientes que empezaron a manifestarse con el uso clínico de las resinas sin relleno. Así se hicieron muchos cambios en la formulación de los compuestos. Comenzó la era de **Los composites**, material en constante investigación y actualización, con unas propiedades adhesivas y una capacidad tan llamativa, de restituir la resistencia estructural en la pieza lesionada.

En el primer composite dental se utilizó una epoxirresina como matriz y partículas de cuarzo fundido, convenientemente tratadas.

Este nuevo material mejora las propiedades mecánicas y reduce el coeficiente de variación térmica de las resinas autocurables, pero apenas disminuye la contracción de polimerización. Esto se logra en 1956 partiendo de un monómero de mayor tamaño inicial, reduciendo las uniones y con grupos activados en ambos extremos, dando lugar a la formación de cadenas cruzadas con estructura termofija. Así apareció el **BIS-GMA**, abreviatura utilizada por BOWEN, para el 2'2- bis (-4 (2-Hidroxi-3metacriloxi- propiloxi) -fenil)-propano (Draughn y col., 1985).

En tanto que el advenimiento de las técnicas de **grabado con ácidos** añadió todavía otra dimensión, mejorando considerablemente la unión

mecánica de éstos sistemas que no se adherían al esmalte. Para tratar de reforzar todavía más esta unión, fueron elaboradas nuevas sustancias adhesivas. Finalmente, la preparación de un **sistema compuesto de microrrelleno** ayudó a proporcionar una superficie de acabado más liso para las restauraciones.

Resumiendo lo anteriormente dicho: según la ADA (Asociación Dental Americana), los materiales para restauración, BAUM y col., 1987 pueden ser:

1. **Resinas simples o Tipo I** de obturación directa o acrílicas que se componen de polvo (poli metilmetacrilato) y líquido metil metacrilato.
2. **Resinas compuestas o Tipo II** de obturación directa.
 - 2-1 Resinas convencionales o tradicionales.
 - 2-2 Resinas compuestas de microrrelleno.
 - 2-3 Resinas compuestas híbridas.

BREVE RESUMEN DE LA HISTORIA EVOLUTIVA DE LOS COMPOSITES

1ª Generación. Nacimiento e introducción de los materiales. Eran compuestos con gran carga de relleno inorgánico.

2ª Generación o convencionales. No cambia el material en su estructura. Sólo aparecen modificaciones en la química de la reacción de polimerización, introduciendo nuevos radicales orgánicos en las aminas y en los peróxidos. Lo que evoluciona en esta generación es la introducción del sistema de grabado ácido del esmalte, desarrollado años atrás por Buonocore, y la búsqueda de una adhesión química, Roth, 1983.

3ª Generación. Los composites pertenecientes a esta generación presentan un cambio estructural importante. El avance tecnológico industrial permite dividir tan finamente las partículas del relleno inorgánico que es posible dispersarlas coloidalmente dentro de la matriz orgánica; esto da como resultado la aparición de composites de **micro partícula** o de alto brillo.

4ª Generación. Con el fin de recuperar las propiedades físicas de los composites convencionales que quedan disminuidas en los de micro partícula, se desarrolla el sistema de los **híbridos**. En ellos la carga inorgánica está constituida por cristales de tamaño convencional y de micro partículas, con distinto porcentaje y distribución.

NUEVAS GENERACIONES EN DESARROLLO

La investigación no cesa y aparecen continuamente cambios en los composites, cuyas principales características son que la matriz orgánica, no lleva monómeros diluyentes, lo que la hace más viscosa y el relleno inorgánico está constituido por una síntesis de cristales porosos que proporcionan facilidad de «atacar» el material para mejor adaptación a las paredes de la cavidad.

En la actualidad y para mejorar la resistencia al desgaste aparecen otros sistemas como los RBC (Resin Bonded Ceramic), aumentando el volumen de relleno y disminuyendo el de resina, así como el APC (Acompamiento avanzado de partículas) aumentando el recubrimiento de silano del relleno inorgánico lo que se traduce en una fuerte unión entre el relleno y la resina.

FUTURO DE LAS RESINAS COMPUESTAS

Como en los demás campos de la investigación y práctica odontológicas, es muy difícil y quizá aleatorio tratar de predecir el futuro en un terreno tan cambiante como el de los polímeros dentales. No obstante, se pueden definir, con cierto sentido de seguridad, las metas inmediatas de los investigadores y de la industria de los materiales dentales, teniendo en cuenta los problemas actuales.

1. El problema del desgaste de restauraciones sometidas a esfuerzos, como ocurre en la preparación de cavidad clase II, será estudiado mencionando las investigaciones realizadas al respecto. Basta decir que la falta de resistencia a la atrición ha sido el principal obstáculo

para el empleo de las resinas como sustituto de la amalgama en las restauraciones para dientes posteriores.

Las otras propiedades indeseables incluyen:

2. Dificultades para igualar exactamente el color del diente en algunos casos.
3. Un coeficiente de expansión térmica que sigue siendo alto en comparación con el de las estructuras dentarias; y
4. La falta de una unión óptima con las superficies tratadas del diente.

A continuación, mencionamos algunos objetivos de las investigaciones que podrían ayudar a superar ciertas deficiencias:

1. Mejor conocimiento de las interfases (resina-relleno, resina-diente) y síntesis de los agentes de enlace para aumentar la adherencia de interfase.
2. Servicio óptimo como función de la composición y distribución de las partículas del relleno.
3. Interpretación del mecanismo de la abrasión oclusal y elaboración de pruebas de abrasión «in vitro» que tengan correlación con la experiencia clínica.
4. Reevaluación de la preparación de cavidades en función de un adhesivo restaurador con adhesión a los tejidos dentarios.
5. Estudios clínicos a largo plazo.

La fabricación de un material restaurador realmente adhesivo es, probablemente, el tema de mayor prioridad para la investigación en odontología. Este tipo de material acabaría por eliminar la necesidad de

una forma retentiva convencional en la preparación de cavidades, aumentaría la longevidad de la restauración, simplificaría la técnica de colocación y especialmente minimizaría la filtración marginal. Sería arriesgado señalar una fecha para que este sistema adhesivo restaurador utópico se vuelva realidad y aunque se lograron progresos importantes en este campo, el diente ha sido siempre un enorme obstáculo. En efecto, pocas sustancias tienen características inherentes que impidan tanto como el diente la fijación de un adhesivo. La preparación de cavidades es heterogénea en su composición, rugosa, y cubierta por detritus microscópicos y por una monocapa de agua. Además, el esmalte del hombre parece ser bastante no reactivo, o sea, que su energía superficial es baja. Así pues, es normal que esta superficie no uniforme, rugosa, sucia, mojada y de baja energía superficial rechace cualquier adhesivo. Phillips, 1981.

II. RESINAS ACRÍLICAS SIN RELLENO (Autocurables)

Aunque las resinas compuestas han disminuido en gran parte el uso de las resinas acrílicas más antiguas, conviene describir brevemente este material. En efecto, conocer la química y las propiedades de las resinas acrílicas ayuda a comprender y apreciar los sistemas más recientes de resinas compuestas. Además, algunos aspectos de la manipulación y comportamiento de estas resinas son también válidos para las resinas compuestas.

Los primeros polímeros o resinas utilizados en odontología se denominan **resinas autocurables**. Para su obtención, se parte de un líquido formado por el monómero, unidad estructural que se repite dentro de la estructura gigante del polímero, que se mezcla con polvo, lográndose una masa plástica fraguable que, mediante una reacción de polimerización por adicción va a solidificar.

Los polímeros por adicción se originan mediante la unión de moléculas sencillas insaturadas que, mediante un reajuste electrónico conveniente, poseen una gran tendencia a fijar átomos sobre ellas. En esta reacción no existe liberación de moléculas, como H_2O , NH_3 , etc..., a diferencia de la reacción de condensación. Las macromoléculas obtenidas tienen la misma composición centesimal que el monómero.

La polimerización por adicción es una reacción en cadena que transcurre en tres etapas: iniciación, crecimiento y terminación,

Obrien, 1980. La iniciación consiste en brindar al monómero la energía necesaria para que se produzca la apertura de los dobles enlaces. Si el monómero sólo posee un doble enlace resultará un polímero de cadenas lineales, si posee dos o más dobles ligaduras dará lugar a un polímero de cadenas cruzadas, que será termofijo, más estable y con mejores propiedades que el de cadenas lineales. Esta iniciación o energía necesaria la puede proporcionar un agente químico o bien agentes físicos como la luz y el calor.

En las primeras resinas autopolimerizables, la iniciación se lleva a cabo por un agente químico, llamado **iniciador**. Los más utilizados son los **peróxidos**, que son capaces de descomponerse dejando radicales libres con la suficiente energía como para iniciar la reacción, es decir abrir el doble enlace. Al suceder ésto, la molécula de monómero queda activada y choca con otra a la cual activa, continuando el proceso y produciendo la propagación o crecimiento de la reacción. La formación de la macromolécula termina cuando la cadena activada aparea un electrón libre con otra cadena o radical.

Químicamente, esta manera de polimerización se basa en la formación de **radicales libres**. Un radical libre es un compuesto con electrón desapareado, que convierte al radical en muy reactivo. Cuando un radical libre choca con una ligadura $C = C$, puede aparearse con uno de los electrones de la ligadura complementaria, dejando libre al otro miembro del par. De esta manera, el propio monómero se convierte en radical libre y continúa la reacción.

Existen diferentes métodos para proporcionar los radicales libres necesarios para iniciar la polimerización. Es evidente que el período de inducción debe acortarse para reducir al máximo, el tiempo de polimerización y con ello la estancia del paciente en el sillón dental. Asimismo cuanto más rápida sea la polimerización tanto menos probabilidades ha-

brá de deformar la resina durante el acabado y por tanto, de alterar la adaptación a la preparación de cavidades.

En estas primeras resinas, el **líquido** está constituido por el **monómero**, un éster del ácido metacrílico o metacrilato de metilo con un doble enlace, obteniéndose un **polímero** de cadenas lineales. Para que la reacción ocurra en un tiempo aceptable clínicamente, se añaden al monómero unos aceleradores, aminas terciarias, mercaptanos o derivados del azufre. Al monómero también se le añaden unos estabilizadores de color y unos inhibidores de la polimerización, (hidroquinonas), para asegurar una conservación del líquido sin que se altere y un tiempo de trabajo adecuado. El **polvo** contiene el **polímero** o forma polimerizable del monómero.

El componente principal del polvo de polímero es el poli(metilmetracrilato). También contiene el iniciador, generalmente peróxido de benzoilo (de 0'5 a 0'3%). El activador puede incorporarse también al polvo, aunque suele estar presente en el monómero.

En la mayoría de los casos, estas resinas no están formadas sólo por metracrilato de metilo, sino que suelen combinarse con otros monómeros que poseen dos dobles ligaduras (dimetracrilato de etileno) y así posibilitan el entrecruzamiento de las cadenas, obteniéndose un polímero más estable y menos atacable por disolventes.

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS RESINAS ACRÍLICAS

La principal **ventaja** con respecto a los silicatos es su inalterabilidad en el medio bucal.

Son **inconvenientes**, su poca resistencia al desgaste y su gran inestabilidad dimensional, debida a su gran contracción de polimeriza-

ción y a su elevado coeficiente de expansión térmica, de ocho a nueve veces más que la estructura dentaria (Phillips y col., 1972).

Al principio, cuando empezaban a utilizarse las restauraciones de resina acrílica (alrededor de 1950), las frecuentes complicaciones biológicas que solían ocurrir quizá estaban vinculadas con una protección inadecuada de la pulpa y técnicas defectuosas. Cabe recordar que en este momento, el fenómeno de la filtración marginal y sus efectos eran casi desconocidos. Actualmente sabemos que si ocurre una microfuga a nivel de la interfase restauración-diente, la penetración de ácidos y otros detritus puede provocar caries secundarias y manchas marginales. Además, se ha observado que las fugas graves, que ocurren con las restauraciones de resina acrílica, provocan filtraciones por desadaptación marginal, irritación y sensibilidad crónicas de la pulpa por penetración bacteriana. Así pues, y como con cualquier otro material restaurador, el profesional debe tratar de lograr desde el principio una buena adaptación a la preparación de cavidades y mantenerla en las condiciones propias de la boca. Esto es sobre todo difícil con las resinas acrílicas que no son realmente adhesivas ni capaces de remediar las microfugas cuando aparecen, como sucede en el caso de las restauraciones con amalgama. En efecto, al envejecer estas restauraciones, los productos de corrosión se acumulan a lo largo de la interfase y bloquean la penetración de las sustancias nocivas. El coeficiente de expansión térmica de las resinas acrílicas aunque no se sabe a ciencia cierta cómo puede afectar esta propiedad a la restauración clínica, seguramente la vuelve más propensa a la fuga marginal durante los ciclos de temperatura que ocurren al masticar o deglutir comidas o bebidas calientes y frías. Por tanto, deben evitarse las microfugas al manipular y colocar la resina.

Sin embargo, algunas técnicas empleadas durante el uso de estas resinas tienden a compensar hasta cierto grado las características

indeseables. Así, por ejemplo, las técnicas de grabado reducen la posibilidad de deformación de la resina sometida a fuerzas, así como la propensión a mayor microfuga durante las fluctuaciones térmicas que ocurren en la cavidad bucal. Asimismo, el uso de técnicas no compresivas para la colocación permite reducir al mínimo la contracción de polimerización.

Con tecnología adecuada y ciertos perfeccionamientos logrados en los procesos químicos de las resinas (como mayor estabilidad del color y polimerización un poco más rápida), las resinas acrílicas han cumplido una función útil.

Intentando paliar estos inconvenientes, surgió la primera resina compuesta mejorando la dureza del material y su rendimiento clínico, al añadir a la resina matriz, un relleno de partículas inorgánicas de alta dureza.

III. COMPOSITES O RESINAS COMPUESTAS

El sistema de resinas compuestas es una evolución natural de los materiales de resinas acrílicas sin relleno. Como hemos visto, la dureza y resistencia insuficientes, la facilidad con que se desgastan y el alto coeficiente de expansión térmica de las resinas acrílicas imponen limitaciones evidentes a su utilidad y son carencias inherentes, que pueden ser el origen de posibles fracasos. Por tanto, fue preciso buscar polímeros que no representaran tales inconvenientes y la investigación en este sentido condujo al descubrimiento de las resinas compuestas. Los trabajos de Bowen son ya clásicos, no porque fuera el primero en sugerir el concepto de resina compuesta para la odontología restauradora, sino porque contribuyó mucho a caracterizar las resinas y su relleno.

El término de **compuesto** se refiere a una combinación tridimensional de por lo menos dos materiales químicamente diferentes, con una interfase definida, separando los compuestos. Preparada en forma adecuada, la combinación, proporciona propiedades superiores a la de los compuestos actuando por separado.

El material restaurador compuesto es un material en el cual una cantidad máxima de relleno inorgánico ha sido añadida a una cantidad mínima de resina orgánica polimerizable de enlaces cruzados que sirve como agente de unión.

Independientemente del tipo de producto que se trate es evidente que una resina compuesta de formulación y elaboración adecuadas es su-

perior a las resinas acrílicas sin relleno en términos de las pruebas clásicas utilizadas para analizar las propiedades mecánicas y físicas. Así, por ejemplo, las resinas compuestas son más duras, más fuertes, más rígidas y poseen un coeficiente de expansión térmica más bajo. Si bien la importancia clínica de estas propiedades superiores no ha sido totalmente establecida todavía, podemos hacer algunas consideraciones.

Así, la menor contracción que ocurre durante la polimerización es una ventaja, ya que el material puede elaborarse en forma de pasta y ser utilizado con la técnica compresiva o de inserción en masa sin que se produzca una desadaptación notable de las paredes cavitarias. Sin duda, es preferible un coeficiente de expansión térmica más bajo, aunque como hemos visto antes, no se sabe exactamente cuál es su importancia. Tampoco ha sido posible establecer con certeza si valores más bajos tendrán alguna influencia en la disminución de la frecuencia de caries secundarias o en la aparición de manchas marginales. No obstante, cabe señalar que cuanto más se aproxime el coeficiente de expansión térmica del material restaurador al del diente, tanto menos probabilidades habrá de que ocurran microfiltraciones durante los cambios de temperatura que suelen producirse en la cavidad bucal. Asimismo, el módulo de elasticidad más elevado tiende a reducir la deformación elástica cuando la restauración se halla sometida a esfuerzos, como es el caso de restauraciones clase IV, y esto también disminuye las microfugas debidas a la pérdida de la adaptación estrecha original de la resina a los márgenes de la cavidad.

QUÍMICA Y COMPOSICIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS

El descubrimiento y la elaboración de los sistemas de resinas compuestas por Bowen y su aplicación en odontología restauradora tu-

vieron tanto éxito que muy rápidamente suplantaron a los silicatos como material estético para restauraciones anteriores. Durante algún tiempo, todos los compuestos comerciales eran similares en composición y propiedades químicas. Este material ha ido mejorando mediante modificaciones del relleno, del agente de unión y del tipo de mezcla de los diacrilatos escogidos. El uso de estos compuestos dio resultados muy satisfactorios, sobre todo en combinación con la técnica de grabado con ácido, y tuvieron una gran variedad de aplicaciones. Los principales inconvenientes de los compuestos existentes son: contracciones de polimerización, aparición de manchas en la superficie, cambios de color, pérdida del contorno de la superficie en segmentos posteriores por desgaste, dificultades en el acabado y formación de placa bacteriana sobre las superficies rugosas, que pueden provocar irritación gingival (Craig y col., 1981).

Es importante examinar la química, composición y propiedades de las resinas compuestas, pues son conocimientos fundamentales para poder comprender su comportamiento clínico. La polimerización de las resinas compuestas puede efectuarse mediante inducción química y con luz ultravioleta o visible. Las consecuencias de los cambios introducidos en el tamaño y tipo de las partículas del relleno fueron: radiopacidad, facilidad del acabado y **menor capacidad** para retener placa bacteriana. Las modificaciones hechas en oligómeros y monómeros permitieron ampliar las aplicaciones y redujeron las probabilidades de aparición de manchas y erosiones de la superficie.

Las resinas compuestas están formadas de por lo menos dos fases: una fase dispersa de gran fuerza y otra fase matriz de fuerza menor; las propiedades del compuesto son intermedias a las de las dos fases. La composición de las resinas dentales compuestas pueden subdividirse en:

- A) **Fase matriz.**
- B) **Fase dispersa; y**
- C) **Fase interfacial** superficial entre estas dos.

A) **La fase matriz**, consiste en polímeros y residuos de monómeros, compuestos orgánicos utilizados como reguladores de la viscosidad, inhibidores de la polimerización para asegurar tiempo de almacenamiento adecuado, iniciadores químicos (generalmente llamados catalizadores) y aceleradores, así como fotoactivadores de luz ultravioleta o visible.

B) **La fase dispersa** suele contener micropartículas o partículas coloidales y también partículas de polímeros.

C) **La fase interfacial** está formada por algún agente de enlace como un organosilano que contiene grupos funcionales que se unen a las fases dispersa y matriz. La adherencia de esta fase interfacial a las otras dos fases, es primordial para la producción de un compuesto que tenga propiedades intermedias a la de la fase dispersa, quebradiza y de mayor fuerza, y de la fase matriz, más dúctil y de menor fuerza, Craig, 1981.

A) FASE MATRIZ

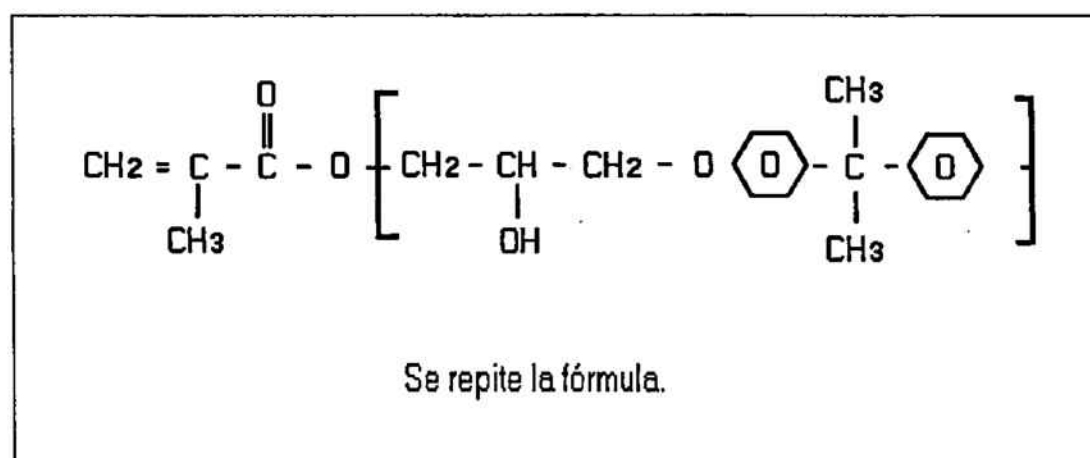
Los componentes que participan en la elaboración de la fase matriz han sido descritos para una resina compuesta típica, por Bowen. Uno de los componentes principales de todas las resinas compuestas es un oligómero (llamado a menudo monómero) de alto peso molecular (500 a 5.000), siendo el más común el BIS-GMA (llamado así por los reactantes

bisfenol A y glicidil metacrilato). Generalmente, el 40 a 50% de la fase matriz está formado por el volumen de los componentes.

1. OLIGÓMEROS.

La fórmula estructural generalizada para BIS-GMA (abreviatura utilizada por Bowen para el 2,2-bis -4(2-hidroxi-3 metacrililoiloxi-propilo)-fenil-propano es la siguiente:

CUADRO N° 1: Fórmula de BIS-GMA



Como puede verse en el Cuadro n° 1, BIS-GMA es el componente principal de la fase matriz en muchos productos comerciales. Uno de los materiales contenía un segundo oligómero difuncional de peso molecular más bajo, el 2, 2-bis(a-metacrililoiloxi-fenil) propano o BIS-MA (bis -fenol A y ácido metacrílico).

Este componente confiere al compuesto rigidez y resistencia al rayado. Después de la introducción de los oligómeros BIS-GMA, varios compuestos comerciales han sido elaborados utilizando diacrilato de uretano en combinación con BIS-GMA y diluyentes reactivos.

Otros oligómeros han sido estudiados en compuestos experimentales. Estos incluyen moléculas similares a BIS-GMA, pero sin los grupos hidroxilo, que son menos viscosos, y moléculas sin el grupo éter, que proporcionan propiedades más hidrófobas (resistentes al agua). Este tipo de oligómero es un bis-fenol A bis etilenglicol dimetacrilato.

Este oligómero ha sido copolimerizado con el octafluoropentilmetacrilato para producir un compuesto experimental altamente hidrófobo. Es difícil humedecer los materiales hidrófobos con agua o saliva, y las mediciones in vitro indican que reducen al mínimo las fugas marginales y manchas superficiales.

2. REGULADORES DE VISCOSIDAD:

El oligómero BIS-GMA es un líquido muy viscoso y para poderlo manipular durante el mezclado y la colocación es preciso agregar líquidos poco viscosos, por ejemplo, metil metacrilato (MMA), etilenglicol dimetacrilato (EDMA), o trietilenoglicol dimetacrilato (TEDMA). Este último compuesto es el más utilizado.

Estas resinas diluyentes proporcionan al composite mayor dureza que se puede medir después de haber sumergido el composite en soluciones como el alcohol durante un tiempo, Asmusen, 1984.

3. INHIBIDORES:

Como es muy importante asegurar un período de almacenamiento para los compuestos dentales, se incluyen inhibidores con los oligómeros y reguladores difuncionales de viscosidad para prevenir la polimerización de los diacrilatos: son el 4-metoxifenol (PMP) y el 2,4,6-butil fenol tritertiario (BHT).

Estos compuestos son utilizados en cantidades de 0.1% o menos. La incorporación de BHT produce compuestos de color más estable. Con ambos inhibidores se observa una disminución del período de inducción después de haber mezclado el compuesto y antes de empezar la polimerización, lo cual ayuda a proporcionar el tiempo de trabajo necesario para el profesional.

4. INICIADORES TERMOQUÍMICOS O CATALIZADORES:

Para los materiales químico-polimerizables, el iniciador utilizado con más frecuencia es el **peróxido de benzoilo (BP)**. Factores como luz, calor y algunas sustancias químicas pueden provocar la descomposición de BP, con liberación de radicales libres que actúan como iniciadores de la polimerización. Por tanto, se recomienda guardar estos compuestos en lugares frescos, limpios y oscuros. A veces, los iniciadores son designados como catalizadores, pues los radicales libres reaccionan con los diacrilatos y se convierten en parte de la matriz.

5. ACELERADORES O ACTIVADORES:

Se utilizan aminas aromáticas terciarias, por ejemplo, N,N-dimetil-p-toluidina y N,N-dihidroxietilo-p-toluidina, para interactuar con el peróxido de benzoilo a temperatura ambiente, a fin de producir los radi-

cales libres indispensables para iniciar la reacción de polimerización de la matriz.

La N,N-dihidroxietileno-p-toluidina tiene la ventaja de producir un compuesto con mayor estabilidad de color que N,N-dimetil-p-toluidina; la estabilidad de color del compuesto producido por esta última puede ser mejorada purificándola. Se ha señalado que en la estabilidad del color de las resinas acrílicas polimerizadas influye más el nivel del peróxido de benzoilo que el de las aminas terciarias purificadas. Por lo general, se recomienda utilizar las concentraciones más bajas de peróxido y aminas compatibles con las propiedades físicas y químicas. El compuesto debe elaborarse en forma de dos pastas o de líquido y pasta, con el iniciador en una parte y el acelerador en otra.

6. INICIADORES FOTOQUÍMICOS:

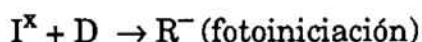
La reacción de polimerización puede ser iniciada por radiaciones electromagnéticas como la luz ultravioleta con longitud de onda de 365 nm y luz halógena o visible en la región de los 420 a 450 nm.

Cuando se trata de sistemas que utilizan luz ultravioleta, es preciso incorporar a la fórmula un compuesto orgánico como éter alquilbenzoínico, que genera radicales libres bajo la acción de la luz ultravioleta. En la fórmula estructural de este compuesto, R es un grupo alquilo, como metilo o etilo, siendo el metilo el grupo utilizado con más frecuencia.

Estos compuestos absorben luz ultravioleta y producen radicales libres que inician la polimerización.

Para los sistemas que emplean luz halógena, suele combinarse una dicetona (fotoiniciadora I), como camforoquinona (aproximadamente 0,2%), con una amina orgánica (fotorreductor D), como N,N-dimetilaminoetilmetacrilato (aproximadamente 0,1%) La dicetona

absorbe luz en los límites de 420 a 450 nm, produciendo una estimulación que junto con las aminas, produce iones radicales para comenzar la polimerización:



7. COMPONENTES ADICIONALES:

Las resinas compuestas iniciadas químicamente suelen contener compuestos orgánicos que absorben la luz ultravioleta y mejoran la estabilidad del color de la restauración.

También pueden incorporarse elementos que presentan fluorescencia con luz ultravioleta a fin de equiparar la fluorescencia natural de los dientes.

B) FASE DISPERSA O DE REFUERZO

Los materiales de refuerzo más comunes son el cuarzo, borosilicato, vidrios y porcelanas. Los vidrios y porcelanas pueden ser silicatos de aluminio y litio, aluminio y bario, o aluminio y estroncio. El cuarzo es el más duro del grupo y proporciona buena resistencia a la abrasión, además tiene un índice de refracción conveniente desde el punto de vista estético. El bario u otros vidrios de metales pesados proporcionan radiopacidad y pueden mezclarse con otros rellenos de refuerzo. Los componentes experimentales formados por zirconio y aluminosilicatos de estaño presentan opacidad suficientes en las radiografías.

Los composites se diferencian principalmente por su contenido de relleno inorgánico.

El diámetro de las partículas de relleno oscila entre 0,04 y 30 μ . Los primeros composites, **composites convencionales o altamente cargados** utilizan como material reforzador de la resina, el **cuarzo** obtenido mediante tallado y aplastamiento de grandes partículas de material hasta convertirlo en pequeñas partículas con forma casi siempre de astillas. Se obtienen así unas partículas muy duras, de tamaño entre 1 y 30 μ traslúcidas, de superficie rugosa y de forma irregular. Permiten un tanto por ciento de relleno muy alto (80-90% en peso), proporcionando una gran dureza al composite. Resultan poco pulibles, poseen alto coeficiente de expansión térmica y por el fenómeno del «**PLUCKING**» o **desmoronamiento** sufren un gran desgaste superficial.

Este fenómeno se explicaría porque al ser más duras las partículas de relleno que la resina circundante, las fuerzas ejercidas sobre ellas, en lugar de ser en parte absorbidas, son totalmente transmitidas a la resina circundante. Si la superficie de las partículas es irregular, la concentración de tensión en la matriz de resina llega a ser excesiva, produciéndose al final grietas pequeñas, que conducen a la fractura, permitiendo a la partícula su salida. Leinfelder y col., 1983.

Actualmente, se tiende al uso de partículas más pequeñas, cuyo diámetro oscila entre 2 y 8 μ , son los **composites altamente cargados de partículas pequeñas**, más blandas y con distribución de los tamaños calculada matemáticamente, Dogon y col., 1982. Al ser partículas de menor dureza (**Silicato de Litio-Aluminio**), absorben en parte las fuerzas de la masticación antes de transmitir las dentro de la matriz, amortiguándose en parte el fenómeno del «Plucking», desmoronamiento o pelada.

Otra partícula de relleno es el **sílice coloidal**. Son partículas esféricas, lisas, uniformes, de escasa dureza y de un tamaño que oscila entre 0,02 - 0,2 μ). Al disminuir el tamaño de la partícula aumenta el número de partículas por unidad de volumen. Al actuar las fuerzas masticatorias se distribuyen entre un mayor número de partículas, reduciéndose la concentración de stress localizados. Su coeficiente de expansión térmica es bajo.

La resina base sólo es capaz de aceptar una cantidad limitada de relleno inorgánico microparticulado, estando el límite en un 35% en peso, pero existen técnicas para lograr una carga máxima con partículas sub-micrónicas, los complejos a base de microrrellenadores; por ejemplo, «Las partículas prepolimerizadas astilladas», «partículas esféricas prepolimerizadas» y «los complejos de microrrellenador aglomerado». Pueden alcanzar un porcentaje en peso de hasta el 55% obteniéndose los composites **microrrellenos**. Son fácilmente pulibles y soportan más ciclos de carga de bajo esfuerzo que los más rellenos. Draughn, 1979.

Los cristales de bario y estroncio son radiopacos, su tamaño puede oscilar entre 1 y 50 μ . Las partículas de bario son demasiado suaves para su uso en el sector posterior. Para aprovechar su radiopacidad podemos poner una capa de este material en la base de la cavidad, seguido de un material más duro en la superficie.

Los rellenos de cuarzo y sílice pirolítico son mejores que los de estroncio y bario para ser utilizados en el sector posterior, Soderholm y col., 1984.

Un componente importante de los compuestos es el pigmento, formado por pequeñas cantidades de compuestos inorgánicos coloreados. Los pigmentos sirven más para mejorar el resultado estético que para modificar las propiedades mecánicas. La fluorescencia es producida por los complejos de óxidos metálicos.

C) AGENTES DE ENLACE

Para mejorar substancialmente las propiedades mecánicas de las resinas compuestas, es preciso que el esfuerzo creado por la carga sea transferido del relleno de refuerzo de la fase dispersa de gran resistencia a la fase más dúctil de la matriz. Para que este transporte sea eficaz, debe haber unión conveniente entre la fase de la matriz y la fase inorgánica de refuerzo. Este requerimiento se logra mediante el uso de un agente de unión que se adhiere a la fase inorgánica de refuerzo y reacciona con la fase orgánica. Los materiales de enlace utilizados con más frecuencia son los **silanos**. Los silanos epoxi, como el y-glicido xipopiltrimetoxisilano y más especialmente el y-metacriloxipopiltrimetoxisilano han sido utilizados con resultados satisfactorios.

Se considera que el mecanismo de unión implica hidrólisis de los grupos metoxi con agua superficial unida al relleno de refuerzo o con los grupos silanol o aluminol del relleno. Los enlaces dobles no saturados de carbono se hallan disponibles para la polimerización con la matriz durante el fraguado del compuesto. Sólo se necesitan cantidades pequeñas del agente de enlace mencionado, ya que 1 g. puede cubrir 314 m² de la superficie del relleno de refuerzo. Como los rellenos de refuerzo que presentan un ambiente alcalino en agua pueden reducir la adherencia del agente de enlace, un tratamiento superficial de estos materiales antes de la silanación para eliminar los iones alcalinos de la superficie suele mejorar su eficiencia.

Es sorprendente el diferente comportamiento de los composites en el laboratorio y en la boca, debido a la presencia constante en la boca de un medio acuoso, aumentando el desgaste y la fatiga. El ambiente oral deteriora todos los componentes de las resinas compuestas (Wu y col., 1982). Las partículas de sílice parecen más estables que las de estroncio

o bario (Soderholm, 1983) y el agente de acoplamiento del silano absorbe agua y se deteriora, permitiendo al relleno desprenderse de la superficie. (Chen y col., 1982). La degradación hidrolítica relleno-matriz es un problema clínico importante.

La unión relleno-polímero es también muy sensible a los cambios de temperatura, debido a las grandes desigualdades en los coeficientes térmicos, de las fases orgánica e inorgánica.

IV. CLASIFICACIÓN DE LOS COMPOSITES Y CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

1. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO DE POLIMERIZACIÓN

La conversión de oligómeros y monómeros a matriz polimérica es iniciada por medios químicos o fotoquímicos para formar radicales libres. (Ver cuadro nº 2).

a. Inducción química:

Se ponen en contacto una amina orgánica y un peróxido mezclando cantidades iguales de las dos pastas (o cantidades exactas de pasta y líquido en algunos sistemas) y su reacción produce radicales libres a temperatura ambiente. La velocidad de formación de radicales libres, en lo que se refiere al tiempo, está directamente relacionada con el producto de las concentraciones del iniciador peróxido y acelerador amina. Puesto que la etapa que determina la velocidad de la reacción de polimerización es la velocidad de formación de los radicales libres, variaciones menores en las cantidades de las dos partes no tendrán prácticamente ningún efecto sobre la reacción de fraguado. Por ejemplo, variaciones en la relación «catalizador»/«base» de 2:1 a 1:2 no alteran de manera palpable el fraguado de los compuestos ni la absorción de agua del material fragua-

do. El desarrollo de la reacción de polimerización ha sido estudiado midiendo la viscosidad de las pastas mezcladas. La característica de la mayoría de los compuestos es un aumento lento y pequeño de la viscosidad hasta el final del tiempo de trabajo, cuando la viscosidad aumenta muy rápidamente. Los tiempos de trabajo y fraguado de varios compuestos han sido registrados por medio de muchos métodos. Por lo general, los tiempos de trabajo a temperatura ambiente o a 23°C oscilan entre 1 a 5 minutos, y los tiempos de fraguado a la temperatura de la boca fluctúan entre 1.5 y 6 minutos.

El aire inhibe la reacción de polimerización como lo demuestra la aparición de una capa superficial pegajosa, y las mediciones indican que el 75% de los enlaces dobles de carbono no han reaccionado. Mediciones con rayos infrarrojos señalan que el 5 a 35% de estos enlaces dobles que no han reaccionado ocurre en la masa principal. La capa superficial pegajosa es útil si se añade una segunda mezcla del compuesto al material fraguado; sin embargo, la presencia en la masa del compuesto de una gran cantidad de enlaces dobles de carbono que no han reaccionado podría estar relacionada con la erosión del material observada en la clínica.

b. Inducción fotoquímica:

b.1. LUZ ULTRAVIOLETA

Se puede utilizar luz ultravioleta y luz halógena para iniciar la polimerización de las resinas compuestas y es necesario tomar en cuenta los factores siguientes: 1) la seguridad de la fuente de luz; 2) las características de la fuente de luz; y 3) la velocidad y grado de polimerización.

SEGURIDAD

Se considera que la radiación electromagnética ultravioleta está formada por longitudes de onda de 200 a 400 nm, y varios autores han estudiado su uso en odontología. Está comprobado que la radiación ultravioleta de longitud de onda por debajo de 320 nm puede lesionar los tejidos, pero que la desnaturalización de las proteínas y el grado del daño dependen de la intensidad y duración de la exposición. El efecto de exposiciones breves pero repetidas suele ser semejante al de una sola exposición prolongada (mismo tiempo total). Cabe señalar la formación de productos pigmentados en el humor acuoso y cristalino de los ojos de conejos que fueron sometidos a luz ultravioleta de 365 nm.

El peligro que encierra el uso de radiación ultravioleta en odontología es la posibilidad de provocar lesiones agudas en el paciente o personal del consultorio y también el efecto a largo plazo sobre los virus y células en la boca. Los niveles de los umbrales de radiación ultravioleta para provocar fotoqueratitis o eritema cutáneo son bastante más altos que las dosis de radiación utilizadas durante períodos cortos a 365 nm para polimerizar las resinas compuestas. Asimismo, la energía que se necesita para provocar alteraciones celulares es mucho más grande que la utilizada en el curado de las resinas compuestas.

Por tanto, es posible que ocurran efectos adversos de los rayos ultravioletas pero únicamente a dosis mucho más altas que las necesarias para polimerizar los compuestos. Además, el uso correcto de las lámparas de luz ultravioleta evitará los riesgos importantes para el paciente o el personal del consultorio.

CARACTERÍSTICAS DE LAS LÁMPARAS DENTALES DE LUZ ULTRAVIOLETA

Las fuentes de rayos ultravioletas pueden ser una lámpara de vapores de mercurio de presión mediana de 50 vatios o una lámpara de descarga mercurial de presión alta de 100 vatios. La luz es dirigida sobre el compuesto por medio de una varilla de cuarzo, un tubo que contiene líquido o un haz de fibras de cuarzo doblado cerca de su punta. La varilla, el tubo o el haz de fibras están protegidos de tal suerte que sólo la punta emite luz.

Varios autores estudiaron las características espectrales de diferentes luces y comprobaron que todas las lámparas emitían luz ultravioleta de longitud de onda comprendida entre 365 y 367 nm.

La distribución de luz ultravioleta sobre el área iluminada tenía forma de cinta de herradura en la mitad anterior del área. Cuando la punta estaba a una distancia de 1 mm de la superficie, la intensidad era de 45 a 75 mW por cm^2 en la región de la herradura disminuyendo hasta 0 a 15 mW por cm^2 en la parte posterior y cerca de la periferia. Esta asimetría de la radiación era más marcada cuando la punta se hallaba entre 0 y 2 mm arriba de la superficie que cuando se mantenía entre 5 a 10 mm de la superficie.

Esto recalca la necesidad de vigilar el rendimiento de las lámparas de luz ultravioleta y de cambiar los bulbos cuando disminuye el rendimiento. También señala la necesidad de mantener limpias las puntas y sin restos de compuesto, así como la validez de recomendación de recorrer lentamente con la punta la superficie del compuesto para corregir la distribución irregular de la radiación sobre la región iluminada.

VELOCIDAD Y EXTENSIÓN DE LA POLIMERIZACIÓN

La presencia de éter benzoínico, generalmente éter metilbenzoínico, en cantidades de 2% en el oligómero diacrilato, provoca el principio de la polimerización al ser expuesto a luz ultravioleta. El éter metilbenzoínico absorbe fotones de energía suficiente para desdoblarlo en radicales libres que iniciarán la polimerización. La velocidad de polimerización es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la intensidad de la iluminación ultravioleta, y la profundidad de penetración de la luz ultravioleta es una función de la intensidad de la luz así como el coeficiente de absorción de la fase polimérica y de la fase inorgánica del relleno.

En condiciones comparables, la profundidad del curado de los compuestos con microrrelleno era generalmente inferior a la de los compuestos que contenían relleno de partículas más gruesas. Esta disminución de la profundidad de polimerización de los compuestos con relleno microfino puede explicarse por la mayor dispersión de la luz debido al gran número de partículas pequeñas, aunque su volumen sea menor que el de las partículas gruesas.

Al aumentar el tiempo de exposición a la luz ultravioleta, también aumentó la profundidad de curado.

Todas las luces pueden polimerizar las resinas compuestas; sin embargo, es necesario conocer las características de polimerización de los compuestos, así como las propiedades de la radiación luminosa en caso de que los compuestos sean utilizados en diferentes combinaciones.

INCONVENIENTES DE LA LUZ

- No permite la polimerización a través de tejidos calcificados.
- Poca profundidad de polimerización.

- Lesiones corneales.
- Tiempo de calentamiento.
- Pérdida de eficacia, (difícil de valorar) con el paso del tiempo.

b.2. LUZ HALÓGENA

La luz halógena ha sido utilizada para empezar la polimerización del BIS-GMA, o de los compuestos de dimetacrilato de uretano; fue empleada en un principio, para polimerizar un dimetacrilato acrilato-bisfenol A bis-etilenglicol fluorinado. Como hemos visto en la sección dedicada a los fotoiniciadores, las dicetonas que absorben luz azul de 420 a 470 nm forman grupos estimulados que inician la polimerización de radicales libres. Las lámparas de luz visible o halógena tienen un filtro azul y proporcionan una polimerización más profunda; esta ventaja se debe a una mejor transmisión de la luz visible por el compuesto, mayor polimerización en las zonas de las socavaduras retentivas, menos preocupación en cuanto a riesgos para la salud y envejecimiento menos rápido de las lámparas con el uso.

TIPOS DE LÁMPARAS DE LUZ HALÓGENA O VISIBLE

Existen tres tipos básicos de unidades de polimerización por luz halógena: las lámparas tradicionales de manguera, las lámparas tipo pistola y las unidades de pieza de mano, cada una de ellas, con sus particularidades, en cuanto a la forma de presentación de la luz, el ventilador, interruptores de puesta en marcha y la transmisión de luz a través de la fibra de vidrio.

Es conveniente, para conseguir mayor profundidad de polimerización y evitar la dispersión de la luz por las partículas de relleno, que la

longitud de onda de la luz visible sea más del doble del diámetro de las partículas de relleno.

Así pues, las **ventajas de la luz halógena** con respecto a la luz ultravioleta son:

- a) Mayor profundidad de polimerización.
- b) Mayor rapidez de polimerización.
- c) Emisión más constante de energía.
- d) No hay que esperar el calentamiento de la lámpara.
- e) Menor riesgo (Baum, 1984).
- f) Mayor duración de la lámpara.

Por ello, en clínica se han sustituido las lámparas de luz ultravioleta por las de luz visible, teniendo no obstante precauciones (por los problemas, que puede provocar en retina) usando filtros.

CUADRO Nº 2: Tipos de polimerización

COMPOSITE	INICIADOR	ACTIVADOR O ACELERADOR
Quimipolimerizable	Peróxido de Benzoilo	Amina (Dimetil Toluidina)
Fotopolimerizable luz ultravioleta	Eter Alquil Benzoico	Longitud de onda 365 nm. Luz u.v.
Fotopolimerizable luz halógena	Dicetona (Canforoquinoma)	Longitud de onda 420 a 470 nm. Luz halógena.

Respecto a los composites y su tipo de polimerización diremos que:

1. **Las ventajas de los composites quimiopolimerizables** son, que no hay límite de profundidad de fraguado y que la contracción de polimerización se realiza hacia el centro de la masa, distribuyéndose por todas las paredes de la cavidad y no concentrándose por lo tanto en el fondo. Sin embargo, al polimerizar en bloque, la desadaptación marginal es mayor en conjunto.
2. **Ventajas clínicas de los composites fotopolimerizables sobre los quimiopolimerizables:**
 - a) Mayor estabilidad del color.
 - b) Aumenta la resistencia al desgaste (Jordan, 1987).
 - c) Permiten mayor tiempo de trabajo.
 - d) Fraguado rápido (de 40-60 segundos).
 - e) Pueden aplicarse por capas, con incrementos bucolinguales, (Técnica aposicional) minimizando así, la desadaptación marginal por contracción.
 - f) Se puede probar el color antes de fraguar y modelarse bien antes de endurecer.
 - g) Reducen la porosidad de la restauración y el desgaste. (Dennison y col., 1986).
 - h) Se incorpora menos aire (no espatulación). (Lutz, 1983a).
 - i) Se decoloran menos, al haber menos amina terciaria residual presente.

3. Inconvenientes de las resinas compuestas fotopolimerizables por luz halógena:

- a) Contracción de polimerización hacia el foco, concentrándose en el fondo de la obturación.
- b) La profundidad de polimerización es limitada y depende de la distancia del foco luminoso, ángulo de incidencia, tiempo de aplicación, color del composite, temperatura y composición del material.
- c) No sirven para sistemas colados de adhesión directa ya que la luz inicial para la polimerización, no penetra en el esqueleto metálico sin perforaciones. (Mc Laughlin, 1987).

2. CLASIFICACIÓN, SEGÚN SEA EL TAMAÑO DE LA PARTÍCULA DE RELLENO INORGÁNICO (Jordan, 1987)

El diámetro de la partícula de relleno inorgánico puede situarse en valores que oscilan entre 0,04 y 15-30 μ .

Esto influye en la capacidad de pulido.

- a) Los composites en los que la partícula de relleno es de tamaño **submicrónico**, tras un acabado adecuado muestran una superficie lisa, cristalina, reflexiva, parecida a la del esmalte intacto. Se llaman de micropartícula.
- b) Los composites en los cuales las partículas de relleno inorgánico miden entre 1-8 μ , presentan después del acabado una superficie más mate y menos reflexiva. Son clasificados como de partícula intermedia (Leinfelder, 1985).
- c) Los composites cuyas partículas de relleno inorgánico miden más de 8-10 μ , tras el acabado presentan una superficie mate y sin reflejos. Son llamados de macropartícula.

3. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL CONTENIDO DE LAS PARTÍCULAS DE RELLENO (Lutz y col., 1983b)

La cantidad de contenido de relleno inorgánico por unidad de peso en un determinado composite es una consideración clínica importante, que puede utilizarse para predecir la resistencia de dicho material en cavidades donde van a soportar tensiones y desgastes importantes: Clases I, II y IV.

- a) Un composite con más de un 75% de contenido inorgánico en peso se denomina composite de **alto contenido o macrorrelleno**.
- b) Los composites de un contenido inorgánico en peso del 66% o menos se denominan de **bajo contenido o microrrelleno**.

Los primeros son muy resistentes a las fracturas en situaciones de soporte de tensión, mientras que los de microrrelleno son considerablemente menos resistentes, pero más pulibles (Jordan, 1987).

El tamaño de la partícula de relleno y su contenido en peso, son variables interrelacionados. Se estudia la posibilidad de desarrollar un composite de alto contenido con partículas de relleno de menos de $1\ \mu$ de diámetro, lo cual si es posible cuando la partícula es de más de $1\ \mu$:

- a) **Composites macrorrellenos**. Con un contenido en peso de relleno inorgánico de un 75% o más. Estos materiales macrorrellenos pueden ser de partícula grande, tamaño mayor a $10\ \mu$ o composites tradiciona-

les y de partícula pequeña, tamaño menor a $10\ \mu$. Los dos componentes de relleno más utilizados son el cuarzo y cristales de bario.

- b) **Composites microrrellenos.** Su partícula de relleno es submicrónica y la resina base sólo es capaz de aceptar una limitada cantidad de relleno. El máximo contenido de relleno en peso que permite su utilización o manejo está en torno al 51-52% e incluso no alcanza en ocasiones más que un 36-37%. El tamaño de la partícula suele ser de $0,02$ a $0,2\ \mu$.

Las resinas microrrellenas pueden ser: 1) **homogéneas**, matriz rellena con sílice pirólica, o bien 2) **microrrellenas heterogéneas**, con partículas prepolimerizadas en forma de astilla, esféricas o con complejos de microrrellenador aglomerados (Lutz y col., 1983b).

A las partículas de refuerzo prepolimerizadas también se les ha denominado **refuerzos orgánicos**, puesto que la matriz de las partículas de refuerzo es orgánica y el sílice inorgánico queda alojado en el interior de la matriz (Suñol, 1986).

La característica interesante y atractiva de las resinas microrrellenadas es que permiten un acabado con superficie sumamente lisa, lo cual ha sido siempre uno de los grandes problemas de los compuestos tradicionales. Durante el acabado, por lo general se cortan partículas del relleno cuya dureza y resistencia a la abrasión son totalmente diferentes de las de la matriz de resina. Esto produce una superficie rugosa, pues las partículas son arrancadas o quedan fijas a la matriz.

En cambio, cuando se hace el acabado de las resinas microrrellenas, las partículas polimerizadas del relleno se desgastan con la misma velocidad que las de la matriz, lo cual produce una superficie mucho más

lisa. Aun si son desalojadas algunas partículas muy pequeñas de sílice coloidal, las irregularidades de la superficie serán invisibles a la inspección ocular.

Sin embargo, como sucede con todos los materiales dentales, si se cambia la fórmula para aumentar una de las propiedades, siempre existe el peligro de que otras características deseables sean alteradas o sacrificadas. En este caso, el problema reside en que debido al tamaño de las partículas de sílice (por tanto área superficial muy grande), se podrá incorporar una cantidad menor de relleno.

Así, el compuesto microrrellenado, contiene más matriz de resina y, por consiguiente, también serán modificadas algunas propiedades. Estas resinas son más blandas, los coeficientes de expansión térmica y de contracción por polimerización son un poco más elevados y la sorción de agua es quizá más intensa. Tal vez, lo más importante es que la estabilidad del color puede no ser tan buena.

c) **Composites híbridos.** Los sistemas **híbridos** son llamados así, porque contienen un relleno **bimodal** o composites mezcla. En efecto, estos materiales tienen dos tipos de relleno inorgánico:

- micropartículas de $0,04\ \mu$
- macropartículas de 1 a $15\ \mu$

Son más pulibles que los de macrorrelleno, pero menos que los de microrrelleno (Garber, 1989).

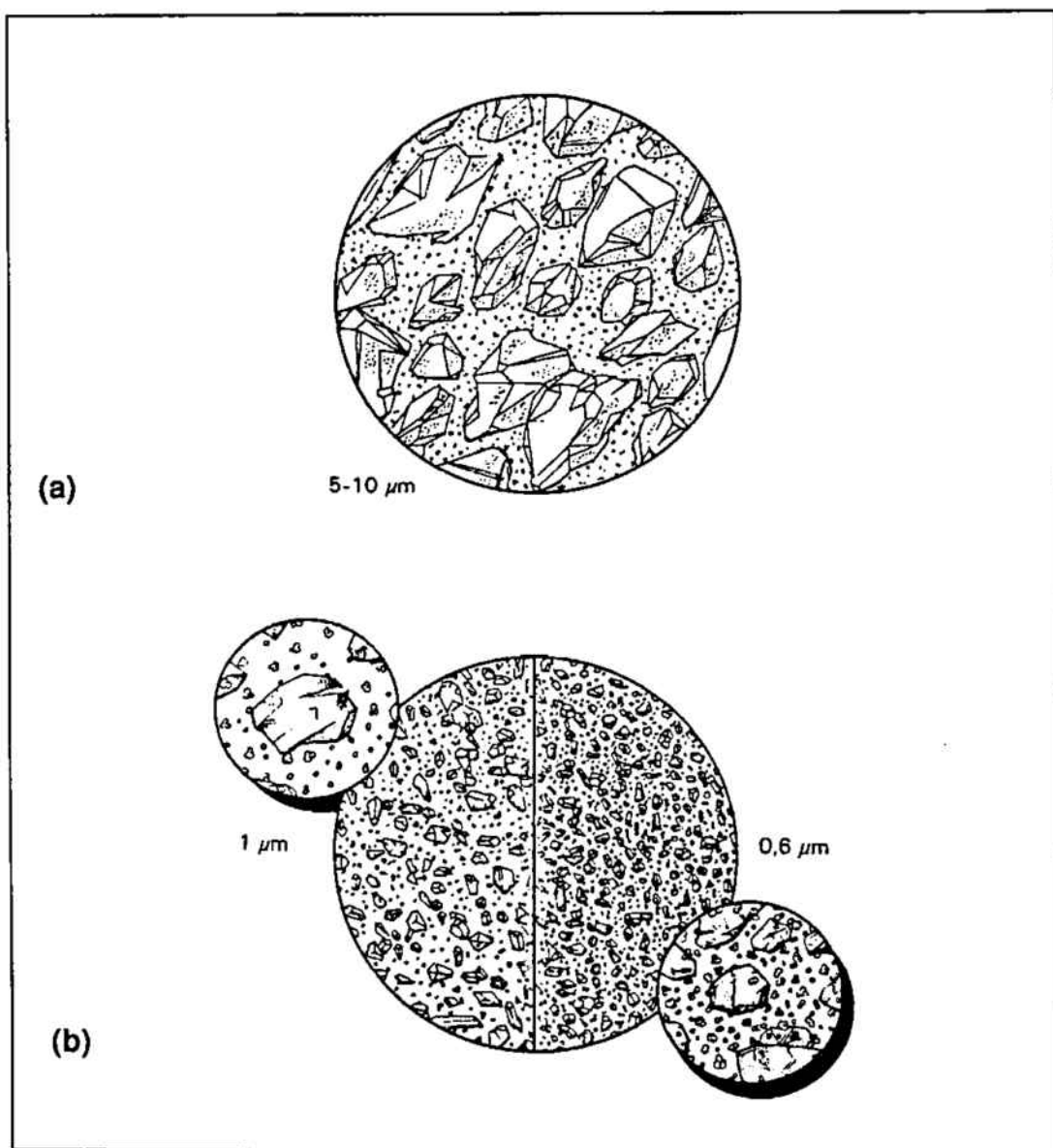
En general tienen un gran contenido inorgánico (76-80% o más) en peso y combinan una razonable capacidad de pulido con una gran resistencia a la fractura (Jordan, 1987).

Todo profesional deberá disponer así de un material de microrrelleno e híbrido como mínimo, (Fig. 1) si no utiliza también además uno de macrorrelleno.

En según que casos puede utilizar una técnica «laminada» combinando primero materiales de macro o híbrido y posteriormente se coloca un material de microrrelleno como faceta estética labial (Kudman, 1988).

Este tipo de restauración laminada combina la resistencia a la fractura y capacidad de pulido (Jordan, 1986).

FIGURA 1



(a) Resinas compuestas de microrrelleno (gránulo de aglomerado), de los que se utilizan en las partículas prepolimerizadas y en la matriz de resina circundante. (b) Resinas compuestas híbridas de diferente tamaño promedio de partícula (Albers, 1988).

V. PROPIEDADES DE LAS RESINAS COMPUESTAS

1. PROPIEDADES FÍSICAS

Como la composición de estas resinas influye sobre sus propiedades, trataremos de relacionarlas en esta sección. Entre las propiedades físicas cabe mencionar:

- a) Cambios dimensionales provocados por la polimerización.
- b) Porosidad.
- c) Características térmicas:
 - c.1) Coeficiente de expansión térmica.
 - c.2) Conductividad térmica.
- d) Absorción de agua y solubilidad.
- e) Hidrofila.
- f) Color.
- g) Radiopacidad.

a) Cambios dimensionales provocados por la polimerización

La contracción volumétrica que ocurre durante la polimerización es generalmente de 1.2 a 1.3%. Puesto que la contracción es consecuencia de la polimerización, la cantidad y el tipo de los monómeros y oligómeros presentes tendrán efecto directo sobre el grado de contracción. Para los compuestos de microrrelleno, se estima que contracciones de 1.7 a 2.0% son cifras razonables basándose en las fracciones de volumen de las fases orgánicas e inorgánica. Estos valores son bastante más pequeños que el 5% de contracción observado en los materiales restauradores de metilmetacrilato. También se puede valorar la contracción lineal en %.

b) Porosidad

La porosidad existe en todos los compuestos clínicos y varios investigadores han examinado los factores que pueden influenciarla. Por lo general, la porosidad oscila entre 0,3 a 8,4% (Godfredsen y col., 1983; Roulet y col., 1983). Se ha observado que la inyección de materiales con jeringa producía más porosidad que cuando éste era colocado con un instrumento. Los compuestos suministrados en forma de cápsula suelen ser más porosos.

También se sabe que se podría reducir considerablemente la porosidad aplicando presión breve al compuesto mezclado, y que el grado de esta reducción es una función de la viscosidad de la pasta mezclada.

c) Características Térmicas

C.1) COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA

El coeficiente de expansión lineal aumenta al subir la temperatura y los valores promedio típicos entre 0° y 60°C oscilan entre 26 y 40 x 10⁻⁶ por °C (PPM/°C). En base a valores para selladores sin relleno con fase orgánica comparable, de 80 a 90 x 10⁻⁶ por °C, los coeficientes de expansión de las resinas compuestas son bastante más bajos. Esta propiedad debe reducir la fuga o filtración marginal de los compuestos en comparación con los materiales restauradores de poli (metilmetacrilato). Cabe señalar que debido al gran volumen de la fase orgánica, los valores de los coeficientes de expansión de los compuestos de microrrelleno fluctúan entre 46 y 70 x 10⁻⁶ por °C. El coeficiente de expansión térmica para las estructuras dentales oscila entre 10 y 15 x 10⁻⁶ por °C, lo cual indica la importancia de este factor (Lambrechts y col., 1987).

El valor es inversamente proporcional a la carga de relleno inorgánico, a mayor carga, menor expansión (Lasfargues y col., 1986).

C.2) CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

Las resinas compuestas son pobres conductores. Los valores de conductividad térmica de las resinas compuestas se halla entre 25 y 33 x 10⁻⁴ cal por seg por cm² (°C por cm), que pueden compararse favorablemente con la conductividad de la dentina de 18 x 10⁻⁴ y del esmalte de 21 x 10⁻⁴. Aunque no existen datos acerca de la conductividad de los compuestos de microrrelleno cálculos aproximados de 15 a 10 x 10⁻⁴ cal. por seg. por cm² (°C por cm) parecen razonables para la conductividad térmica (Phillips, 1981).

Los valores de los composites son menores que los de la amalgama, y los microrrellenos menor que los macrorrellenos. El valor de conductividad térmica nos indica la rapidez con que un material alcanza el nuevo equilibrio de temperatura, cuando ésta es modificada.

d) Absorción de agua y solubilidad

La absorción de agua condiciona el hinchamiento de la matriz orgánica aumentando así el volumen de la restauración. En todo caso las posibles fisuras marginales son cerradas de forma secundaria. Suele predominar este aumento de volumen, sobre la contracción de polimerización.

La absorción de agua tiene relación con la estética de la restauración ya que las propiedades de color de la matriz orgánica y de los colorantes añadidos, son en cierta manera modificados por la absorción de agua, al entrar en la restauración con el líquido, partículas extrañas y pigmentos.

La absorción de agua, también influye en la adhesión ya que la fuerza de unión puede disminuir entre el esmalte y la resina por un ingreso excesivo de agua. Las propiedades mecánicas del composite disminuyen si está hidrolizado.

Buenas propiedades mecánicas, cierre perfecto de margen e integridad de la forma anatómica de una obturación, están garantizadas, si el material es insoluble en sus componentes y en las uniones de estos entre sí (Lutz y col., 1976).

La absorción de agua y la solubilidad de los compuestos son de 0,6 y 0,05 mg por cm², respectivamente. El tiempo requerido para alcanzar el equilibrio con el agua es mucho más largo que con las resinas com-

puestas para los materiales restauradores de poli (metilmetacrilato). Muestras de compuestos de 1.0 mm de espesor necesitan más de 14 días para alcanzar el equilibrio a la temperatura corporal. Por tanto el coeficiente de difusión para las resinas compuestas es de aproximadamente $1.1 \text{ a } 3.1 \times 10^{-9} \text{ mg/cm}^2 \text{ por seg}$ y de nuevo $16 \times 10^{-9} \text{ mg cm}^2 \text{ por seg}$ para el poli (metilmetacrilato). La captación de agua por las resinas compuestas provoca la expansión higroscópica y es regulada por la difusión a través de la matriz polimérica en función del grado de enlaces cruzados. Así, los compuestos con importante enrejado de cadenas cruzadas tendrán índices más bajos de difusión que los materiales de poli (metil metacrilato) de pocas cadenas cruzadas (Phillips, 1981).

e) Hidrofilia

El grado de hidrofilia, es indicado por el ángulo de contacto, que forma una gota de agua con el compuesto y es importante porque influye en la filtración marginal y en el color de la superficie del material restaurador. El ángulo de contacto del agua sobre los compuestos es de aproximadamente 65° y el compuesto es clasificado entonces como sólido hidrófilo (menor de 90°). El estado ideal para una unión adhesiva, es que el líquido tenga un ángulo de contacto igual a cero (Ibsen y col., 1977).

Si la energía superficial libre (E.S.L.) es mayor que la tensión superficial (T.S.), el ángulo de contacto es pequeño.

f) Color

Se debe a pigmentos metálicos que se incorporan al composite. La estabilidad cromática es un factor importante a la hora de seleccionar un composite y los colores han de poderse clasificar como habituales y especiales, a la hora de hacer práctico el tratamiento. Cuando el composite es rugoso **la intensidad de color o croma** puede parecer más claro, ya que la luz está siendo refractada y no reflejada.

Otros parámetros a valorar en el color son:

La longitud de onda dominante o matriz y el brillo.

El croma y matriz son propiedades inherentes de los materiales y el brillo puede afectarse por factores como el acabado de la superficie (Anderson y col., 1988).

g) Radiopacidad

La proporcionan los cristales de bario y estroncio. Es un requerimiento que nos ayuda a diagnosticar caries recidivantes, sobre todo en piezas posteriores (Espelid y col., 1987).

2. PROPIEDADES MECÁNICAS

En general podemos decir que son semejantes a las de las estructuras dentarias. (Ver cuadro nº 3).

- a) Resistencia a la compresión.
- b) Resistencia a la tracción.
- c) Módulo elástico.
- d) Límite proporcional.
- e) Dureza.
- f) Resilencia.

a y b) La resistencia a la compresión y tracción

Representa el esfuerzo máximo en tracción o compresión que puede soportar el material antes de romperse.

La resistencia a la compresión oscila entre 139 a 260 MPa para los compuestos tradicionales. Se cree que es suficiente para soportar fuerzas de oclusión.

En la **tracción**, el valor es de 31,5 a 39 MPa. Depende de la unión relleno-matriz (Anderlini, 1988).

c) Módulo elástico o de Young (E) = T/D = GPa.

Relación entre la tensión y deformación o alargamiento. Es la medida de la rigidez del material. Si el módulo elástico aumenta, la deformación baja por unidad de tensión aplicada y al revés. En regiones

posteriores se ha de trabajar con composites de elevado módulo elástico. Los compuestos tradicionales poseen un valor de 10-16 GPa (Leinfelder, 1985). Los híbridos 13-29 GPa (Anderlini, 1988) y los de microrrelleno 5-11 GPa. Para Anderson (1988), es de 14 GPa los híbridos y 6 GPa los de microrrelleno.

d) Límite proporcional

La fuerza máxima a la cual la tensión y la deformación ofrecen una interrelación lineal. Si se supera el límite proporcional, la deformación es permanente.

e) Dureza

Es la resistencia de un material al rayado, a la abrasión o a la indentación. Los valores de esta propiedad se expresan en unidades llamadas nº de dureza Knoop (KHN) ó de Rockwell (H) que representa el número de kilos requerido para producir un área de indentación de 1 mm² (Peyton, 1964). La dureza depende del grado de polimerización y de la inserción cuidadosa, en condiciones de sequedad.

f) Resilencia

Energía que absorbe la unidad de volumen de material hasta que ocurren deformaciones permanentes. A mayor relleno, tenemos menor resiliencia. La deformación es definida por «creep».

El módulo de Young y otras propiedades como dureza, fuerza, resiliencia, tenacidad, fatiga y usura están fuertemente relacionadas y nos dan una idea de las propiedades mecánicas del composite, si tenemos en cuenta estos valores.

CUADRO N° 3.

Cuadro de propiedades Físicas y Mecánicas de los composites, comparados con otros materiales y estructuras dentarias
(Lasfargues y Lusardi, 1986, modificado)

	CMI	CT	CH	RA	AP	E	D
Absorción de agua mg/cm ²	1,2-2	0,2-0,8	0,2-0,6	—	—	—	—
Coef. de Exp. tér x 10 ⁻⁶ C	45-70	25-40	19-32	—	22	11,4	8,3
Porosidad % Vol.	0,3-3,8	0,7-8,4	0,18-2,5	—	—	—	—
Contracción Polim. % Vol.	3,2-5,4	2,6-5,4	3,5	5	—	—	—
R. a la compresión MPa	190-260	250-300	300-450	83	350-500	400	300
R. a la tracción MPa	30-56	35-50	51,7-66,8	21	60	103	51,7
Módulo de elasticidad GPa	3,2	7,1-16,6	13,7	24	—	82,5	18,5
Dureza Knoop (KHN) (Lutz, 1976)	50-80	50-80	50-80	16-20	90	320-340	65-75

- CMI = Composite microrrelleno
- CT = Composite Tradicional
- CH = Composite Híbrido
- RA = Resina acrílica
- AP = Amalgama de plata
- E = Esmalte
- D = Dentina

3. LAS PROPIEDADES CLÍNICAS MÁS RELEVANTES SON:

- a) El desgaste.
- b) La estabilidad de color.
- c) El filtrado marginal.
- d) La recuperación estructural de la pieza restaurada.

a) PROCESO DE DESGASTE

Los composites convencionales y los de microrrelleno consisten en un conjunto de partículas inorgánicas suspendidas en una estructura de resina. Cuando se colocan, no sólo la superficie, sino toda la masa es rica en resina.

Al entrar en contacto con los dientes opuestos durante la masticación o durante el cepillado de los dientes, se produce una abrasión que hace que la resina blanda se desmorone y queden expuestas las partículas de relleno inorgánico de gran dureza.

Cuando se ha desgastado gran cantidad de resina, las partículas de relleno se desmoronan y se pierden.

Vuelve a quedar expuesta una superficie rica en resina y el proceso de desgaste continua, resultando la pérdida de la anatomía de la restauración. Este es el proceso aceptado para explicar el desgaste de los composites.

Aunque las resinas que forman los composites se han ido mejorando durante años y generalmente muestran un desgaste aceptable en las restauraciones en anteriores, todavía estos composites están formados por una resina-matriz y son objeto de un gran desgaste cuando se emplean en posteriores.

Se teorizó que aumentando el volumen de relleno inorgánico y minimizando el contenido de resina, la resina blanda estaría protegida y por lo tanto se reduciría considerablemente el desgaste.

Así pues, alentados por la semejanza de ciertas propiedades de las resinas compuestas con la amalgama, se comenzaron a utilizar en la obturación de dientes posteriores.

El sistema de deterioro de las amalgamas es fundamentalmente corrosivo y la deformación por desgaste superficial es mínima. Las resinas compuestas se alteran por el desgaste mecánico al ser comprimido el alimento entre la restauración y el diente antagonista durante la masticación y en la deglución. Estudios comparativos de desgaste en ambos materiales no fueron significativos durante el primer año, un año más tarde revelaron resultados sustancialmente diferentes, mostrando que en las restauraciones de dientes posteriores con resinas compuestas, se producía una velocidad acelerada de desgaste durante el segundo año de servicio (Phillips, 1972). Valentine, en 1988, opina que el resultado promedio del desgaste total, en 3 años, es de 135 μ .

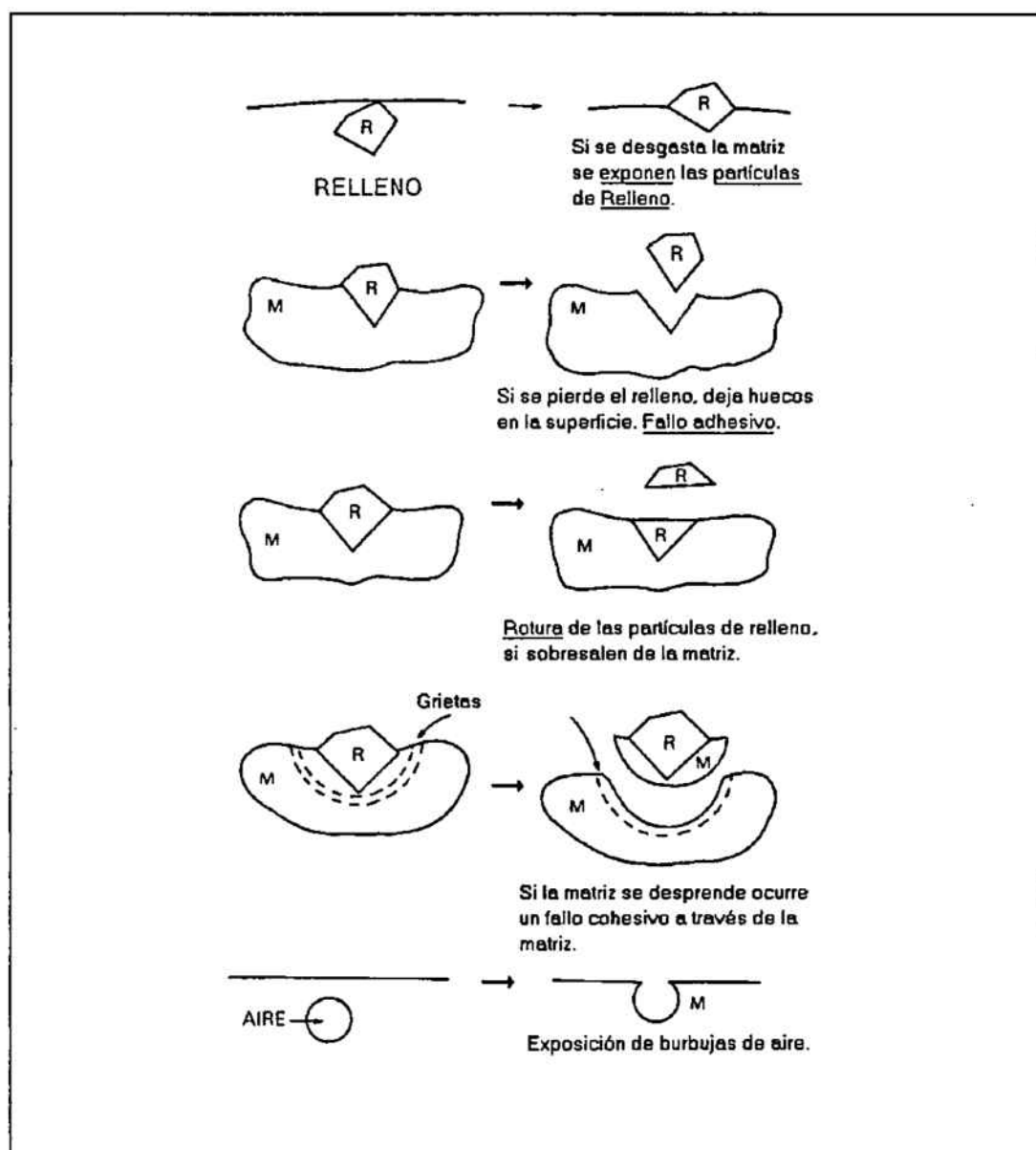
Lutz, en 1984 mide la pérdida superficial de material en obturaciones de Clase II, siendo de 39 μ para la amalgama y 62 μ para el composite, si la cavidad es grande (Haupt y col., 1985); (Derkson y col., 1984).

El desgaste está influenciado por:

- a-1. La cantidad de relleno
- a-2. Tamaño y dureza de las partículas de relleno
- a-3. El contenido de la resina
- a-4. El agente de unión del relleno
- a-5. La porosidad dentro del material
- a-6. El método de polimerización

Los **mecanismos de desgaste** son producidos por: desgaste de la matriz del polímero, fallo adhesivo, desgarramiento de las partículas de la carga, fallo cohesivo de la matriz y exposición de burbujas de aire. (Fig. 2).

FIGURA 2. Mecanismos de Desgaste (Albers, 1988).



INFLUENCIA EN EL DESGASTE

a-1. CANTIDAD DE RELLENO

Los híbridos y los composites de partículas pequeñas son los que mejor resisten el desgaste de la masticación porque las partículas pequeñas dejan el hueco más pequeño, si se desprenden.

El fenómeno de desgaste trae consecuencias clínicas nefastas, como: la sobreerupción del diente antagonista y el desgaste de las áreas de contacto, con migraciones mesiales. El desgaste está directamente relacionado con la **posición anatómica del diente**, cuanto más hacia distal esté ubicado el diente, tanto mayor es el desgaste y con el **tamaño de la cavidad**, a mayor anchura buco-lingual de la cavidad, mayor será el desgaste.

a-2. TAMAÑO DE LA PARTÍCULA

Las restauraciones con composites de macrorrelleno, muestran que el desgaste de la superficie oclusal se desplaza de forma paralela a la superficie original, de manera que la magnitud de la abrasión podría medirse por la profundidad hasta la que se han expuesto las paredes de la cavidad y parece ser de 30 μ por año. En las restauraciones de **microrrelleno**, la abrasión no expone las paredes de la cavidad y muestra **menos desgaste que las de macrorrelleno** (Jorgensen y col., 1978).

En los composites convencionales de macrorrelleno, al ser abrasionados por los alimentos, solamente es atacada la matriz del polímero entre las partículas de relleno. Las partículas duras de cerámica no están

alteradas, pero una vez que el diámetro crítico de la partícula es expuesto, la partícula cae.

Los composites de microrrelleno se abrasionan uniformemente. Al disminuir el tamaño de la partícula va a aumentar el número de partículas por unidad de volumen, reduciéndose así la concentración de stress localizados (1 a 5 micras por año de desgaste).

La dureza. Al disminuir la dureza, la partícula absorbe bastantes fuerzas de la masticación antes de transmitir las a la resina circundante, disminuyendo el resquebrajamiento de la resina (Leinfelder, 1983).

a-3. CONTENIDO DE BIS - GMA

A mayor proporción de BIS - GMA, menor extensión de la polimerización y menor dureza después de haberlas introducido en soluciones reblandecientes (alcohol) (Asmussen, 1982). A mayor cantidad de BIS - GMA más reblandecimiento en ácidos propiónico y acético y gran susceptibilidad al desgaste.

Las composites macrorrellenos altamente cargados contienen relativamente poco BIS - GMA y poseen mejor resistencia al desgaste.

a-4. EL AGENTE DE UNIÓN DEL RELLENO determina la relación de la resina y el relleno inorgánico así como su mantenimiento en condiciones de unión química. Ayuda a reducir el desgaste.

a-5. LA POROSIDAD (Wilder y col., 1984)

En un trabajo seguido a lo largo de cinco años observaron que los materiales con poca porosidad se desgastan menos que los de mayor porosidad. Su mecanismo de actuación no se conoce, aunque parece ser si-

milar al que provoca el desgaste en los composites convencionales, con rellenos de cerámica grandes y duros.

Cuando las porosidades aparecen en la superficie, existe una alta concentración de tensiones a través del borde de las mismas, con un rápido deterioro y pérdida del material que las rodea.

a-6. EL MÉTODO DE POLIMERIZACIÓN

Los materiales fotopolimerizables incorporan menos poros teniendo por ello un menor desgaste.

b) ESTABILIDAD DEL COLOR

Las obturaciones con resinas compuestas no presentan actualmente un color totalmente estable, virando hacia el amarillo-marrón.

Existen dos tipos de decoloraciones:

b-1. DECOLORACIÓN INTERNA, debida a la oxidación de un exceso de aminas en el polímero de fraguado químico. Las aminas aromáticas son más cromogénicas.

Un aumento en la relación amina / peróxido de benzoilo produce un aumento de la decoloración. A mayor cantidad de BIS - GMA en el monómero mayor decoloración (Assmusen, 1985).

Los composites químicamente curados son menos estables que los fotopolimerizables (Wilder y col., 1983) por la ausencia de aminas en los composites vulcanizados con luz ultravioleta y visible.

Los estudios sobre la estabilidad de color en los composites polimerizados con luz visible son escasos, pero parecen más estables que los quimiopolimerizables.

b-2. DECOLORACIÓN SUPERFICIAL. Se debe sobre todo al reblandecimiento de la superficie del composite. A mayor contenido de BIS - GMA en el monómero, menos extensión de polimerización, con mayor reblandecimiento de la superficie. Un polímero reblandecido posee una estructura más suelta, por la que la materia colorante puede difundir más fácilmente.

Los composites de micropartícula poseen una superficie más lisa y pulida, con menor tendencia a retener placa que las superficies rugosas y por ello, con menor decoloración superficial.

c) FILTRACIÓN MARGINAL

Es una propiedad interesantísima y de gran repercusión clínica. Gran parte de las obturaciones realizadas con resina compuesta producen: sintomatología dolorosa postoperatoria, caries secundaria y decoloración marginal debidas a la filtración.

Los ensayos de penetración in vitro se han realizado tradicionalmente como una medida de la habilidad del material para prevenir microfiltraciones. No existe un método standard para realizar estos ensayos. Las metodologías varían algo de investigador en investigador.

Cuando un material restaurador Composite polimeriza, se contrae o encoge. Si el adhesivo que se une a la estructura del diente no consigue una unión suficientemente elevada, la fuerza de contracción de polimerización puede desplazar al adhesivo de las paredes de la cavidad formando lo que comúnmente se denomina una brecha de contracción. Si se forma una brecha de contracción de tamaño suficientemente grande en los márgenes, facilitará el acceso de bacterias y fluidos orales.

Ya que los valores de adhesión al esmalte grabado son suficientemente elevados, las brechas de contracción, raramente tienen lugar en los márgenes del esmalte. La adhesión a dentina es inferior al esmalte grabado por lo que las brechas de contracción se forman en los márgenes de la dentina. El aumento en la adhesión a dentina reducirá la formación de brechas de contracción y de microfiltraciones en estos lugares.

Como el efecto de la contracción del composite sucede al mismo tiempo que polimeriza el composite, es muy importante que la adhesión se consiga durante el tiempo de polimerización del adhesivo. El adhesivo se unirá antes de que el composite se contraiga y evitará la formación de brechas.

Los principales factores que influyen en este desajuste marginal son:

- c-1. Contracción de polimerización
- c-2. Expansión higroscópica
- c-3. Expansión térmica

c-1. CONTRACCIÓN DE POLIMERIZACIÓN.

A mayor contenido de BIS-GMA en el monómero, se produce mayor contracción. En conjunto, la contracción volumétrica varía del 1,2 al 5% (Anderlini, 1988).

En los composites fotopolimerizables, el 80% del encogimiento se produce en los primeros 10 a 15 segundos y se dirige hacia la superficie iluminada, de modo que la grieta se produce en el fondo. Para minimizar el encogimiento es necesario rellenar la cavidad con pequeños incrementos e ir polimerizando por capas (técnica incremental). Hemos de dirigir

el encogimiento hacia la superficie libre. No debemos contraponer en un mismo incremento dos paredes opuestas y tampoco debemos cubrir zonas de esmalte y dentina a la vez, pues el composite quedará fijado a la unión más fuerte y se desprenderá de la más débil (dentina) (Asmussen, 1985; Davidson, 1989).

c-2. EXPANSIÓN HIGROSCÓPICA.

Tal como hemos dicho al hablar de las propiedades físicas de los composites en el apartado absorción de agua, ésta condiciona el aumento de volumen de la restauración por hinchazón de la matriz orgánica, compensando la contracción de polimerización y cerrando así, los posibles fallos marginales, si éstos no están ocupados por detritus.

Cuanto mayor sea el contenido de relleno, menor expansión se produce. Los composites de microrrelleno se expanden más. Algunos polímeros base distintos al BIS-GMA dan una tasa de expansión muy baja.

La entrada de agua que conlleva la expansión higroscópica es contraproducente, al provocar la hidrólisis del silano (Jacobsen, 1984).

c-3. EXPANSIÓN TÉRMICA.

Esta propiedad debe reducir la fuga o filtración marginal. Los composites de microrrelleno tienen menor cantidad de partículas que no se contraen y sufren mayor expansión térmica que los macrorrelenos (a mayor carga, menor expansión). El valor es inversamente proporcional a la carga de relleno, ya que el coeficiente lineal de dilatación por el calor depende del relleno inorgánico prácticamente inerte al calor.

Existen sin embargo, métodos para disminuir la filtración, los llamaremos medios de fijación o adhesión (Navajas, 1988).

MEDIOS DE ADHESIÓN: Son los encargados de evitar la filtración o minimizarla (Depew y col., 1988).

1. Adhesión al esmalte

La fijación al esmalte se basa en la consecución de una traba micromecánica que aumenta la adhesión por medio de la desmineralización del esmalte, utilizando diversos ácidos.

GRABADO CON ÁCIDOS

Una de las innovaciones del uso de las resinas como material restaurador fué la aceptación universal de las técnicas de grabado con ácido. La aplicación de ácido fosfórico a la superficie adamantina aumenta considerablemente la unión mecánica de la resina con esta superficie.

FACTORES QUE INTERVIENEN:

Para incrementar la retención de la resina:

- 1) **El ácido**, al limpiar el esmalte de los detritus formados por los instrumentos cortantes, crea condiciones favorables para un contacto más estrecho entre el diente y la resina cuando ésta se desliza sobre su superficie.
- 2) Otro factor más importante es que **la descalcificación** muy leve provocada por el ácido produce pequeños agujeros (de 20 a 30 μ) en el esmalte (Gwinnett, 1981). Cuando la viscosidad de la resina no es muy grande, ésta penetra en las zonas grabadas para formar una serie de

«empalmes» resinosos que ayudarán a sujetar la masa de la resina. Asimismo, el grabado **aumenta el área total de la superficie dental** y, por tanto la capacidad para la **unión mecánica**.

El grabado con ácido es un auxiliar valioso para el empleo de las resinas en Odontología restauradora, porque en ciertos casos, una unión mecánica fuerte permitirá simplificar el procedimiento operatorio. Por ejemplo, siempre se ha considerado que las espigas eran imprescindibles para las restauraciones de resinas clase IV. En muchas restauraciones típicas de clase IV, el grabado del esmalte con ácido proporcionará la retención suficiente sin ayuda de las espigas.

Esta técnica, fue iniciada por Buonocore en 1955 utilizando ácido fosfórico sobre la superficie del esmalte, transformándose en autorretenitivo por la formación de unas porosidades de hasta 100 μ de profundidad si el ácido actúa sobre secciones transversales o perpendiculares de los prismas, **patrón 1 de grabado**. Si lo hace sobre secciones longitudinales, en lugar de conseguir el grabado anterior también llamado «**en panel de abeja**», se consigue otro patrón mucho menos retentivo en **forma de «bañeras»** (Jacobsen, 1984). Para Reisbick (1985), la penetración con ácido fosfórico al 50% es de 19 μ , y al 30% es de 30 μ .

En estas rugosidades penetran las resinas de los composites, mejor aún las resinas sin relleno o un adhesivo dentinario apropiado, arrastrados por atracción capilar. El sistema adhesivo, siempre se adhiere más a esmalte que a dentina (Hembree, 1988).

Las principales fuerzas de mojado son las de Van Der Waals, se producen por la interacción de dipolos permanentes de moléculas adyacentes. Las moléculas con dipolos permanentes, a su vez pueden inducir dipolos en las adyacentes y crear fuerzas de Debye. También tienen efecto las fuerzas de dispersión de London. Lee y Orlowski en 1977 atribuyen

la mayor resistencia de la unión de la resina al esmalte a las fuerzas intermoleculares, mientras que para Buonocore (1981) y Reisbick (1985) la unión más importante se consigue por la traba micromecánica ya que aumenta la retención.

El grado de penetración del monómero depende del ángulo de contacto, que es directamente proporcional a la viscosidad de la sustancia humectante (Huntsberger, 1965).

Según Schwartz y col. (1965) la relación entre energía superficial del sólido y la tensión superficial del líquido, es importante. Con el método de grabado ácido se consigue también aumentar la energía de la superficie del esmalte y permitiría la mejor adherencia de las resinas. Por lo anteriormente expuesto, nos planteamos el uso de una resina intermedia sin relleno o de baja viscosidad antes de la inserción de la resina compuesta.

Cuando el composite se aplica directamente sobre la superficie grabada quedan atrapadas un considerable número de burbujas de aire en la interfase y en la clínica, debido a la rigidez del composite, puede ser difícil ejercer presión suficiente sobre el material para obtener contacto con el esmalte, contacto que es requisito previo para la atracción capilar del monómero (Zidan y col., 1982).

Si colocamos debajo del composite un agente de unión o una resina de interfase, logramos las cincuenta micras de penetración con mayor seguridad, uniformidad y en ausencia de aire. Descenderemos la decoloración marginal de un 31% a un 17% y la fuerza de unión esmalte - restauración será de 18 a 20 MPa (Hansen y col., 1984).

Se necesitan todavía estudios clínicos más minuciosos para determinar si el mejor sellado creado por el grabado puede reducir las manchas marginales que aparecen alrededor de las restauraciones hechas con resinas, aunque podemos suponer que sí puede lograrlo.

Sin embargo, la técnica de grabado con ácido, no es un método que pueda realizarse al azar. Varios factores influyen directamente en la eficacia del procedimiento; entre estos cabe mencionar:

- 1) Concentración del ácido.
- 2) Tiempo de aplicación.
- 3) Técnica de aplicación.
- 4) Tiempo de lavado y secado.
- 5) Aislamiento.

Para lograr resultados satisfactorios, se recomienda seguir los métodos precisos indicados. Los factores de la técnica de grabado, como concentración del ácido (37% Rock, 1974), tiempo de grabado (de 20 a 40 segundos), tiempo de lavado (45 o 60 segundos), (Gwinett, 1982), son importantes para la obtención de una buena fijación.

El grabado de esmalte marginal biselado nos proporciona mejores uniones que una junta «a tope», por lo que es preferible la realización del citado bisel (Jordan, 1987) en cavidades de dientes anteriores tipo III y IV, y en las paredes de la caja proximal.

Para Jordan y col. (1977) el principio fundamental de adhesión resina-esmalte se basa en el denominado «principio circunferencial de un milímetro», este chaflán ha de profundizar lo posible en el esmalte sin exponer la dentina, a fin de que la estructura dentaria seccionada pueda quedar cubierta por la máxima cantidad de composite.

Ya que las propiedades superficiales de los composites son críticas, los diseños de la cavidad deberán aspirar a limitar la exposición superficial del mismo cuando se utiliza en restauraciones oclusales de dientes posteriores. La dirección del prisma en el surco oclusal se incli-

na hacia el surco y con un diseño cavitario de paredes paralelas bastará para cortar longitudinalmente los prismas adamantinos, proporcionando este diseño, en cavidades de clase II, un excelente sellado marginal, antes y después de los ciclos térmicos, en comparación con un margen biselado (Al-Kahfaji, 1982).

El diseño ideal para cavidades de clase II de composite tendrá una estrecha ranura oclusal con paredes paralelas y sin biselar, con caracteres internos redondeados para promover el flujo en la inserción del polímero. El esmalte proximal, si es posible, debe ser biselado (Buonocore, 1955; Jacobsen, 1984).

2. Adhesión a dentina

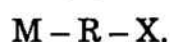
Buonocore, en 1956, inició estos estudios. La unión a dentina es mucho más difícil que al esmalte, porque la dentina tiene un 30% más de proteínas con baja energía superficial y exuda constantemente fluido proteínico. Si se graba la dentina, no se obtiene una fijación satisfactoria del material, debido a una polimerización incompleta por la presencia de O₂ en la superficie de la dentina y por el líquido de los túbulos dentinarios.

La superficie de dentina cortada está cubierta por una lámina untosa (barro dentinario) y para que un adhesivo se una a la dentina, se debe fijar dicha lámina o debe eliminarse antes de su aplicación sin lesionar la pulpa (Navajas, 1987).

Senoussi (1986) sugiere que su test de adherencia a la tracción, sobre esmalte, resulta ser de 15-20 MPa; en dentina no tratada, 0,5 MPa y en dentina tratada o limpia de 4,8 MPa.

El principio de unión de Buonocore se basa en la aplicación de una molécula bifuncional, constituida por:

- a) Un grupo metacrilato que copolimeriza con la resina sin carga (M).
- b) Un grupo espaciador (R).
- c) Un grupo funcional, que ha de reaccionar con la superficie de la dentina (X).

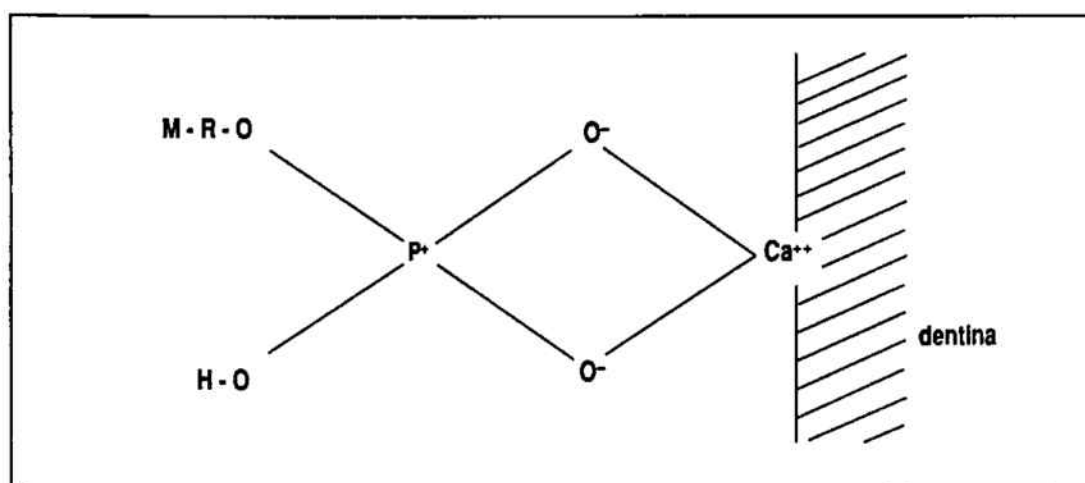


El problema está en idear grupos activos que reaccionen con la dentina y emplear espaciadores (R) de longitud y polaridad adecuada para hacer que los grupos metacrilato del adhesivo sean accesibles a la resina restauradora.

El enlace a la dentina puede realizarse bien a sus componentes **inorgánicos** o a los **orgánicos**:

- a) La molécula adhesiva de Buonocore fue diseñada para unirse a los iones calcio de la dentina, a través de un grupo fosfato activo. Son por lo tanto, **ésteres de fosfato**. (Ver cuadro nº 4).

CUADRO Nº 4



Con este mecanismo se obtuvo una fuerza de adhesión de 5,5 MPa a dentina y 14 MPa al esmalte (Anderlini, 1988).

b) Otra forma de **unión al Ca^{++}** es por acción quelante, de esta manera actúan el adhesivo propuesto por Bowen (1982) (**MPG-GMA**) y el adhesivo **4 Meta** (Jacobsen, 1981).

c) Los adhesivos que parecen conseguir mejores resultados son los **adhesivos al colágeno**. El grupo aminoácido saliente de una molécula de colágeno es atacado por un aldehído que puede reaccionar con el colágeno bajo condiciones de humedad. En presencia de un monómero que contenga hidrógeno activo, tal como el hidrógeno del grupo hidroxilo (OH^-), se desprende agua y el monómero se enlaza químicamente al colágeno. El aldehído más efectivo es el **glutaraldehído** y entre los monómeros con grupo OH^- activo, el **Hema** (Hidroxil etil metacrilato) es el más adecuado; la unión de ambos produce desprendimiento de agua. Al utilizar clínicamente estos adhesivos la superficie de dentina queda recubierta por una lámina polimerizable de dobles enlaces que reaccionan con la resina. Con este adhesivo se logra una fuerza de enlace de 12 a 18 MPa (Anderlini, 1988), y el enlace logrado es estable rápidamente, evitándose al máximo la formación de brechas de contracción (Hansen y col., 1985). La brecha de contracción se incrementa con el volumen o diámetro de la cavidad, y la contracción marginal disminuye al aumentar la adhesión con Gluma (Munksgaard, 1985). El Gluma en C.R.A. (1988) ha sido etiquetado como biocompatible a 3 años de experimentación.

La mezcla acuosa de Glutaraldehído y Hema tiene más fuerza de adhesión, si eliminamos la capa de barro dentinario de la superficie de la dentina con Edta 0,5 M y posteriormente, lavamos la superficie para

aumentar la humectabilidad y disminuir el ángulo de contacto del gluma sobre la dentina.

d) Otro adhesivo dentinario es el que reacciona por medio de uniones químicas **covalentes** con los **iones OH de la hidroxiapatita**, constituido por una solución en cloruro de etileno de macromoléculas orgánicas que contienen el grupo isocianato y un 18% de uretano.

La fuerza de adhesión es de 3 MPa (Anderlini, 1988). Hoy día se le considera más protector pulpar que adhesivo dentinario (Touati, 1988).

e) Otro **método de adhesión dentinaria** es el uso del **cimento de vidrio ionómero**, introducido en 1970. Es una evolución de los antiguos silicatos, constituido por un polvo y un líquido. El **líquido**, dador de protones, es un **copolímero de ácido poliacrílico e itacónico** que reacciona con un **vidrio de silicato aluminico con flúor** constituyente del **polvo**, saliendo cationes del vidrio que se unen al ácido poliacrílico, formando un **poliacrilato**. Al reaccionar polvo y líquido, se forma un gel de policarboxilato de calcio que asegura la unión química inicial a la estructura dentaria por medio de grupos carboxilo reactivos. Al cabo de veinticuatro horas se forma un gel de policarboxilato de aluminio que asegura una más sólida unión a la estructura del diente. Esto quiere decir que la reacción se lleva a cabo más rápidamente por los cationes de calcio que por los de aluminio (Crips y col., 1973) y la unión a la estructura dentaria, así como sus propiedades finales óptimas, no se alcanzan hasta pasadas veinticuatro horas. Como el material es muy sensible, tanto a la hidratación como a la deshidratación, hemos de tomar medidas para protegerlo

recubriéndolo con un barniz resistente al agua o una cola de cianoacrilato para evitar la absorción de agua durante las siguientes 24 horas.

Las ventajas clínicas del cemento de vidrio inómero son:

- a) Se une químicamente a la dentina, cemento y esmalte, ya que sus grupos ácidos carboxilos pueden reaccionar no sólo con los cationes que provienen del vidrio, sino también con los cationes calcio de las estructuras dentarias (Mc Lean y col., 1977).
- b) No irrita los tejidos pulpares, ya que la molécula del ácido es grande y no atraviesa los túbulos hacia la pulpa (Tobias y col., 1978).
- c) Son anticariógenos, al liberar flúor lentamente (Forsten, 1977).
- d) Su contracción de fraguado es muy pequeña y su expansión térmica similar al tejido dentario.
- e) Posibilidad de ser grabado y unirse mecánicamente al composite.

Las desventajas son:

- a) No es radioopaco, aunque actualmente se incorporan al polvo partículas de plata u otros metales (Cermets) que le dan radiopacidad.
- b) Su gran sensibilidad a la humedad y a la deshidratación durante el período inicial de colocación.
- c) Es antiestético.
- d) Alta tasa de abrasión.
- e) Según afirma Albers (1988), su unión a dentina es de 30-70 kg/cm².

Mediante la técnica laminada podemos aprovechar sus mejores propiedades y solventar las indeseables. La describimos a continuación (Jordan y col., 1986).

Para una mejor unión a dentina limpiamos con ácido poliacrílico el barro dentinario, durante 10 a 15 segundos para aumentar la adhesión y se cubre con ionómero la dentina y el margen gingival de las clases V y II que se encuentre en cemento. Esperamos cuatro minutos para el fraguado inicial en los cementos de fraguado rápido y procedemos al grabado ácido de 60 segundos de los márgenes del esmalte, se lava y seca, se aplica la resina de interfase y finalmente el composite. Hoy día, hay ionómeros de vidrio que no necesitan ser grabados, a diferencia de los primeros productos del mercado en los que el fabricante indicaba el grabado de 20-30 segundos.

Esta restauración nos ofrece buena adhesión química a la dentina, compatibilidad pulpar y aceptable estética.

d) RECUPERACIÓN ESTRUCTURAL DE LA PIEZA RESTAURADA

Es una propiedad atractiva de las resinas compuestas. Junto con sus propiedades adhesivas y estéticas proporcionan una alternativa para la amalgama de plata. Sus bajas cualidades de superficie, su técnica laboriosa y la contracción al polimerizar son inconvenientes importantes. Numerosos estudios demuestran que al disminuir el tejido dentario sano o enfermo disminuye la resistencia de la corona al someterla a pruebas de presión (Mondelli, 1980).

Gerald (1981) comprueba que las cajas oclusales, se tallen grandes o pequeñas, con ángulos agudos o redondeados, no afectan la resistencia de la corona al someterla a pruebas de presión. Otros autores coinciden en que lo que verdaderamente disminuye la resistencia del diente es la eliminación de los arbotantes rebordes marginales, al extender la preparación a las cajas proximales, no influyendo en la pérdida de la resistencia la apertura de la caja oclusal (Mondelli, 1980).

Larson (1981) cree que es cierto sólo cuando la cavidad es grande, pero si el istmo es pequeño, no se afecta significativamente la pérdida de la resistencia de la corona al extenderlos a las cajas proximales, preconizando realizar las preparaciones que afecten a las cajas proximales con un istmo de un cuarto de la distancia intercuspídea.

Lo que debemos intentar con nuestras técnicas es la mínima eliminación de tejido dentario y la máxima restitución de la resistencia a la corona.

Vale, en 1956, ve que las piezas con cavidades mesio-ocluso-distales, obturadas con amalgama de plata, tienen la misma resistencia a la fractura que las piezas con la cavidad tallada y no restaurada, llevándole

esta investigación a realizar Onlays mesio-ocluso-distales de protección cuspídea, para fortalecer las piezas con cavidades MOD. que tengan un istmo de un tercio de la distancia intercuspídea.

Gelb, Simonsen y Barouch (1986), demuestran que piezas preparadas pero no grabadas y obturadas con composite no mejoran la resistencia de las piezas talladas sin obturar, pero al grabar con ácido el esmalte y obturar con composite se consigue incluso mayor resistencia que en el diente no preparado o íntegro.

Eakle (1986) demuestra que la resistencia del diente cavitado al obturarlo con resina compuesta aumenta al utilizar un adhesivo dentinario. Así opinan también Newman y Piskor Dublensky (1983), por los resultados obtenidos en dientes intactos y en dientes con cavidades MOD obturadas con composite, con y sin agente de unión a dentina, al someterlos a pruebas de presión.

Estudios de Hood y col. (1981) indican que la fuerza de cohesión que poseen los composites utilizados puede llegar a ser tan grande, que incluso puede deflexionar las cúspides por contracción.

Morin, Delong y Douglas (1984) avalan con sus trabajos que las resinas compuestas con las modernas técnicas de adhesión, confieren al diente una resistencia a la compresión cercana a la del diente íntegro e incluso superior.

Estudios de Stampalia (1986) y Joynt (1987) no encuentran diferencias en la resistencia a la presión de dientes cavitados y obturados con composite y amalgama.

Pérez Gutiérrez (1988) comprobó que los composites aumentan la resistencia a la compresión de la pieza restaurada. Todos estos estudios, nos vienen a demostrar que los composites son un material restaurador válido en cuanto a las propiedades mecánicas de los mismos, cosa que no incide directamente en nuestra investigación, aunque sí de forma indi-

recta, en cuanto a las posibles fisuras o fracturas si el material no es resistente, ya que provocarían alteraciones en el acabado final de la restauración.

Como resumen de las propiedades de los composites, diremos que existe influencia de cada una de las partes del Composite, Resina y Relleno en las propiedades finales del compuesto (Físico químicas).

SI LA RESINA AUMENTA ($\uparrow$), aumentan las siguientes características:

- Porosidad
- Contracción de polimerización
- Coeficiente de expansión térmica
- Absorción de agua y solubilidad
- Módulo de elasticidad
- Desgaste
- Pulido
- Brillo
- Traslucidez

Todas estas propiedades estarán incrementadas en los composites de microrrelleno puesto que poseen más proporción de resina.

SI LA RESINA DISMINUYE ($\downarrow$), y el relleno aumenta, aumentan las siguientes características:

- Angulo de humectabilidad o hidrofilia
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la tracción
- Conductividad térmica

(Navajas, 1983), modificado

En los híbridos, aumentarán estas características, ya que poseen mayor porcentaje de relleno.

De todas las propiedades de las Resinas Compuestas aquí citadas, las que a nuestro juicio tienen mayor repercusión sobre los objetivos de ésta investigación en cuanto al material de restauración son:

– CONTRACCIÓN DE POLIMERIZACIÓN

Puesto que la contracción de polimerización del material es la consecuencia de la polimerización, la cantidad y el tipo de monómeros existentes influirán directamente sobre el grado de contracción, creando grietas en la restauración.

– POROSIDAD

Este factor es importante, por ser causantes directos de rugosidad los cráteres microscópicos producidos por aire atrapado.

Si las porosidades aparecen en la superficie, existe alta concentración de tensiones a través del borde de las mismas, con un rápido deterioro y pérdida del material que las rodea.

– ABSORCIÓN DE AGUA Y SOLUBILIDAD

La absorción de agua tiene relación con el estado de la superficie de la restauración en la observación clínica, ya que las propiedades de color de la matriz orgánica y de los colorantes añadidos, son en cierta manera modificados por la absorción de agua, al entrar en la restauración con la misma, partículas extrañas y pigmentos.

En relación con la solubilidad, si el material es insoluble y también la unión de sus componentes, garantiza el perfecto sellado y la no desintegración del material, pues de otra manera, daría lugar a porosidad.

– HIDROFILIA

Influye en la filtración marginal y en el color de la superficie del material restaurador.

La absorción de agua, solubilidad o hidrofilia, tal como hemos citado estarían en relación con la estética de la restauración.

– COLOR

Si el composite es rugoso, la intensidad del color o croma, puede parecer más claro, ya que la luz está siendo refractada y no reflejada.

El croma y matriz son propiedades inherentes a los materiales y el brillo se afecta notablemente por factores como el acabado y pulido de la superficie.

Dentro de las propiedades mecánicas, la resistencia a la compresión puede influir en cuanto a posibles fisuras o fracturas que provocarían alteraciones en el acabado final de la restauración.

– DUREZA

Tendremos en cuenta la dureza del material restaurador en cuanto que, si necesitamos eliminar material sobrante, lo valoraremos junto con las partículas abrasivas de los discos e instrumentos de pulido, ya que éstos deben ser más duros que el relleno inorgánico, para que puedan efectuar su abrasión en lugar de desplazar o desprender las partículas de relleno.

Si citamos las **propiedades clínicas** y su influencia en nuestros objetivos, tendremos en cuenta:

– DESGASTE

Es influido por las diferencias de dureza entre la matriz de resina y las partículas de relleno, ya que dan lugar a patrones de desgaste desiguales.

Cuando se ha desgastado gran cantidad de resina, las partículas de relleno se desmoronan y se pierden; como consecuencia de ello, habrá porosidad y rugosidad.

En cuanto a los composites fotopolimerizables hemos de decir que incorporan menos poros y como consecuencia menor desgaste.

– En cuanto a la ESTABILIDAD DE COLOR, la decoloración superficial se debe al reblandecimiento de la superficie del composite con alto contenido de resina BIS-GMA. Necesitaremos pulir adecuadamente el composite para que tenga una superficie lisa (sobre todo los microrrellenos) eliminando así el polímero reblandecido y por tanto, con menor tendencia a la decoloración superficial.

VI. INDICACIONES Y TÉCNICA DE LAS RESTAURACIONES CON COMPOSITES

Las indicaciones de utilizar Composites se extienden tanto en el ámbito de la Odontopediatría como en los adultos en las diferentes especialidades Odontológicas (Morris, 1987).

1. ADULTOS

- Operatoria Dental: donde se incluye, tanto la patología dentaria (Nadal, 1987) que describiremos a continuación, como todas las indicaciones con finalidad estética que pueden estar o no incluidas en el apartado anterior.
- Periodoncia: en ferulizaciones adhesivas (Simonsen y col., 1984)
- Prótesis fija: tanto en puentes adhesivos como en la adhesión de carillas de porcelana o incrustaciones.

2. ODONTOPEDIATRIA

- En sellado de fisuras y operatoria dental por patología dentaria (Kenneth y col., 1984).
- Ortodoncia: en adultos y niños para adhesión o fijación de Brackets (Mayoral y col., 1987; Graber, 1974).

INDICACIONES DE COMPOSITES EN PATOLOGÍA DENTARIA

1. CARIES

Enfermedad infecciosa y destructiva de los tejidos dentarios, e irreversible si no se trata (García Barbero, 1986).

Las caries del grupo anterior son las más indicadas para restaurar con composites.

2. ANOMALÍAS

- Anomalías dentarias de volumen (Microdoncias).
- Anomalías dentarias de forma (Conoidismo).
- Anomalías de posición (Versiones y Transposiciones).
- Displasias simples:
 - Manchas del esmalte
 - Hipoplasias coronarias (Gilmore y col., 1985)
- Displasias complejas. Dientes de Hutchinson
- Displasias Hereditarias:
 - Amelogénesis imperfecta
 - Dentinogénesis imperfecta
- Fisuras del esmalte

3. PROCESOS DESTRUCTIVOS DENTARIOS

- Abrasiones:
 - Atriciones (abrasión fisiológica)

- Desgastes (abrasión patológica)
- Erosiones:
 - Por ácidos o azúcares
 - Por radiaciones
- Amelolisis:
 - Milolisis o lagunas cuneiformes
 - Melanodoncia infantil
- Lesiones traumáticas dentarias:
 - Grietas del esmalte
 - Fracturas espontáneas, en dientes sanos, si son pequeñas y afectan sólo a la corona

4. TINCIONES

– La anormal coloración es debida a una pigmentación intrínseca de los tejidos duros dentarios por:

a) Causas locales:

- Por patología dentaria: caries, mortificación pulpar, traumas.
- Por tratamientos conservadores: Obturación de amalgama, ó tratamiento endodóncico

b) Causas generales:

- Enfermedades generales como alteraciones hepáticas hemolíticas o metabólicas.
- Por sustancias químicas o antibióticos:
 - Flúor (fluorosis), con afectación del esmalte.
 - Tetraciclinas.

INDICACIONES CLÍNICAS DE LOS MATERIALES DE MACRORRELLENO E HÍBRIDOS

- 1) **Restauraciones coronarias grandes** expuestas a grandes fuerzas oclusales, sobre todo cuando una oclusión de grupo no puede dispersarse equitativamente sobre superficies de esmalte adyacentes, especialmente durante la función protusiva y lateral protusiva.
- 2) Grandes **restauraciones incisales** en dientes anteriores e inferiores.
- 3) En restauraciones **posteriores de clase II y I** donde se considera fundamental la estética.
- 4) Restauraciones extensas de **clase IV**, expuestas a fuerzas oclusales intensas.

INDICACIONES CLÍNICAS DE LOS MATERIALES DE MICRORRELLENO

1. Cavidades **de clase III y V**.
2. Pequeñas facetas estéticas (Veeners) labiales, de clase V.
3. **Pequeñas** restauraciones de **clase IV** en las cuales se puede ajustar la oclusión.
4. En **retenedores de adhesión directa** como agentes cementantes (menor de 5 μ el tamaño de la partícula y el espesor de 25 μ) (McLaughlin, 1987).

COMPOSITE IDEAL

Las características fundamentales serán:

1. Fácil pulido de las superficies.
2. Gran carga inorgánica que le permita ofrecer una buena dureza en las áreas que soportan tensiones.
3. Adhesivo.
4. Igualar en forma permanente el color del diente restante.
5. Ser biológicamente compatible con los dientes y tejidos blandos.
6. Fácil manejo que nos permita su correcta colocación y condensación.
7. Conservar de manera permanente la forma y función del diente.

La profesión dental debe conformarse con aquellas que más se aproximen a estos requisitos (Baum y col., 1987).

TÉCNICA PARA LAS RESTAURACIONES

1. Limpieza: limpiar con polvo pómez y agua.
2. Selección del color y de la opacidad: siempre antes de aislar el diente.
La opacidad se puede seleccionar según se aproxime la restauración a dentina o esmalte. Elegir la opacidad adecuada proporcionará estética.
Consejos para selección del color y opacidad.

a) Color. Tendremos en cuenta las tres áreas diferentes de la pieza dentaria.

- Area Gingival: Si la restauración es en la zona gingival, nos orientaremos hacia un color amarillo.
- Area del cuerpo: Nos fijaremos en un color gris, amarillo o universal.
- Area incisal: Estudiar los bordes incisales del diente a restaurar y de los que le rodean. Pueden ser grises o azules, también tendremos en cuenta el área de la translucidez.
- Grosor de la restauración: La intensidad del color de una restauración es función de su grosor. La guía de colores deberá ser de grosor parecido a nuestra restauración. También se puede fabricar personalmente la guía para más exactitud. El color elegido, debe ser con los dientes húmedos (Baum, 1987), y a ser posible con luz natural en clínica. (Eccles y col., 1978).

b) Opacidad. Si la restauración sustituye a dentina se debe elegir un color opaco. Si la restauración sustituye el esmalte, los colores standard seran suficientes. Si en la restauración se debe sustituir la dentina y esmalte se deben emplear ambos, el opaco para la dentina y el standard para el esmalte. Si no se desea emplear ambos colores es preferible utilizar el color opaco para toda la restauración.

c) Técnica del botón. Colocar el material elegido en el diente sin grabar en un grosor y área similar a la del diente donde se vaya a emplear. Polimerizar. Dejar evaluar el color al paciente con diferentes fuentes de luz. Liberar la muestra del restaurador del diente con un explorador. Si el color no es el adecuado se elige otro y repetimos la operación. Si es aceptable pasamos a la etapa siguiente.

3. Aislamiento: Aislar con dique de goma o bien con rollos de algodón y extractor de saliva (Hampson, 1984).
4. Preparación cavitaria: Hacer una preparación cavitaria convencional pero sacrificando el menor tejido posible (Hunt, 1988). Biselar los márgenes cavo superficiales excepto en caras oclusales. Preparar la cavidad sólo en lesiones cariadas, no es necesario en restauraciones de esmalte sin dentina expuesta.
5. Protección pulpar: En cavidades profundas proteger el fondo cavitario con una base de hidróxido de calcio de fraguado duro o una base de Ionómero de vidrio.
6. Grabado del esmalte: Mediante jeringa y con aguja fina se aplica el gel ácido en el esmalte asegurándose de cubrir los biseles y manteniéndose alejado de la dentina. Al grabar con gel en lugar de líquido, disminuye la sensibilidad posoperatoria (Council on dental materials, 1988).

Grabar durante 30-40 segundos. En dientes deciduales o fluorados se recomienda un grabado de 90-120 segundos.

Lavar durante 20 segundos, secar con aire libre de aceite y agua. Las superficies grabadas deben presentar un aspecto blanco mate. Es esencial que el esmalte grabado no se contamine. Si se contamina volver a grabar, lavar y secar como ya se ha explicado.

Se han de tener en cuenta precauciones durante el grabado para que no haya contacto entre el gel ácido y los tejidos orales, ojos o piel. Si ocurriera accidentalmente lavar abundantemente con agua.

7. Aplicación del acondicionador: La eliminación del barro dentinario, depende del adhesivo seleccionado. Si queremos eliminar el barro dentinario aplicaremos un acondicionador de dentina. Primero se aplica EDTA (Estilén-diamino-tetraacético) durante unos segundos, se lava, seca y posteriormente se aplica el adhesivo durante un minuto. Otros

fabricantes utilizan un acondicionador durante 60 segundos, y sin retirar el acondicionador se procede a secar la cavidad con aire seco libre de aceite durante 15 segundos, aplicando luego el adhesivo. Es importante que la cavidad aparezca limpia y seca así como el esmalte grabado antes de aplicar el adhesivo.

La aplicación del acondicionador de dentina al esmalte grabado no lo contamina ni lo afecta adversamente en la unión del adhesivo a estas superficies.

8. Aplicación del adhesivo: Dispensar 1 ó 2 gotas del adhesivo en uno de los pocillos de mezcla, con un pincel se extiende una capa del adhesivo sobre la dentina previamente acondicionada y el esmalte grabado. Evitar extender la capa del adhesivo excesivamente con el aire. Volver a poner adhesivo.
9. Polimerización del adhesivo: Polimerizar la capa del adhesivo durante 20 segundos con una lámpara de luz visible antes de obturar con el composite.
10. Colocación del material restaurador: Dispensar la pasta en el bloque de mezcla o si es en forma de cartucho directamente en la cavidad. Tapar la jeringa y no exponerla a la luz indirecta para evitar su polimerización. Si la restauración de la cavidad es superior a 2,5 mm debe hacerse por capas mediante una técnica incremental, polimerizando cada una de ellas por separado (Vanherle y col., 1985), para disminuir el encogimiento. Se utiliza un instrumento dispensador no metálico o bien metálico con recubrimiento de teflon (instrumentos Goldstein) (Leinfelder y col., 1988). Se pueden contornear y modelar la restauración antes de la polimerización.
11. Polimerización: Polimerizar el material restaurador por exposición a la lámpara o unidad de fraguado por luz visible, durante 20 segundos los colores más claros y 40 segundos los colores opacos o Standard pa-

ra cada capa de 2,5 mm.

12. Pulido: Contornear con instrumentos adecuados de acabado y pulir posteriormente. La efectividad del composite depende de la técnica utilizada, ya que hay que ser cuidadoso al preparar y colocar este tipo de materiales. (Council on Dental Materials, 1986). Las evaluaciones clínicas a largo plazo se pueden realizar mediante los criterios modificados de Ryge (Mertz-Fairhurst y col., 1988), que exponemos en el cuadro nº 5.

CUADRO Nº 5. Criterios modificados de Ryge para evaluación clínica de los composites (Mertz-Fairhurst y col. 1988).

	Mimetismo de color	Descoloración marginal	Integridad marginal (adaptación marginal)	Forma anatómica	Caries
Oscar	—	—	Restauración totalmente cubierta con sellador, sin áreas de la restauración descubiertas.	—	—
Oscar/Alfa	—	—	Restauración parcialmente cubierta con sellador, sin surco junto a los márgenes descubiertos de la restauración.	—	—
Alfa	Buen mimetismo de color con espejo y lámpara dental	No decoloración marginal	Sin sellador, sin surco; no atrapamiento del explorador o atrapamiento en un sentido, no en dos sentidos y sin surco visible.	No infracontorneado no discontinuo.	Caries en márgenes
Bravo	Alteración de color pero dentro de límites normales (color dental).*	Descoloración marginal pero no penetra hacia pulpa*	Sin sellador, surco presente; retención de explorador (en dos sentidos), surco visible pero sin exposición de dentina o base.*	Infracontorneado y discontinuo, pero sin exposición de dentina o de base.	Caries* en márgenes
Charlie	Alteración de color fuera de límites normales (no color dental).	Descoloración marginal que penetra hacia la pulpa	Surco profundo con exposición de dentina o de base.*	Pérdida de suficiente material de restauración para exponer dentina o base.*	—
Delta	—	—	Dentina o base expuesta, y restauración móvil, fracturada o ausente*	—	—
Hotel (NA)	Metálico (no aplicable)	Metálico (no aplicable)	—	—	—

* Calificaciones clínicamente inaceptables (fracasos clínicos): todas las calificaciones Charlie y Delta, y la calificación Bravo para las caries marginales.

VII. MÉTODOS DE ACABADO Y PULIDO

Según Bassionuy y col. (1980), conseguir superficies suaves con rayas finas o extremadamente superficiales, ha sido siempre el primer objetivo para las restauraciones con resinas, en el momento del acabado.

Esto ha sido debido a las consecuencias biológicas del acúmulo de placa en superficies rugosas.

Lutz y col. (1983c) sugieren que en la práctica odontológica clínica resulta difícil adaptar una matriz de forma tan precisa que no sea necesario ajustar el perfil ni los bordes de las restauraciones, efectuadas con resina composite.

Si se aplica un ligero exceso de esta última, se evita la posibilidad de un llenado insuficiente y se cumplen los principios de la técnica del grabado con ácido, haciendo un ligero reborde para la retención y dando a la unión de restauración y estructura dental circundante un aspecto estético.

El procedimiento de eliminación del exceso de las restauraciones de resina composite puede dividirse en las siguientes fases:

1. ELIMINACIÓN DEL EXCESO O ACABADO BASTO

Para la eliminación del grueso del exceso del composite, es obligado utilizar instrumentos rotatorios como las fresas de diamante y tungsteno para preparación de cavidades, con una gran eficacia debastadora, ya que así puede cortarse o eliminar por abrasión una gran cantidad de resina de restauración en un corto espacio de tiempo.

No obstante tanto la resina composite como el esmalte pueden resultar dañados con estas fresas abrasivas, más bien bastas y de ahí que esos instrumentos deban quedar reservados para el exceso de composite situado más hacia el centro de la obturación. No hay que tocar ni la interfase resina-esmalte ni la estructura del diente.

2. PERFILADO

El objeto del perfilado es el de establecer la anatomía final de la restauración de acuerdo con las consideraciones funcionales y estéticas. Por ello el instrumento ideal para el perfilado debe tener aún, una buena eficacia debastadora o de corte, pero no debe resultar lesivo para el material de restauración ni la sustancia dental circundante.

3. ACABADO FINO

Consiste en el exacto ajuste final de los bordes de la restauración y mejora la suavidad de la superficie. Aquí la abrasión del instrumento ya no es una preocupación fundamental; su rotación debe dar lugar a un ritmo de abrasión moderado pero al mismo tiempo dejar la superficie res-

taurada lo más lisa posible. Ni el material composite ni el esmalte, deben resultar dañados por el procedimiento.

4. PULIDO

El objetivo del procedimiento de pulido, consiste en obtener una superficie lisa y brillante. Para ello están indicados los abrasivos extremadamente finos, que tienen un efecto debastador mínimo y sólo provocan irregularidades superficiales tan pequeñas que no pueden apreciarse con luz visible.

Según Lutz y col. (1983b), si queremos obtener un lustre intenso permanente de las superficies de una restauración con resinas compuestas, la resina debe comportarse como si fuera homogénea. La desintegración a nivel de la superficie de la interfase no debe ocurrir con resinas compuestas tradicionales o complejos secundarios con microrrelleno.

Las partículas que son movidas hasta aflojarlas o arrancarlas deben ser más pequeñas que la longitud de onda de la luz visible para que las irregularidades de la superficie resultante sean invisibles.

Aunque la capacidad de ser pulidas es una característica de las resinas microrrellenas, también algunas resinas compuestas tradicionales o híbridas modernas, pueden ser pulidas utilizando instrumentos para acabado adecuados y técnicas convenientes. Hasta ahora únicamente las resinas compuestas microrrellenadas conservan su intenso lustre inicial durante años, como puede observarse con las resinas microrrellenas homogéneas. Pero, con las resinas microrrellenas no homogéneas, la unión entre la matriz orgánica reforzada y los complejos a base de microrrellenos es decisiva para la conservación de la tersura superficial. La unión debe ser lo suficientemente fuerte para que la superficie de la interfase no sea lesiona-

da con la técnica de acabado que, hasta cierto grado, es siempre destructora, o que no se desintegre con el tiempo.

Se han hecho muchos intentos para desarrollar instrumentos para el acabado de composites que fueran idóneos para esos cuatro pasos del procedimiento de desbaste.

En la práctica clínica se agradece poder disponer de más de un instrumento para «acabado y pulido» de cualquier restauración.

Distintos autores han estudiado el problema del acabado y pulido de la superficie de las restauraciones de composite, aunque la mayoría de los trabajos publicados se refieran a los composites más antiguos.

Es raro poder alcanzar el acabado final con un único instrumento; generalmente es preciso utilizar un instrumento claramente abrasivo para retirar rápidamente una cantidad de material suficiente. Posteriormente la rugosidad producida, se reduce mediante distintos instrumentos con un poder de abrasión decreciente y con la intención de que cada instrumento elimine las rayaduras producidas por su predecesor hasta que el último utilizado consiga un buen pulido. Es lógico pensar que estas superficies complejas así producidas son de difícil análisis sin determinar primero el efecto de cada uno de los instrumentos abrasivos utilizados.

El grado de abrasión de un material, viene determinado por 3 factores principales: a) tamaño de la partícula del abrasivo; b) presión del abrasivo contra el material y c) velocidad a la cual la partícula del abrasivo se mueve a través de la superficie que se está abrasionando (Craig y col., 1985).

El tamaño de la partícula del abrasivo influye en la abrasión puesto que si la partícula es grande, realiza mayor eliminación de material restaurador y provoca desprendimiento de partículas. Por otra parte, si la presión y velocidad aumentan, producen más estrias y surcos en la superficie de la restauración.

MATERIALES PARA EL ACABADO DE LOS COMPOSITES (Albers, 1988)

1. DIAMANTES

- a) de **grano grueso**: Para la eliminación del exceso o acabado grosero.
- b) de **grano fino**: Para contorneado inicial de los composites de microrrelleno.
- c) de **grano microfino**: Para usarlos a baja velocidad. En zonas linguales de incisivos y oclusal de composites posteriores. (Lutz, Setcos y Phillips, 1983b) afirman que estos instrumentos dañan menos la matriz de resina que algunas fresas de tungsteno de acabado.

2. FRESAS DE CARBURO DE TUNGSTENO

- a) **De seis hojas**: Contraindicadas en el acabado de los composites pues cortan excesivamente, creando irregularidades en la superficie.
- b) **De ocho y doce hojas**: Son las más usadas en la actualidad.
- c) **De treinta o de cuarenta hojas**: Se han utilizado para eliminar excesos de composite subgingivalmente, ya que son las menos lesivas para el tejido y consiguen una superficie más lisa y suave del composite. Desventaja es que cortan lentamente y pueden embotarse las hojas con los restos del material, si no se utilizan con gran cantidad de agua.

3. PIEDRAS

Blancas y verdes: Estas piedras pueden perjudicar al composite, provocando un desprendimiento de sus partículas de relleno y fracturas interfaciales que pueden debilitar la restauración. Generan calentamiento y deben utilizarse con grandes cantidades de agua.

Las piedras blancas (Arkansas), son de óxido de silicio más cuarzo (MH $\approx$ 7,0) y las piedras verdes de carburo de silicio (MH $\approx$ 9,5).

4. DISCOS

Llevar oxido de aluminio, silicio u oxido de estaño. Varian de rigidez y diámetro. Sus granos van variando de tamaño y se usan secuencialmente en orden decreciente. Su grosor y flexibilidad les hace variar en su comportamiento. Los discos sof-lex, llevan una base de poliuretano y son altamente flexibles, revestidos con partículas de óxido de aluminio (MH $\approx$ 10 en la escala de dureza de MOHS), y aspereza valor 150, 360, 600 y 1200; son ampliamente utilizados. Sin embargo, su uso queda restringido a superficies convexas directamente accesibles y a causa de su flexibilidad, no permiten un acabado preciso de pequeñas zonas lineales (ejemplo, borde gingival). Son necesarios instrumentos rotatorios rígidos suplementarios.

5. PUNTAS, TAZAS Y RUEDAS DE GOMA

Suelen ser de caucho, utilizándolas algunos clínicos para el pulido final.

6. TIRAS PROXIMALES

De metal y de plástico de diferentes grosores en el grano de óxido de aluminio.

7. INSTRUMENTOS DE MANO

Útiles en composites de microrrelleno para la técnica de marginación:

- Hojas de bisturi de Bard Parker n^{ros} 15 ó 12 (Quiroz, 1987).
- Cuchillete para orificaciones.
- Recortadores de carburo.

8. PASTAS DE PULIDO

Contienen óxido de aluminio, y las partículas pueden ser de 0,3 a 1 μm . Se cree que pulen mejor que pastas de partícula grande ya que en términos generales, para conseguir los mejores resultados en el pulido, el grano del material que se utilice con tal fin ha de ser menor que el tamaño de partícula que se pretende pulir.

ACABADO DE LOS COMPOSITES DE MACRORRELLENO

Cuando el composite de macrorrelleno polimeriza cubierto por una matriz, la superficie resultante es muy suave y brillante. Esta lisura de superficie es debida al gran contenido de resina sin relleno de esta capa que polimeriza contra la matriz.

Durante algún tiempo se pensó que ésta era la mejor superficie desde el punto de vista de sus cualidades, que podía conseguirse con un composite. Sin embargo, pronto se descubrió que este material de resina blanda se desgastaba muy rápidamente, dejando una superficie rugosa que era poco estética. Hoy se cree que esta capa debe eliminarse y proceder al pulido del composite que queda bajo ella. Se consigue así dejar en superficie, un estrato de composite en la que la proporción relleno-resina es la mejor (minimizando la resina y aumentando al máximo el relleno).

Algunos investigadores coinciden en desaconsejar las piedras montadas para el contorneado final, pues la presión y vibraciones que transmiten al composite pueden dar lugar al desprendimiento de partículas de relleno de la superficie y esto podría conducir, a su vez, a una mayor pérdida de partículas de relleno posteriormente y, a que la porosidad de superficie se incremente.

Los diamantes microfinos son uno de los métodos más efectivos de contorneado del composite, allí donde no llegan los discos. Cuando se usan a baja velocidad y con abundante cantidad de agua proporcionan una superficie suave, mientras que el daño infringido a la resina durante el procedimiento de acabado es mínimo.

Deben evitarse, en lo posible, el uso de fresas de carburo ya que provocan fisuras en la superficie del composite, que pueden propagarse e incrementar la probabilidad de una fractura por fatiga de la resina.

Se ha demostrado en numerosos estudios, que los discos flexibles (Sof-Lex) y las tiras, consiguen un acabado excelente, tanto en los composites convencionales como en los de microrrelleno. Los discos de grano grueso deben utilizarse en ligeros toques y con agua para reducir el calor y la fricción que podrían debilitar el composite y la interfase esmalte-resina. Los discos superfinos deberían utilizarse en seco, sólo en los composites de microrrelleno; así provocan una especie de embadurnamiento de la resina de superficie que es lo que da lugar al acabado más fino. Al utilizar discos deben moverse constantemente sobre la superficie para evitar el calor por excesiva fricción o la formación de zonas planas. Las pastas de pulido en los de macrorrelleno, tienden a eliminar más la matriz de resina que las partículas de relleno.

ACABADO DE LOS COMPOSITES DE MICRORRELLENO

En el acabado y pulido de los composites de microrrelleno se utilizan los mismos procedimientos generales.

- Deben evitarse las fresas, pues causan grietas en la matriz blanda de resina.
- Los diamantes finos y microfinos y los discos son muy eficaces en la reducción grosera de estos materiales.
- Se recomienda la técnica de marginación, en la que la remoción final de los excesos a nivel de todos los márgenes se hace con instrumentos de mano.

En la técnica de marginación las fresas se utilizan sin llegar a los márgenes; el acabado de éstos se lleva a cabo con instrumentos cortantes que se manipulan para dejar al composite a ras del diente.

El propósito, es reducir las líneas blancas de los márgenes finos en chaflan y en los materiales de microrrelleno, se dan con más frecuencia. Es importante pasar al final el disco superfino en seco, porque el calor que genera, produce una superficie de resina polimerizada al máximo que constituye el acabado más suave y a la vez duradero, (Albers, 1988).

Los discos de grano más grueso deben utilizarse con agua para disminuir el calor y la fricción que son los que dan lugar a las líneas blancas durante el acabado. La contracción de polimerización queda aliviada en parte con el agua que provoca una expansión de la matriz.

En zonas de difícil acceso pueden utilizarse puntas de goma o diamantes microfinos. Las pastas de pulido son efectivas por ser de naturaleza homogénea.

ACABADO DE LOS COMPOSITES HÍBRIDOS DE PEQUEÑA PARTÍCULA

- Las fresas de carburo de tungsteno de ocho, doce y treinta hojas para contorneado inicial.
- Los diamantes microfinos o los discos de acabado flexible con refrigeración por agua, son los que proporcionan buen acabado.
- El último paso del acabado puede ser con pasta de partícula muy fina durante 60 segundos, en copa de goma.

RESUMEN:

ACABADO DE LOS COMPOSITES DE MACRORRELLENO

Fresas de diamante de grano fino (No, grano medio o grueso)

- a baja velocidad
- con agua
- en zonas no accesibles a discos

Discos flexibles y tiras

- Grano grueso: ligeros toques y con agua
- Superfinos: en seco

- Movimiento constante
- Inconvenientes: zonas no accesibles

- No Fresas de Carburo
- No Pastas de Pulido

ACABADO DE LOS COMPOSITES DE MICRORRELLENO

- Evitar fresas en lo posible.
 - Diamantes finos y microfinos, para contorneado inicial si procede.
 - Fresas de carburo de tungsteno de ocho, doce y treinta hojas.
 - Técnica de marginación.
 - Discos de grano grueso con agua; grano superfino en seco.
- Difícil acceso a discos; utilizar:
 - Fresas de carburo de tungsteno de cuarenta hojas.
 - Puntas de goma o diamantes superfinos y
 - Pastas de pulido final

ACABADO DE COMPOSITES HÍBRIDOS DE PARTÍCULA PEQUEÑA

- Fresas de carburo de tungsteno de ocho, doce y treinta hojas.
- Diamante microfino.
- Discos de acabado.
- Pulido con pasta de partícula muy fina.

Para *Grundy* (1985) al referirse al tema de acabado y pulido de superficies de restauraciones, cree que es de sabiduría convencional que se consiguen mejores superficies con la lisura de la matriz y que cuando sea posible debe dejarse esta superficie sin manipular posteriormente. Una circunstancia de este tipo se produce en las superficies convexas como en las restauraciones anteriores y en las superficies proximales de las restauraciones posteriores.

Pero incluso en las restauraciones anteriores frecuentemente es necesario alejarse de este ideal tanto para reducir el borde positivo pro-

ducido por un exceso de material que se ha dejado, como para ajustar cualquier prominencia oclusal. Además, en el caso de grandes restauraciones debe modelarse la forma y características anatómicas de las piezas utilizando instrumentos abrasivos.

Si las restauraciones son posteriores, es virtualmente imposible lograr una superficie oclusal correcta con la matriz, por lo que debe conseguirse por otros métodos, ya que la concavidad de este tipo de superficies excluye la posibilidad de utilizar discos por la falta de adaptación y mal acceso a estas superficies.

McLundie y Murray (1974). También llegaron a la conclusión de que ningún método de pulido es capaz de proporcionar una superficie tan lisa como la obtenida frente a una matriz de poliéster.

Por ejemplo **Lambrechts y col.** (1982), **Grundy** (1985) valoraron el efecto de cinco instrumentos de pulido sobre doce composites anteriores y dos cementos ionómeros de vidrio colocados en las superficies bucales de dientes bovinos, presentando las superficies convexas a los abrasivos.

Los mejores y más regulares resultados se obtuvieron con discos Sof-lex. Las puntas de caucho, pastas y polvos proporcionaron un aspecto de aspereza.

Una valoración basada en la perfilometría de **Horton y col.** (1977) del preparado Concise frente a tiras Mylar confirmaron que las tiras proporcionaban un acabado más liso y que las pastas dejaban una superficie más rugosa que los discos.

Chandler (1971). Estudió superficies de composite tratadas frente a una superficie de vidrio y posteriormente pulidas con abrasivos de partículas de diamante entre 1 y 5 μm . unidas a discos de papel, señalando que las superficies eran mejores que las producidas por discos de otros componentes.

Reinhardt y col. (1983). Encontraron diferencias importantes según los métodos empleados de acabado y pulido en las resinas compuestas.

Lutz y col. (1983c). Enfocaron el problema desde un punto de vista más clínico al obturar cavidades clase I talladas en molares extraídos, con composite, escogido entre cuatro materiales entre los que se encontraba un composite posterior y valoraron mediante exploraciones con M.E.B. el efecto que diversos instrumentos de acabado tenían sobre la calidad de la superficie y del borde del composite y del esmalte. Encontraron que dos fresas de polvo de diamante fino de un tamaño de 40 y 15 μm . presentaban una suavidad de acabado en comparación con el daño producido a la superficie y subsuperficie por parte de las piedras blancas. Atribuyen este daño al efecto de martilleo y al hecho de que las partículas de las piedras blancas apenas sobresalen de la substancia aglomerante por lo que su poder de abrasión es sólo moderado lo que obliga a usarlas con una sobrepresión que a su vez produce una tendencia a la aparición de surcos en el material, más que a conseguir la abrasión.

Van Noort y Davis (1984). Incluyeron dos composites posteriores en su estudio sobre composites de partículas grandes.

Compararon el efecto de los discos Sof-Lex y pastas de alúmina y encontraron en el caso de los composites posteriores con sus grandes partículas duras que las pastas ocasionaban especialmente una pérdida de la resina y dejaban las partículas socavadas y con riesgo de exfoliación.

Grundy (1985). Opina que siempre que sea posible no se debe tocar la superficie del composite, pero si se necesita, habría que usar un abrasivo que fijado en algún instrumento permita su introducción en las superficies cóncavas.

Para **Bassionuy y col.** (1980) el sistema de dos pastas incorpora más burbujas de aire en el material. Creen que el uso de diamantes está contraindicado en el procedimiento de pulido de los composites ya que produce la superficie más rugosa de todos los acabados estudiados (Tungsteno y Carborundun verde). En su estudio de M.E.B. cortan la raíz de la pieza para poder visualizarla.

Si tenemos en cuenta la investigación de **Quiroz** (1985) en M.E.B., recomienda no utilizar fresas de diamante ya que dan alta rugosidad e irregularidad, en el procedimiento de acabado (sólo como modelado inicial de la restauración y alejada del esmalte). En cuanto a los materiales de restauración afirma que el composite de microrrelleno pudo ser acabado y pulido hasta conseguir una superficie más lisa que el híbrido, siempre que se haga el pulido del mismo con discos de óxido de aluminio. Para el material híbrido los discos Sof-Lex y Flexi-discos no muestran diferencias. De todas maneras la observación pone de manifiesto ser más lisa la superficie de microrrelleno que la híbrida, con todos los métodos de acabado utilizados.

Tal como indica **Razaboni y col.** (1983) en su estudio de perfilometría mediante Taly-surf, los mejores resultados se obtienen con discos Sof-lex usados de forma secuencial. Las puntas diamantadas y discos de grano grueso dan peores resultados que las puntas de carburo.

Para **Christensen y col.** (1981) el ritmo de corte de los composites varia según la dureza de los rellenos y el instrumento empleado. Habiendo utilizado diecisiete instrumentos de acabado y tres de pulido en tres composites diferentes, se encuentran visualmente (puntuando de uno a cinco) diferencias de lisura pero no resultaron estadísticamente significativas, recomendando en su estudio el uso de fresas de carburo de tungsteno de doce hojas para la eliminación grosera y dis-

cos de óxido de aluminio para el acabado final, sugiriendo el uso de tiras convencionales cuando la accesibilidad limite el empleo de fresas.

Wet y Ferreira (1982). Estudiaron con M.E.B. y perfilometría los composites y recomiendan el uso tanto de carburo de tungsteno o diamante, pero con refrigeración de agua y a las 24 horas de realizada la obturación, posteriormente utiliza piedras blancas y discos sin agua con presión ligera e intermitente.

Los investigadores **Wet y Hardwick** (1984) realizaron un estudio con los mismos métodos (M.E.B. y Rugosímetro) determinando el inconveniente de los discos en cuanto a accesibilidad de determinadas zonas, el resto de la investigación sugirió el pulido a las 72 horas con diamante y agua y posteriormente a velocidad lenta y sin agua realizar el acabado con piedras blancas.

Davidson y col. (1981) investigaron la resistencia a la abrasión y la micro dureza de los composites acabados y pulidos, relacionándolos con las propiedades que se pueden atribuir a la estructura de la capa externa de la obturación y su comportamiento clínico, sugiriendo que el pulido en seco y a bajas presiones produce superficies de composite recubiertas por una capa Smear que beneficia el rendimiento de la restauración con respecto a la lisura y al uso.

Dennison y col. (1981). Llegaron a conclusiones semejantes a los otros autores afirmando que la rugosimetría muestra diferencias, pero los resultados no son estadísticamente significativos. El comportamiento de los discos de carburo de silicio y óxido de aluminio es semejante.

Lui y Low (1982) compararon las superficies de un cemento de silicato, una resina composite y otra acrílica y apuntaron que el uso de tira matriz de poliéster tiene tendencia a formar adherencias en todos los materiales polimerizados químicamente, pero en los polimerizados por

luz es mejor al no necesitar espatulado. Los composites de resina presentan una superficie rugosa en general y recomiendan un abrasivo más duro que las partículas de relleno inorgánico. Los de microrrelleno quedaron mejor pulidos.

Tanto *Lui* (1982) como *Dennison* (1981), *Wet y Hardwik* (1984) *Wet y Ferreira* (1982), *Kelsey* (1984) y *Christensen* (1981), coinciden en que los composites de microrrelleno son más pulibles que los de tipo híbrido o macrorrelleno.

Northeast y Van Noort (1988) estudiaron el acabado de composites de macrorrelleno después de realizarlo con puntas de carburo y posteriormente pulidos con pasta de aluminio de 7μ , 1μ y $0,1\mu$ observando diferencias significativas en los resultados respecto a la mejoría de la superficie al realizar el pulido con las citadas pastas. También en CRA (1988) se cita la evaluación de la pasta de óxido de aluminio de $0,3\mu$ como de resultados excelentes para el pulido final de las restauraciones.

Momoi (1982) indica que dos pastas diferentes de pulido, dan peores resultados que los discos Sof-Lex.

Mc Lundie y Murray (1974) remarcan que el pulido con pasta de profilaxis no es aceptable dado que deja partículas de relleno que protuyen en la superficie, tanto si es utilizada después de fresas de diamante como de discos de silicato de zirconio finos.

Savoca y Felkner (1980) en su estudio in vitro demuestran que no hay diferencias de rugosidad en los composites, acabados en diferentes intervalos de tiempo a los 5, 20 minutos, 1 hora y 48 horas.

Matsuura (1982) coincide con el autor anterior no observando diferencias en el pulido si se realiza a los 15 minutos o a las 48 horas.

Satou y col. (1984) en sus estudios sobre pigmentación externa de composites por diferentes agentes y la influencia del pulido en la coloración tomada, determinan que el café, tabaco, té y soja con los compues-

tos de microrrelleno sumergidos 60 días, se pigmentan menos que los composites híbridos acabados y pulidos por el mismo método.

El tabaco es el agente que más hace cambiar de coloración el composite macrorrelleno y el que menos la soja.

Las determinaciones realizadas en diferentes intervalos de tiempo demuestran el aumento progresivo conforme pasan los días, desde el 3º hasta los 60 días.

Kurosawa y col. (1982) estudiaron la rugosimetría en varios materiales compuestos y determinaron el parámetro RZ en μm . después del pulido y más tarde observaron el efecto del cepillado o abrasión en las mismas superficies, remarcando gráficamente estas diferencias obtenidas post cepillado.

Hassan (1980) en sus investigaciones de rugosidad con perfilómetro demostró que los parámetros RT y RA determinados en las preparaciones in vitro de especímenes y pulidos a 7, 15 minutos y 7 días van disminuyendo en rugosidad conforme se pospone el pulido pero el grupo control sin pulir, resulta el de valores más bajos.

Cooley y col. (1986) han comprobado la rugosidad de tres composites: microrrelleno, convencional y polimerizado con luz. Estudiados antes y después de la aplicación de bicarbonato sódico con un instrumento neumático abrasivo (que elimina manchas y coloraciones dentales) comprobaron que la rugosidad de la superficie, es menor en los composites fotopolimerizables tras exposición de 5 segundos en todos ellos. En los de polimerización química aumenta conforme se incrementa el tiempo de exposición, en los fotopolimerizables se mantiene inalterable.

Chen y col. (1988) evaluaron sus técnicas de acabado y pulido comparándolas, con otra control realizadas en un composite de microrrelleno.

El primer grupo correspondía a los discos de óxido de aluminio con irrigación, el 2º grupo a las puntas de diamante en seco, y posteriormente puntas de pulir mojadas, el 3º sólo puntas de pulir mojadas, el 4º fresas de diamante y pasta de pulir (en seco), el 5º diamantes de acabado y pulido, el 6º sólo pasta de pulir.

Los resultados obtenidos corresponden al orden enumerado de mejor a peor, siendo el 1º y 2º grupo los de mejor pulido seguidos del 3º, después el 4º, el 5º y el 6º grupo es el de peor resultado.

Price y col. (1988), en el estudio de la dentina y del margen de la restauración, comprobaron que el carburo de Tungsteno de 30 hojas puede resquebrajar el esmalte y el diamante superfino lo mantiene con menos grietas.

Vitasek, Arcoria y Ferracane (1988) valoraron la rugosidad producida por el aparato de ultrasonidos e instrumentación en profilaxis detectando mayor rugosidad en los composites microrrelleno que en los híbridos, posteriormente al tratamiento periodontal.

Lambrechts y col. (1988) en su experimentación determinaron que la rugosidad en el esmalte, es semejante a la de los composites híbridos, después del cepillado.

Boghossian y col. (1987) utilizaron un compuesto de microrrelleno y otro híbrido. Los instrumentos de acabado fueron las fresas de 12 hojas, de C. de Tungsteno a 375.000 R.P.M. y fresa de diamante de 25µ de tamaño de partícula para el contorneado, a 30.000 r.p.m. Posteriormente, la fresa de 30 hojas de carburo de tungsteno y la de 15µ de diamante para el pulido, mostrando en M.E.B. que la fresa de 12 hojas de carburo, crea en el microrrelleno fracturas, fisuras y separación de partículas, que aumenta con el uso de la fresa de 30 hojas al hundirse éstas en la matriz de resina, por tanto creen contraindicado el uso de fresas de carburo de tungsteno a alta velocidad en los microrrellenos.

En los híbridos no produce estos efectos y tampoco las estriaciones propias de las piedras de diamante. El carburo a alta velocidad es semejante al diamante a baja velocidad, ya que éste usado así, no produce alteraciones de superficie, ni en los microrrellenos ni en los híbridos de partícula media. Sugiere finalmente seleccionar los instrumentos rotatorios, adecuándolos a la resina.

Hayashi y col. (1974) estudiaron las diferentes coloraciones que toman los composites autopolimerizables con un analizador. Puliéndolos a los 15 minutos y a las 48 horas, los sumergió posteriormente en aceite de naranja. Los resultados más favorables fueron para los composites pulidos a las 48 horas.

Bauer y col. (1983) en su estudio de diferentes métodos de realizar la obturación con diversas matrices, instrumentos de composites, e instrumentos de composites mojados en alcohol (para evitar la adherencia de la resina), observaron la superficies rugosas, la porosidad y las estriaciones. Las rugosidades fueron mayores utilizando el instrumento de composite que colocando matrices y si el instrumento estaba mojado de alcohol aumentaba. La porosidad y estrias disminuían con la matriz de poliéster y con el instrumento mojado. Para la valoración de M.E.B. puntuaban de 1 a 5 las características de las observaciones.

Van Noort y Davis (1984) comprobaron con su experimentación el diferente comportamiento de los composites según el tamaño de la partícula. La clasificación fué en 3 grupos; micropartícula de 0,001 a 0,5 μ , de 1 a 6 μ los de partícula intermedia y de 1 a 70 μ los de partícula grande.

El uso de pastas de pulido posterior a los discos en los de partícula grande no mejoraba el pulido, cosa que si ocurría si el tamaño de la partícula no excedía de 6 μ . Para el composite de micropartícula, con discos y pasta no se modificó el resultado.

VIII. EVALUACIÓN DEL ACABADO Y PULIDO

Para poder valorar las superficies de composites acabadas y pulidas existen diversos métodos.

1. MEDIANTE M.E.B. (Microscopio Electrónico de Barrido)

El procedimiento es cualitativo de rugosidad o lisura de la superficie. Así podemos valorar todos los posibles cráteres, estriaciones de superficie, poros, restos de partículas desprendidas y/o arrastradas y subsuperficie.

El aspecto general puede presentar diversas formas: globulosas, arracimadas, y una variedad infinita de imágenes.

- Autores como Lui y Low (1982) estudian con M.E.B. los composites, Chen y col. (1988); Van Noort y col. (1984), investigan también a 100, 160, 320, 1000 y 1250 aumentos. Así como Quiroz (1985); Northeast y Van Noort (1988).
- Boghosian y col. (1987) valoran sus trabajos sobre microscopia de barrido, con magnificación de 500 así como Savoca y col. (1980), Grundy (1985).
- Momoi (1982) estudia con M.E.B. a 600, 1000 y 1200 aumentos.

- Kurosawa T. y col. (1982) en sus investigaciones, ponen de manifiesto la suficiencia con magnificación de 75 y Kelsey y col. (1984) de 100.
- Para Mc Lundie y col. (1974) la investigación también varía según la muestra y sus estudios se basan en 525, 550, 600 y 1000 aumentos.
- Lambrechts y Vanherle (1982) estudian desde 100 aumentos pasando por otras manifestaciones hasta 20.000 y 50.000 para valorar detalles específicos.
- Lutz y col. (1983) y Bassionuy (1980) también ponen de manifiesto sus investigaciones en M.E.B. entre 100 y 1000 aumentos, así como: Matsuura (1982); Wet y Hardwick (1984).

Bauer y col., (1983) estudian en M.E.B. a 44 y 880 aumentos valorando sus resultados en escala de 1 a 5 para los hallazgos obtenidos respecto a:

- Porosidad
- Estriaciones
- Superficie lisa y rugosa

Valores inferiores a la escala indican mejor superficie, en cuanto al acabado, que valores altos.

Para **McLundie y col.** (1974), el pulido de los composites es clasificado como aceptable o no aceptable, después de visualizar en M.E.B. las imágenes y la remoción del material como eficaz o ineficaz.

Reinhardt y col. (1983) valoran en M.E.B. los hallazgos de 1 a 3; 1 = clínicamente aceptable, mínima rugosidad y pocas rayas; 2 = rugosidad moderada y rayas obvias en el 50% de la superficie y 3 = severas rayas y rugosidad, en el 100% de la superficie.

2. MEDIANTE SIMPLE OBSERVACIÓN CLÍNICA

La evaluación del acabado y pulido mediante observación clínica, nos orienta sobre el aspecto estético de la restauración.

Lustre o brillo, equivale a mejor superficie.

Deslustre, se valora como superficie más rugosa.

3. MEDIANTE MICROSCOPIA ÓPTICA

Christensen y col. (1981) estudian las superficies acabadas y pulidas de composites a 22,5 aumentos y puntúan de 1 a 5 las observaciones realizadas.

Valores inferiores son los de máxima suavidad y superiores los de máxima rugosidad.

4. MEDIANTE RUGOSIMETRÍA O PERFILOMETRÍA DE LA SUPERFICIE

El análisis de la superficie de los composites se puede estudiar mediante perfilómetro o rugosímetro, dando los valores de rugosidad cuantitativos en micras o pulgadas, además de poder obtener el registro gráfico del perfil en el curso de la medición.

Autores como Dennison y col. (1981); Wet y Ferreira (1982); Lutz y col. (1983c); Wet y Hardwick (1984); Dennison y col. (1981); Northeast y Van Noort (1988); Savoca y col. (1980); Cooley y col. (1986); Razaboni y col. (1983), estudian el parámetro perfilométrico RA.

(R.A): Roughnes Average. Se define como rugosidad promedio, también llamada CLA (Central linea average) por ser el valor del perfil, por encima y debajo de su línea central.

Valores bajos de CLA indican superficies relativamente lisas, Bassionuy y col. (1980).

Matsuura (1982) y Kurosawa y col. (1982) estudian en rugosimetría el parámetro RM o R máxima:

RM = rugosidad máxima obtenida a partir del RZ

RZ = Media aritmética de 5 valores de medidas sucesivas.

Es otra valoración de perfilometría de superficies.

Hassan y col. (1980) estudian los parámetros RT y RA.

El parámetro RT es el valor de máxima profundidad, es decir, del punto más alto, al más bajo del perfil de la rugosidad.

Para Lambrechts y Vanherle (1982), el valor de rugosidad (VR) se obtiene del promedio de treinta y seis determinaciones para cada composite en distintas direcciones.

PARTE III

**DESARROLLO Y ESTUDIO
DE LA HIPÓTESIS**

I. MATERIAL

1. DIENTES EMPLEADOS

Se han utilizado para esta investigación veinticuatro dientes humanos exodonciados por patología diversa: caries y enfermedad periodontal.

Las piezas dentarias han sido incisivos y caninos superiores. En ellos hemos realizado 120 cavidades clase V y obturadas posteriormente con dos tipos de composite: uno de microrrelleno y otro de tipo híbrido. Posteriormente han sido acabadas y pulidas por diferentes métodos, tal como se expone en el apartado II. (Ver fig. 3 y 4).

2. MATERIALES UTILIZADOS PARA LA PREPARACIÓN CAVITARIA:

APARATOS, INSTRUMENTOS Y MATERIAL FUNGIBLE:

- Turbina (WH) - TOPAIR 395.
- Contra-ángulo (KAVO)¹ - Intramatic 20 C.
- Fresas de diamante de cono invertido (Horico) FG 226 - 012 de 4 mm. de longitud activa, para tallar la cavidad.
- Fresa de diamante para biselar (Horico) FG 341-010 de forma de pera.

1 Kavo. Kavo dental. Amershar. Buckinghausire (Reino Unido).

- Ácido fosfórico Tooth Conditioner Gel (**Caulk**)² al 37% para grabado del esmalte. Jeringa y aguja hipodérmica para su aplicación. (Ver Fig. 5).
- Adhesivo dentina/esmalte de polimerización por doble vía de dos componentes, que fraguan por luz visible o cuando se cubre por un material restaurador y este fragua proporcionando retención y sellado (**Scotchbond**, 3M). Está formado por ésteres de fosfato.
- Adhesivo dentina/esmalte de fotocurado para utilizarse con composites activados por luz visible o halógena para lograr una fuerte adhesión tanto al esmalte como a la dentina (**Bondlite Kerr**)³. También está formado por ésteres de fosfato.
- Pincel Kerr para su aplicación.
- Espátula GC American Composite Instrument **Goldstein** n° 1-HD 0145. (Ver Fig. 5).
- Lámpara de luz halógena VCL 200 Light Curing Unit de 75 Watios de luz halógena y 12 V. Punta curva de 8 mm de diámetro. (**Demetron Research**)⁴ Corporation). (Ver Fig. 6). Esta lámpara es de tipo pistola con ventilador incorporado, interruptor de puesta en marcha y la luz es emitida a través de la punta curva de fibra de vidrio ó varilla.
- Pincel Sourana n° 0 de pelo de marta. (Ver Fig. 5).
- Rotulador negro Staedtler Lumocolor, 313 Permanent.
- **Composite Silux-UO- (3M)**⁵ de fraguado por luz halógena (Microrelleno). (Ver Fig. 7).

Las características de este material son: (Ver cuadro 6).

2 Caulk. Milford Delaware (U.S.A.).

3 Kerr (Europe). A.G. (LM).

4 Demetron Research Corporation. Danbury. (U.S.A.).

5 (3M) Dental Products Technical Service Department 3M Center. St Paul (MN).

FIGURA 3. Piezas dentarias con preparación cavitaria.



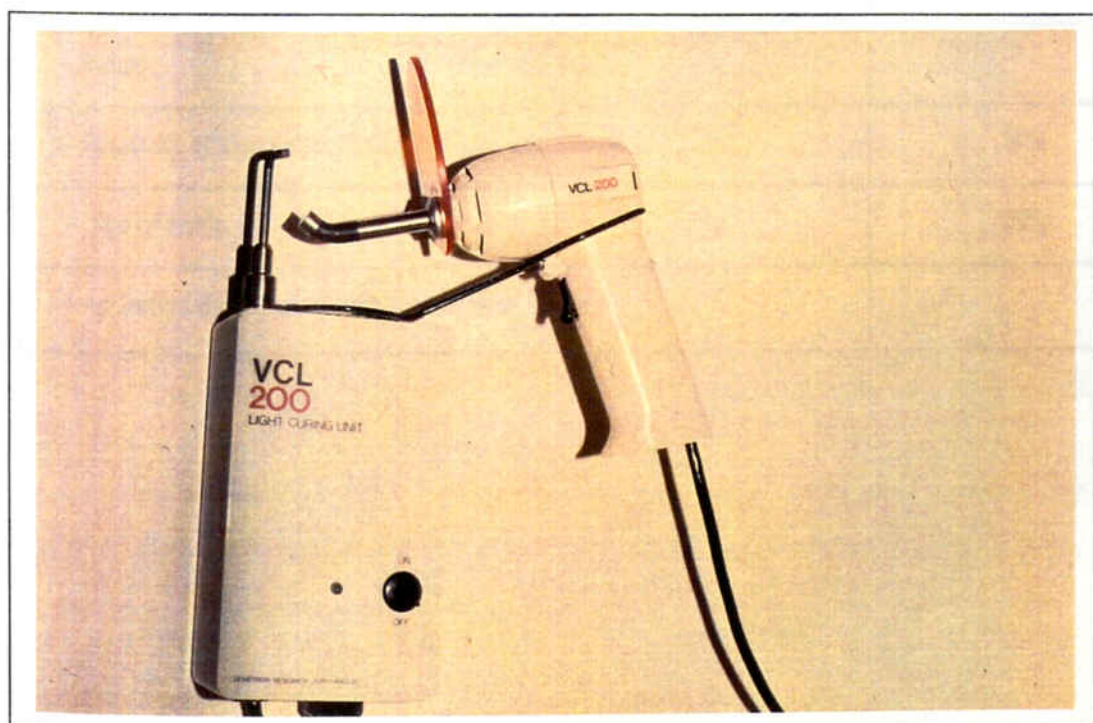
FIGURA 4. Piezas dentarias obturadas.



FIGURA 5. Espátula Goldstein, pincel y Ácido Fosfórico en jeringa.



FIGURA 6. Lámpara de luz halógena VCL 200.



PROPIEDADES FÍSICAS - SILUX (3M)

CUADRO 6

- Porcentaje en peso del relleno	52%
- Composición del relleno - Sílice coloidal con incorporación de partículas prepolimerizadas.	
- Radiopaco.	
- Tamaño de partícula medio	0,04 μ .
- Resistencia a la compresión (MPa) a las 24 h.	340 MPa
- Resistencia a la tensión diametral (MPa)	40 MPa
- Expansión térmica $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Las fargues (1986)	19-32
- Absorción de agua mg./cm^2	1,5
- Pulible	
- Regulador de Viscosidad: TEGDMA	50%
- Tipo de resina: BIS - GMA	50%
- Adhesión a dentina con Scotchbond es de 58 kg/cm^2	

**COMPOSITE HERCULITE XR-U-DENTIN (Kerr).
PROPIEDADES FÍSICAS**

CUADRO 7.

Porcentaje en peso del relleno	Esmalte 78%	Dentina 78%	Incisal 78%
Composición del relleno Borosilicatos y sílice microfino.	Bario. Aluminio. Borosilicatos y sílice microfino.	Bario. Aluminio. Borosilicatos y sílice microfino	Relleno de Borosilicato
Radiopaco	Sí	Sí	No
Tamaño de partícula media	0.6 μ	0.6 μ	0.6 μ
Resistencia a la compresión: Kg/cm ²	4.480	4.480	5.250
Resistencia a la tensión diametral: Kg/cm ²	595	595	660
Expansión térmica: ppm/°C	25-30	25-30	25-30
Absorción de agua: mg/cm ²	0.5-0.9	0.5-0.9	0.5-0.9
Regulador de viscosidad TEGDMA - 37% Tipo de Resina: BIS-GMA - 63% Distribución de las partículas (micras) de 0,1-2,5 μ de tamaño, siendo de 1-10 μ el 25% y de menos de 1 μ el 75%.			

Composite Herculite XR-U-Dentin (Kerr). Las características proporcionadas por el fabricante son:

El Herculite XR es un composite híbrido con refuerzo bimodal de aplicación universal, polimerizado por luz visible, para las restauraciones anteriores y posteriores. (Ver Fig. 7).

- El composite es relativamente condensable para facilitar la manipulación y contorneado.
- Es de densidad compacta en cuanto que satisface las exigencias necesarias en zonas de altas tensiones, en cuanto a dureza, durabilidad, y resistencia al desgaste.

La distribución del tamaño de las partículas es de grandes partículas de relleno de vidrio juntas para obtener mejor transmisión y absorción de las fuerzas con una mínima matriz de resina.

Pequeñas partículas de vidrio entre las partículas más grandes reducen al mínimo el desgaste de la matriz de resina.

Las partículas submicroscópicas de Sílice actúan como refuerzo de la matriz de resina y reducen la descomposición del mínimo de resina restante. El pequeño tamaño de las partículas (media de $0,6 \mu$ de ϕ) permite el pulido hasta el brillo de un micron sin sufrir quebraduras, ni resquebrajamientos o cualquier otro de los problemas asociados a los micros.

El ser radiopaco facilita su identificación por rayos X.

El fabricante (KERR) aconseja el acabado a alta velocidad utilizando fresas de 12 hojas para tallar/contornear y fresas de 30 hojas para el trabajo de acabado final fino, así como una pasta de pulido para dar brillo.

3. MATERIALES UTILIZADOS PARA EL ACABADO Y PULIDO

INSTRUMENTOS DE ACABADO Y PULIDO. FIG. 8 (a,b,c)

1. **Puntas de Arkansas FG 661 (Meissinger)⁶**. Están compuestas de óxido de Silicio y Cuarzo. Dureza en la escala de Mohs de ≈ 7 . Forma de bala.
2. **Fresas de carburo de Tungsteno, H 134.014 (Komet, a)⁷** de forma de punta de flecha de 8 estrías. Dureza Mohs ≈ 10 .
3. **Fresas de diamante FG 249 F /014 Horico** de pulir composites de 50μ de forma de llama. Dureza Mohs ≈ 10 .
4. **Fresas de carburo de Tungsteno de 12 estrías n° 7803 y de 30 estrías n° 9.803 (Kerr,b)** de forma de bala y punta de seguridad.
5. **Discos de acabado y pulido Sof-Lex (3M) Pop-On Conturing and Polishing, Discs de Óxido de Aluminio (Al_2O_3)**. El grado de la aspereza es de 1200, 600, 360 y 150 para los tipos de grano de los 4 discos, grande, mediano (de $26-29\mu m$ de tamaño), fino (de $13-16\mu m$) y superfino (de $2-13\mu m$) respectivamente. La dureza Mohs es de 9. El diámetro de los discos es de 9,5 mm. La base es de poliuretano, son altamente flexibles y están revestidos de partículas de Óxido de Aluminio.

6 Meissinger. Alemania.

7 Komet. Gbr Brasseler. Brundesrepublik Deutschland.

FIGURA 7. Composite Silux y Herculite.

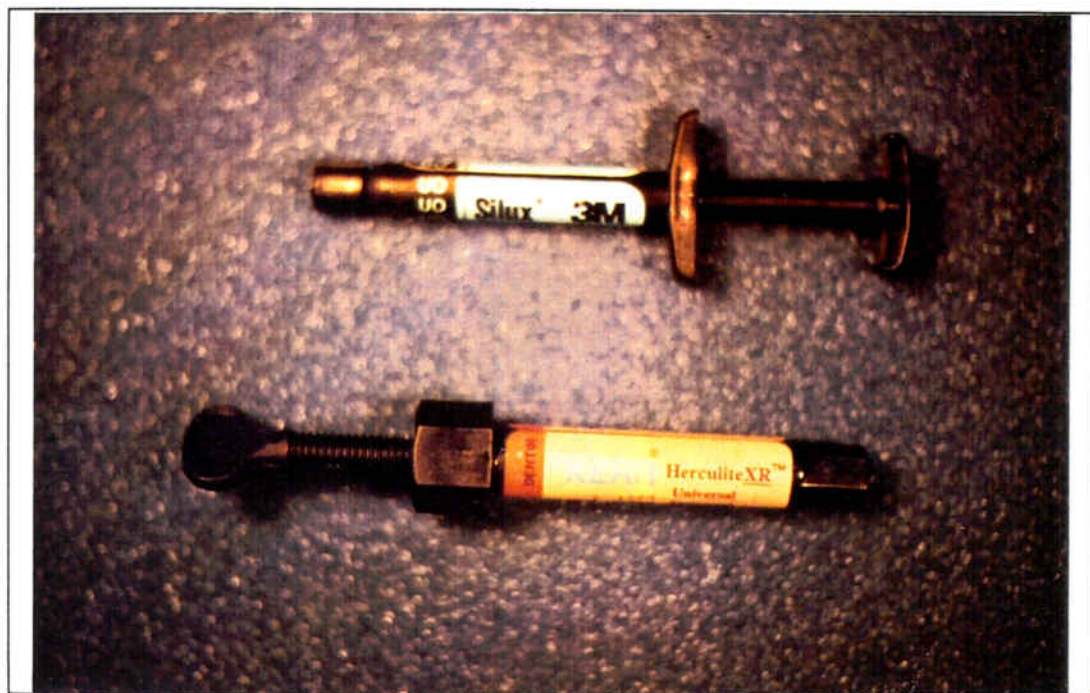


FIGURA 8(a). Instrumentos de acabado y pulido:
Punta de Arkansas, de carburo de tungsteno(a) y diamante.

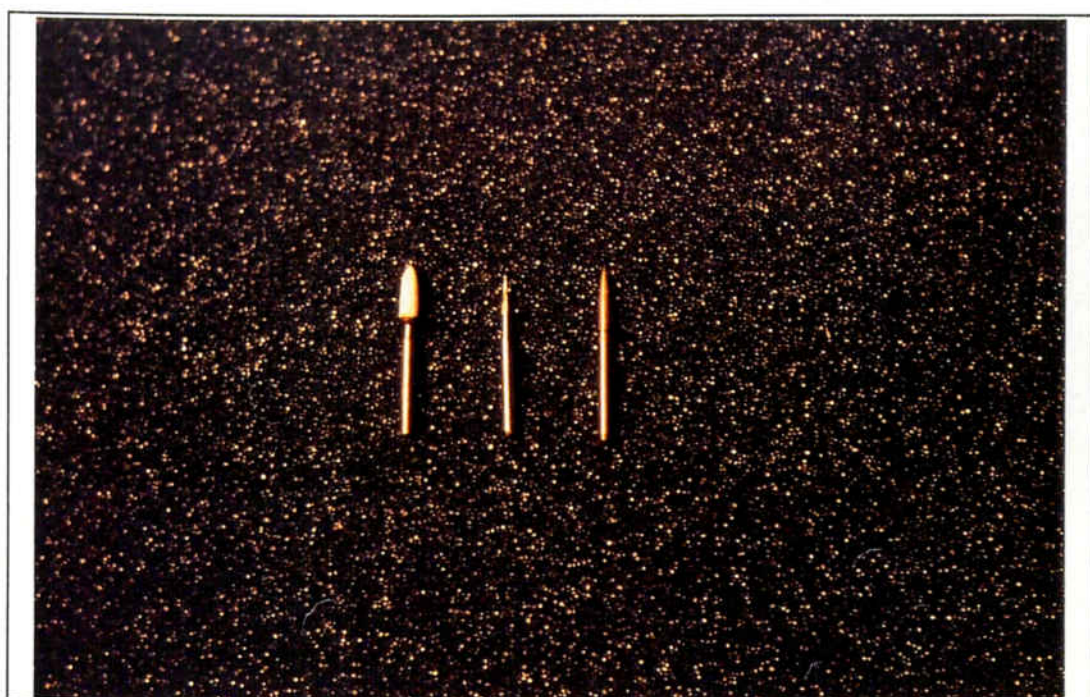
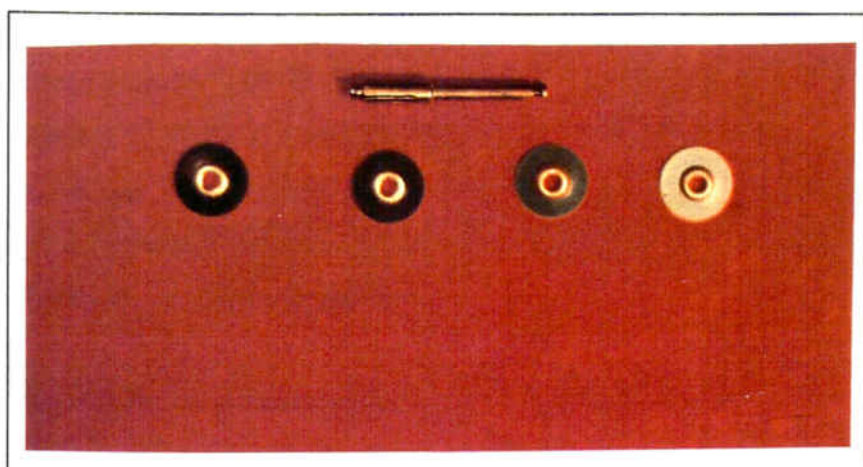


FIGURA 8(b). Instrumento de acabado y pulido.
Fresas de carburo de tungsteno de 30 y 12 hojas (x4).



FIGURA 8(c). Instrumentos de acabado y pulido.
Discos de óxido de aluminio.



4. RUGOSÍMETRO

Material utilizado para efectuar las mediciones de rugosidad:

- Rugosímetro o perfilómetro – Hommel – Tester T 20. (Hommel Werke)⁸ que pasaremos a explicar sus características.
- Plastilina (para soporte de la pieza).

Rugosímetro. Por definición, podemos decir, que es un aparato de medida del estado de las superficies.

También es denominado **perfilómetro**.

Los primeros aparatos de medida para el estado de las superficies han hecho su aparición en el mercado hace algunos años.

El rugosímetro está dirigido por dos microordenadores de 16 bytes, para la medida y exploración de los criterios del estado de la superficie. También dispone de una calculadora para problemas especiales de medida en metrología y laboratorio. La lectura es digital para que su precisión sea independiente de los cambios de temperatura y de los componentes a analizar. El manejo es simple para las medidas de rutina o para los problemas de medidas especiales.

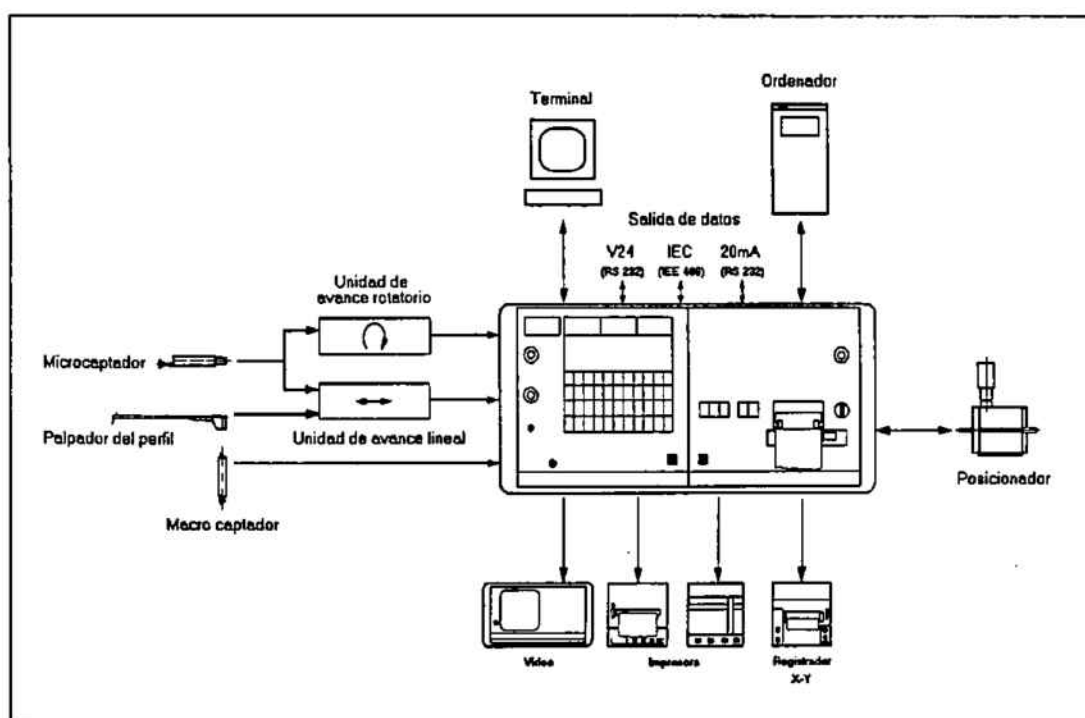
Los desarrollos automáticos de los programas de mediciones pueden ser programados por el teclado. Podemos seleccionar los cursos de palpación por etapas de 0,1 mm. y seleccionar el cut-off o filtro.

Se utiliza un sistema de impresión dirigido por su propio microprocesador a la velocidad de 20 líneas por segundo. Los errores de registro son excluidos de esta impresión.

8 Hommel Werke- vs- schwenningen. Federal Republic of Germany.

La representación gráfica del desarrollo del perfil así como otras gráficas o curvas pueden ser obtenidas si se desean con indicación de la amplitud solicitada.

FIGURA 9. Esquema del Rugosímetro.



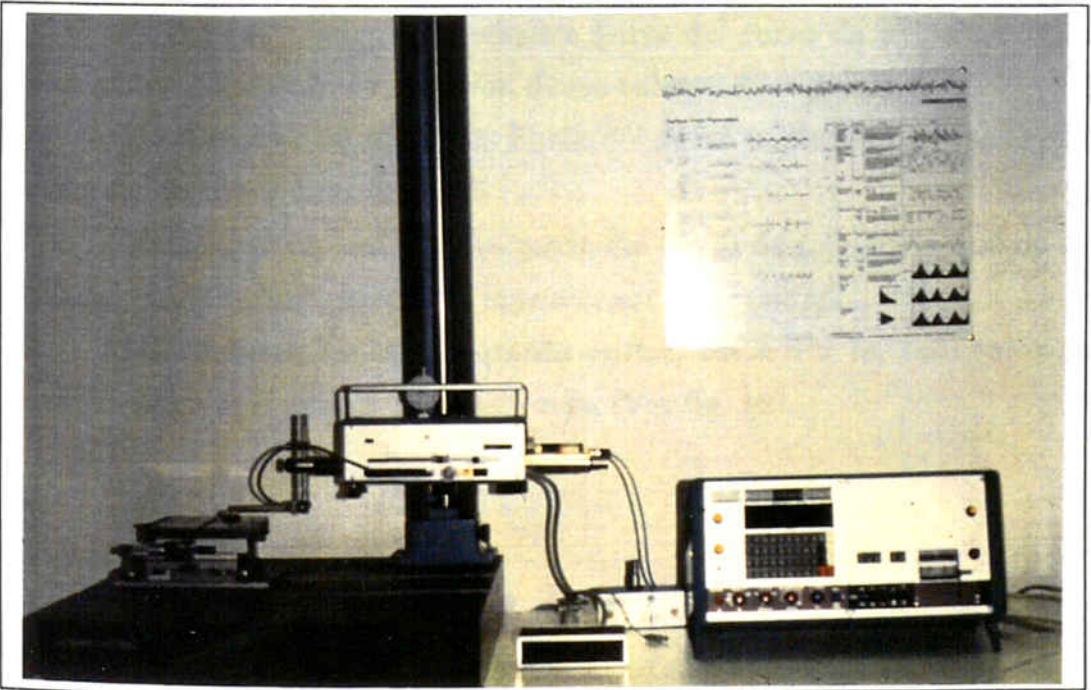
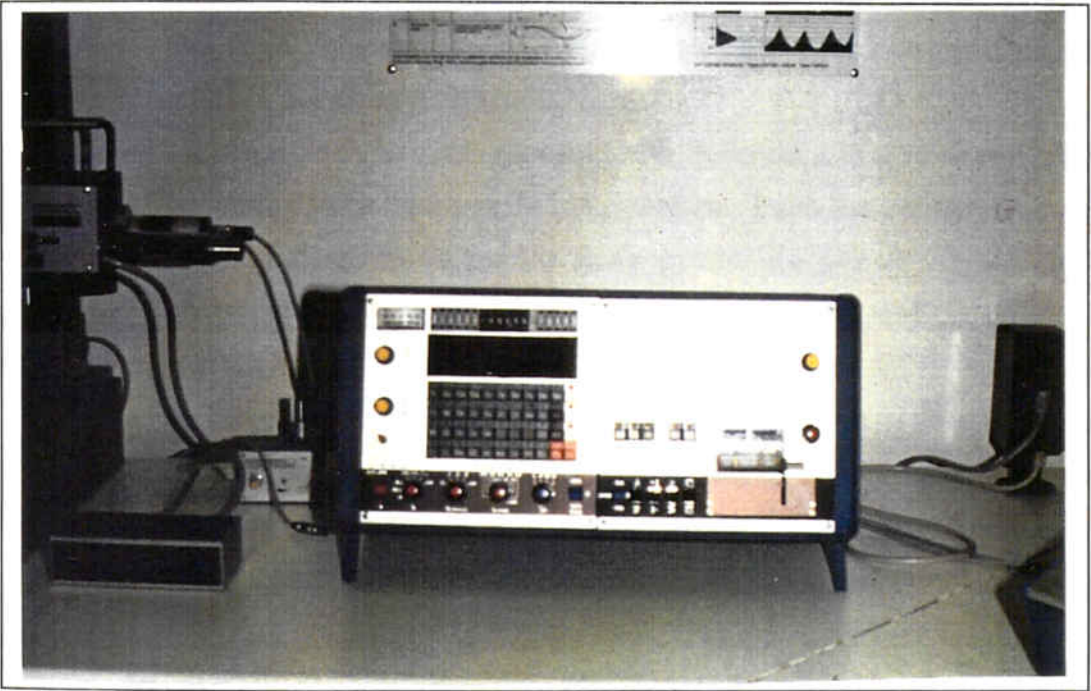
Enumeramos a continuación las **funciones del rugosímetro**:

1. Registro del estado de la superficie, seleccionado durante la medida.
2. Impresión de las curvas y repartición de la amplitud.
3. Para discernir el registro es posible ennegrecerlo.
4. Todas las medidas con sus etapas también son indicadas en el registro.
5. Podemos solicitar quince registros de diferentes parámetros o mediciones independientes.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL RUGOSÍMETRO

- Dispone de una pantalla incorporable para informe visual del registro mediante vídeo, si se desea (ver figura 9).
- Como ya hemos descrito, los valores de medida son procesados por un microordenador y registrados por una unidad de impresión y registro digital. (Ver Figs. 10 y 11).
- Puede realizar cursos de palpación de 0,48 mm. a 48 mm. y de 1 a 25 mm. con selección libre por etapas de 0,1 mm.
- Velocidad de avance de 0,1 a 0,6 mm./seg. pudiendo graduarla con selección de 0,01 mm./seg.
- Cut-off o filtro de 0,08 a 8 mm.
- La unidad de archivo más pequeña es de 0,001 μ m.
- Impresión en papel metalizado con subdivisiones.
- Velocidad de impresión de 20 líneas/seg.
- Longitud de escritura de 50 mm.
- Ampliación del perfil vertical (A-V) de 50 hasta 500.000 veces y horizontal (A-H) de 2 hasta 1.000 veces.
- A la cabeza del registro, se pueden situar las características del usuario, fecha, controlador, pieza y número de lote o registro de entrada, en seis líneas.
- Existen versiones portátiles para usos lejos de la red eléctrica (metalurgia).

FIGURAS 10 y 11. Rugosímetro HOMMEL TESTER T-20.



NOCIONES Y DEFINICIONES

- Los parámetros del estado de superficie pueden ser normalizados según normas ISO (International Standard Organisation) o DIN (Deutsche Industrie Norm).
- La línea de referencia es una línea definida a la que se refieren los criterios del estado de la superficie. Para los parámetros de rugosidad, la línea media es la producida por el filtro y que ocupa el perfil palpado de manera que las superficies que le son superiores o inferiores son iguales.
- La longitud límite de onda (Cut-off) o λ designa el filtro que es utilizado para la exploración. Las ondas más pequeñas que la λ son leídas en el perfil de la rugosidad y las más grandes que la λ en el perfil de la ondulación.

It. Es el curso total durante el proceso de medición incluye Iv + Im + In.

Iv o precurso. Es la primera parte del curso de palpación, que no es utilizado para la exploración de los valores de rugosidad.

Im o curso de medida. Parte del curso utilizado para la exploración del perfil de la rugosidad.

In o post curso. Ultima parte del curso de palpación que no es utilizado para la exploración de los valores de rugosidad.

Ie. Fracción de Im (la quinta parte), $Im = 5 \times Ie$, este valor es equivalente a la longitud de onda $\lambda = Ie$. (Ver fig. 18).

LA RUGOSIMETRÍA Y SU APLICACIÓN

Los rugosímetros electrónicos originalmente se desarrollan para medir y examinar las huellas dejadas por herramientas en metales mecanizados mediante desprendimiento de virutas, pero con el paso del tiempo pudo comprobarse que la rugosimetría resulta útil en casi todos los ámbitos de la microgeometría.

De esta forma la rugosimetría se ha convertido en un propio campo específico, cuya importancia ha crecido muy notablemente no sólo en la mecanización de metales (metalurgia y automóviles), si no también en muchos otros campos de la investigación.

5. M.E.B. MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO

Material empleado para observaciones en M.E.B.

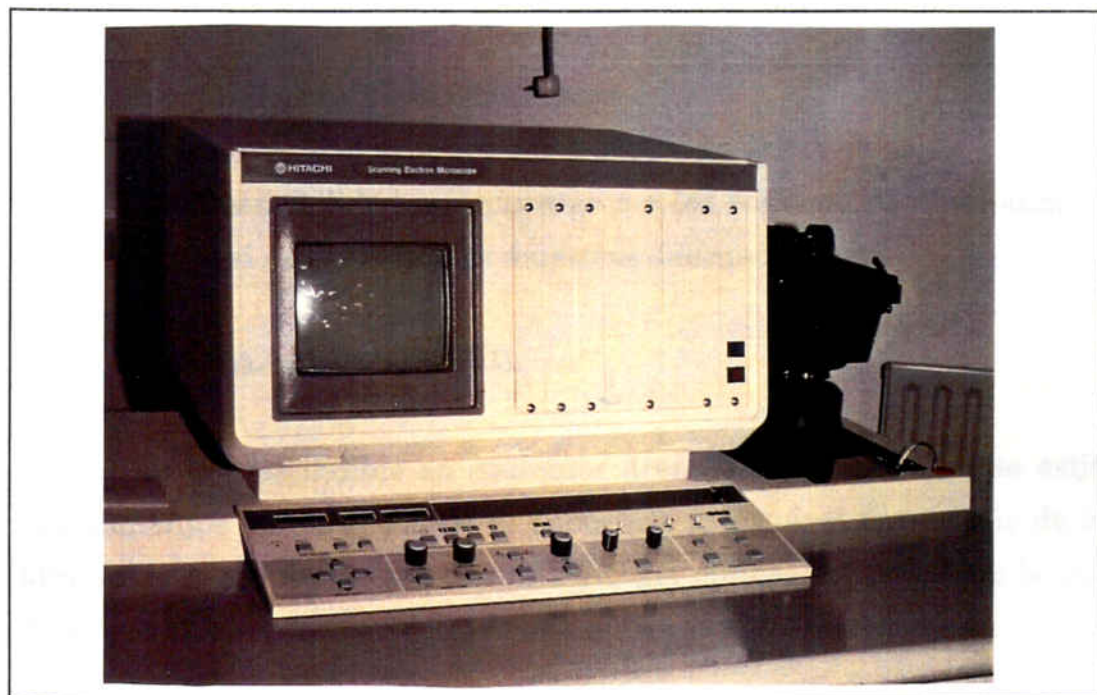
- Plata coloidal.
- Cámara de vacío.
- **Diodo para metalización con oro. Sputtering** (Polaron E-5000). (Ver Fig. 12).
- Porta muestras de cobre, (Ver Fig. 21 y 22).
- Pinzas de laboratorio.
- **(M.E.B.) Microscopio Electrónico de Barrido.**
Hitachi S-2300 (Hitachi)⁹. (Más tarde, lo describiremos. Fig. 13)
- Cámara fotográfica incorporada, Mamiya.

9 Hitachi. Japón.

FIGURA 12. Diodo para metalización con oro.



FIGURA 13. Microscopio Electrónico de Barrido. HITACHI S-2300.



M.E.B. - En la investigación

El microscopio seleccionado para nuestro estudio cualitativo de las muestras, ha sido el HITACHI S-2300 (figura 13).

Dispone de teclado y pantalla para visualizar las muestras, así como cámara fotográfica incorporada.

La elección de este microscopio es debida, a que su manejo en cuanto a brillo, contraste, iluminación, foco grosero, fino y magnificación puede ser llevada a cabo de forma manual o automática, si se desea.

Si elegimos un manejo automático podemos tener condiciones de trabajo constantes para realizar nuestra investigación.

La resolución del HITACHI S-2300 es de 45Å, el voltaje de aceleración utilizado es de 15 kilovoltios (KV). Cámara MAMIYA y la película fotográfica utilizada es Kodak Tri-X-Pan formato 120, no profesional.

La magnificación va desde 20 hasta 200.000 aumentos.

LIMITACIONES DEL M.E.B.

Las principales limitaciones son:

- La necesidad de tener que trabajar en vacío.
- La sensibilidad a impurezas o a los residuos de manipulaciones si no se tratan las muestras adecuadamente.

VENTAJAS DEL M.E.B.

Es imprescindible en cualquier área de investigación, que exija conocimientos morfológicos de la superficie a un nivel por debajo de lo apreciable a simple vista o con microscopía óptica. Por otro lado la microscopia electrónica proporciona una mayor profundidad de campo.

6. ORDENADOR PERSONAL

- **Ordenador personal (Inves modelo PC - 640 X HD** con una capacidad de almacenamiento de 20 MB y memoria RAM de 640 K.B.
- **Programas:** 1) de gráficos: **Chart**. Versión 2.04; módulo Graphics del SPSS/Pc. 2) de Estadística: **Oneway del SPSS/PC; Manova del SPSS/PC.**

II. MÉTODOS

1. GRUPOS REALIZADOS

Inmediatamente a la extracción, se procede a la introducción de las piezas dentarias en solución salina para evitar su deshidratación.

Posteriormente seleccionamos incisivos y caninos con corona anatómicamente íntegra, o que tengan destrucciones mínimas.

Se procede a realizar 2 grupos de 12 dientes cada uno, randomizados o tomados al azar (Buttletí terapeutíc, 1986) de la totalidad de la muestra, en total 24 piezas dentarias. En cada pieza, realizamos 5 cavidades con lo que tenemos 120 preparaciones.

2. MÉTODOS DE PREPARACIÓN CAVITARIA

Preparación. Sacamos el diente de la solución salina y lavamos con agua. Realizamos en cada diente cinco preparaciones de cavidades clase V de Black. Estas cavidades son generalmente preparadas en las caries conocidas con el nombre de caries de cuello. Son aquellas cavidades que afectan las zonas gingivales de todas las piezas dentarias es decir, el tercio cervical, tanto en la superficie vestibular o lingual (Chasteen, 1981).

- Realizamos la apertura de la cavidad con fresa de diamante de cono invertido FG 226-012 (HORICO), a alta velocidad (unas

300.000 r.p.m.) con irrigación mediante agua de forma continua, delimitamos los contornos, conformando la cavidad, con fondo redondeado.

- Biselamos el borde cavo superficial con la fresa de diamante FG 341/010 de Horico, a velocidad más lenta, sin irrigación.

El tamaño de las cavidades es de 4 mm. de diámetro mayor, 3 mm. de diámetro menor y 3 mm. de profundidad, de forma ovalada.

Una vez ha sido preparada la cavidad procedemos a lavar y secar cada espécimen y realizar su obturación individualmente con composites cuyas características técnicas ya han sido explicadas.

El composite ha sido almacenado en refrigerador y retirado de él, 30 minutos antes de su uso. La técnica para realizar las obturaciones ha sido explicada en el apartado V.

1a. fase: Grabado del esmalte

Con ácido fosfórico al 37% en forma de gel (Caulk) mediante jeringa y aguja hipodérmica durante 60 segundos.

Lavado durante 45 segundos con chorro de agua y jeringa exenta de aceite, para eliminar el ácido en gel.

Secado con aire exento de aceite, evitando la contaminación del área grabada.

2a. fase: Aplicación del adhesivo

Para dentina/esmalte con pincel en la cavidad, después de mezclar en pocillo la resina y el activador durante 10 segundos.

Scotchbond para las preparaciones de Silux y Bondlite para las preparaciones de Herculite, tal como indican los fabricantes respectivos. Aplicamos una sola capa de adhesivo sobre la dentina y esmalte grabado,

seguidamente un chorro de aire suave para evaporar el disolvente. Aplicamos una segunda capa de adhesivo y aire suave, polimerización de 20 segundos con la lámpara de luz halógena VCL 200 Light Curing Unit.

3a. fase: Material restaurador

Primer Grupo:

Para ello realizamos 60 obturaciones con composite tipo I o microrelleno utilizando como adhesivo dentina/esmalte el que recomienda el fabricante (ésteres de fosfato).

Segundo Grupo:

Otras 60 obturaciones las realizamos con material de composite tipo II en nuestra clasificación y adhesivo dentina/esmalte de la misma forma que en el primer grupo.

Colocamos el material restaurador tipo I y tipo II en el Primer grupo o Segundo, respectivamente, con espátula GC American Composite Instrument Goldstein núm. 1 HD 0145, hasta cubrir totalmente la cavidad mediante técnica incremental, cada mm. En el grupo control 1 y 2E, la última capa es modelada con pincel Sourana núm. 0.

Polimerizamos por capas, cada una de ellas 40 segundos, con la lámpara de luz halógena ya citada.

3. MÉTODOS DE ACABADO Y PULIDO

Las 60 obturaciones realizadas con material de obturación tipo I las distribuimos en 6 subgrupos de 10 cavidades obturadas de idéntica forma, pero terminadas por 6 métodos diferentes de acabado y pulido.

En el Segundo grupo, las 60 obturaciones, siguen una distribución semejante a la anterior y el acabado y pulido de las obturaciones realizadas con el material de obturación tipo II es llevado a cabo por 6 métodos diferentes como en el Primer grupo.

Los 6 métodos de acabado y pulido utilizados en los 2 grupos son idénticos y les denominaremos subgrupos A, B, C, D, E y F. Cada subgrupo será de 20 preparaciones para los dos tipos de composites.

CUADRO 8

Subgrupos							
	A	B	C	D	E	F	Métodos acabado y pulido
Composite Tipo I Silux (3M)	10	10	10	10	10	10	60 preparaciones Grupo 1º
Composite Tipo II Herculite (Kerr)	10	10	10	10	10	10	60 preparaciones Grupo 2º
Total 120 preparaciones							

ACABADO Y PULIDO DE LOS ESPECÍMENES.

Procedemos a realizar el acabado y pulido de las obturaciones comenzando por las preparaciones del Primer grupo y seguimos por las del Segundo grupo. Cada subgrupo recibió un tratamiento de acabado individual y se utilizó una punta o disco nuevo para cada preparación.

Todos los métodos han sido realizados durante un tiempo constante de 30 segundos para cada instrumento insertado en turbina o contraángulo.

La velocidad de trabajo de la turbina (WH) Topair 395 ha sido moderada, con irrigación constante de agua.

El contra ángulo (Kavo) Intramatic 20 C ha sido utilizado a baja velocidad.

Todos los instrumentos manuales han sido utilizados aplicando una presión ligera e intermitente (Davidson, 1981). No utilizamos la tira Mylar de acetato para nuestras preparaciones por que como ya cita Davidson (1981), y otros autores, ya han demostrado, si polimerizamos el composite con ella, se obtienen superficies al máximo de lisura pero se ha de dar un perfilado adicional a la restauración.

Hemos seleccionado 6 métodos diferentes de acabado y pulido para valorar sus diferencias según el material restaurador empleado y el instrumento de acabado utilizado. Las técnicas de acabado y pulido propuestas en los objetivos de esta investigación son:

Puntas de Arkansas, fresas de carburo de tungsteno de ocho, doce y treinta hojas, fresas de diamante de pulir composites de grano fino y discos de acabado y pulido de óxido de aluminio. También contemplamos un grupo control sin pulir, para realizar el estudio comparativo.

- 1) El primer método (subgrupo A), es el acabado con puntas de Arkansas F G 661 (Meissinger), de forma de bala.
- 2) El segundo método (subgrupo B), es el realizado con fresas de carburo de tungsteno de 8 estrías H 134-014 (Komet) de forma de punta de flecha (Tungsteno, a).

- 3) El tercer método (subgrupo C) es el que se ha pulido con fresas de diamante de pulir FG 249 F/014 Horico de 50μ de grano fino de forma de punta de llama.
- 4) El cuarto método (subgrupo D), es el que ha sido llevado a cabo con discos de Óxido de Aluminio ($Al_2 O_3$) (3M) de 9,5 mm. de diámetro en sus cuatro tamaños de aspereza (grande, mediano, fino y superfino) utilizados de forma sucesiva, durante 30 segundos cada uno de ellos irrigando a la vez, excepto el superfino (Albers, 1988). Para las 20 preparaciones realizadas en este subgrupo se ha utilizado contra ángulo Kavo a baja velocidad (6.000-8.000 r.p.m.) con mandril POP-ON para insertar los discos.
- 5) El quinto subgrupo (E) es el grupo control de obturación sin pulir, observada en esta experimentación. Tal como hemos explicado en la técnica de colocación de material restaurador, en este subgrupo, la última capa ha sido acabada o modelada con pincel Sourana núm. 0 de pelo de marta, antes de proceder a su polimerización.
- 6) El subgrupo (F) es el que ha sido terminado con fresas de carburo de tungsteno (b) (Kerr). Primero hemos pulido con fresa de 12 estrías núm. 7803 de forma de bala y posteriormente de 30 estrías núm. 9.803, durante 30 segundos cada una.

El tiempo citado ha sido el que recomiendan los fabricantes como apropiado para sus instrumentos y el que habitualmente en operatoria dental, consideramos como correcto para un buen acabado y pulido en la cavidad bucal. No hemos realizado ciclos frío/calor, por considerar que puede ser objeto de otras investigaciones paralelas añadiendo nuevas variables. Nuestro trabajo evalúa el pulido inmediato a la restauración.

4. METODOLOGÍA SELECCIONADA PARA EVALUAR EL ACABADO Y PULIDO

Una vez revisados los métodos de evaluación del acabado y pulido hemos seleccionado para nuestra investigación los dos siguientes:

Mediante Microscopio Electrónico de Barrido (M.E.B.).

Mediante Rugosimetría.

El primero nos orienta sobre el comportamiento de los instrumentos con las imágenes obtenidas de la superficie final de la restauración una vez acabada y pulida. En ellas podemos apreciar zonas lisas, porosidades, cráteres por desprendimiento de partículas, estriaciones e irregularidades diversas.

El segundo método seleccionado, nos ha parecido adecuado por que permite cuantificar la rugosidad en μ y podemos realizar un estudio estadístico de los resultados.

Una vez revisada la literatura, algunos autores han seleccionado el M.E.B. y otros el Rugosímetro para sus estudios.

Creemos, que el estudio combinado de ambos métodos puede aportar una mejor información ya que permite comparar las imágenes bi-dimensionales que se aprecian en las fotografías del M.E.B. con los datos numéricos conseguidos con el Rugosímetro. De esta forma podemos obtener un conocimiento más aproximado a la realidad.

a) Rugosimetría. Realización del ensayo.

El ensayo de rugosimetría ha sido realizado, en el **Laboratori General d'Assaigs i Investigacions** (Departamento de Industria y Energía de la Generalitat de Catalunya).

Realización del ensayo:

Se investigaron perfilométricamente todas las muestras mediante, un perfilómetro o rugosímetro modelo HOMMEL TESTER T-20, de la casa comercial HOMMELWERKE y cuyas características técnicas ya han sido descritas en cuanto a la posibilidad de proporcionarnos unos datos procesados por un micro ordenador incorporado al perfilómetro.

Se realizó el análisis de las superficies dentales acabadas y pulidas por los métodos diversos aplicados en este estudio, con el rugosímetro de precisión, en las 120 obturaciones realizadas.

Una vez las muestras estaban ya denominadas se tuvo en cuenta su cifra y letra de referencia para posterior valoración e identificación.

De las 120 muestras, 60 corresponden al material microrrelleno tipo I (SILUX) y en ellas hemos realizado los seis tipos de acabado y pulido descritos.

Tipo I:

- 10 muestras corresponden al **subgrupo A** cuya referencia es 1A1, 1A2, 1A3, 1A4, 1A5, 1A6, 1A7, 1A8, 1A9, 1A10, respectivamente.
- 10 muestras corresponden al **subgrupo B** cuya referencia es 1B1, 1B2, 1B3, 1B4, 1B5, 1B6, 1B7, 1B8, 1B9, 1B10, respectivamente.
- 10 muestras corresponden al **subgrupo C** cuya referencia es 1C1, 1C2, 1C3, 1C4, 1C5, 1C6, 1C7, 1C8, 1C9, 1C10, respectivamente.

E igualmente con los otros subgrupos: D, E y F.

- 1D1, 1D2, 1D3, 1D4, 1D5, 1D6, 1D7, 1D8, 1D9, 1D10.
- 1E1, 1E2, 1E3, 1E4, 1E5, 1E6, 1E7, 1E8, 1E9, 1E10.
- 1F1, 1F2, 1F3, 1F4, 1F5, 1F6, 1F7, 1F8, 1F9, 1F10.

Las otras 60 muestras analizadas corresponden al material híbrido HERCULITE (KERR) tipo II y en ellas también hemos realizado los seis tipos de acabado y pulido diferentes.

Tipo II:

- 10 muestras corresponden al **subgrupo A** cuya referencia es: 2A1, 2A2, 2A3, 2A4, 2A5, 2A6, 2A7, 2A8, 2A9, 2A10, respectivamente, numeradas del 1 al 10.
- 10 muestras corresponden al **subgrupo B** cuya referencia es: 2B1, 2B2, 2B3, 2B4, 2B5, 2B6, 2B7, 2B8, 2B9, 2B10, respectivamente.
- 10 muestras corresponden al **subgrupo C** cuya referencia es: 2C1, 2C2, 2C3, 2C4, 2C5, 2C6, 2C7, 2C8, 2C9, 2C10, respectivamente.

E igualmente con los otros subgrupos: D, E y F.

- 2D1, 2D2, 2D3, 2D4, 2D5, 2D6, 2D7, 2D8, 2D9, 2D10.
- 2E1, 2E2, 2E3, 2E4, 2E5, 2E6, 2E7, 2E8, 2E9, 2E10.
- 2F1, 2F2, 2F3, 2F4, 2F5, 2F6, 2F7, 2F8, 2F9, 2F10.

Para las pruebas estadísticas, se eligió la denominación numérica del 1 al 120 de estas piezas, para facilitar el manejo de programas del ordenador.

Se prefirió el mismo método para valorar la rugosidad superficial y en todas ellas se determinaron los mismos parámetros: **RT, RM, RZ y RA**; que más tarde definiremos, y se registraron en papel metalizado. Se eligió un recorrido de palpación de 1 mm., por ser suficiente para la medición y registro, una velocidad de palpación de 0,10 mm./seg. y un cut-off o filtro de 0,08 mm.

Estas condiciones de medición, pueden observarse adjuntas en los anexos bajo las denominaciones de LT, VT y LC, respectivamente.

LT = Longitud de trabajo = 1 mm.

VT = Velocidad de palpación = 0,10 mm./seg.

LC = Filtro o longitud de onda = 0,08 mm.

En cada obturación marcada previamente por su circunferencia externa (para delimitar el contorno y facilitar su localización) con un rotulador negro STAEDTLER LUMOCOLOR 313 permanente, se realizó una medición, en la longitud de trabajo de 1 mm. tomada al azar. Este método también sirvió para localizar las obturaciones en el M.E.B.

En el momento de determinar el valor de la rugosidad se **registró gráficamente el perfil de la misma** en cada una de las ciento veinte obturaciones estudiadas.

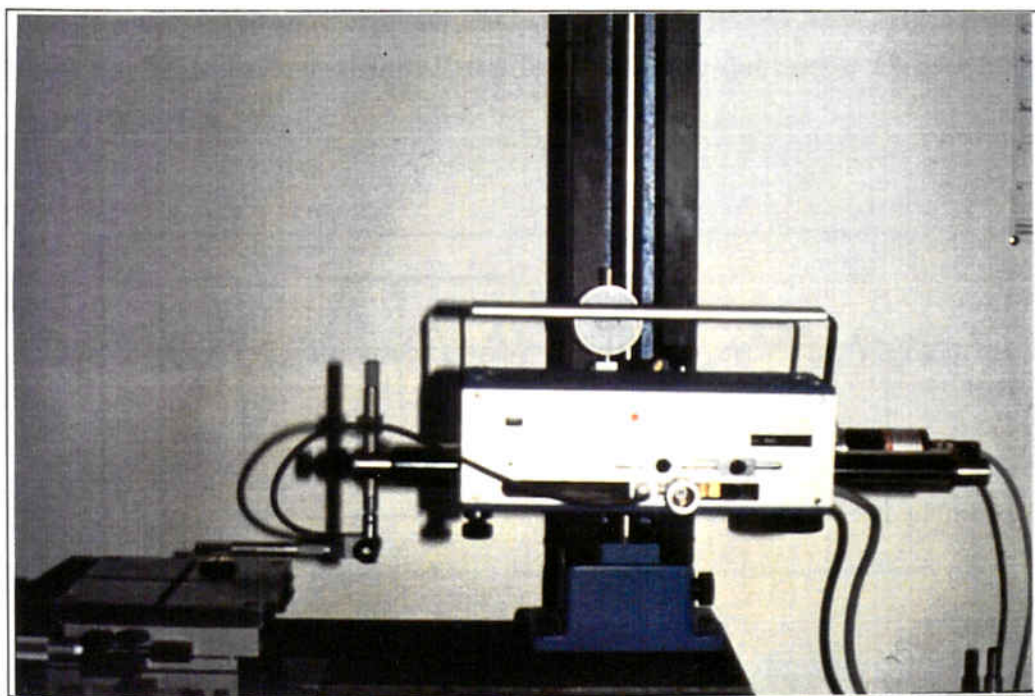
Para poder interpretar el registro hemos de decir que la ampliación horizontal (A-H) fue de 2.500 y la ampliación vertical (A-V) fue de 50.

En el papel metalizado de registro, el espacio correspondiente a una **cuadrícula de 10 mm. equivale a 4 μ m o (MYM), de la muestra, en el sentido horizontal y en el vertical equivale a 200 μ m** tal como indican las flechas (ver interpretación del registro, Fig. 20). Se observa también en el papel de registro el perfil de la rugosidad gráficamente.

PROCEDIMIENTO DE MEDIDA CON EL RUGOSIMETRO

Para esta medición la superficie se palpa a velocidad constante con un micro palpador cuya punta de diamante es de un ángulo cónico de 60 grados y un radio de punta de 0,005 mm. Para protección de la superficie, el patín del micro-palpador es de teflón. Este patín cursor de teflon evita que existan vibraciones durante el ensayo. El mecanismo de avance mueve el micropalpador en línea recta sobre un recorrido previamente determinado en la superficie de la pieza de ensayo. La aguja de diamante palpa así toda la rugosidad de la superficie. (Ver fig. 16).

FIGURA 16. Rugosímetro Hommel-Tester T-20.
Procedimiento de medida.



Las oscilaciones de la aguja se transforman en tensiones eléctricas cuya amplitud es proporcional a la magnitud de estas oscilaciones. Estos impulsos eléctricos se aumentan mediante un amplificador de medida de frecuencia y se digitalizan en un convertidor digital.

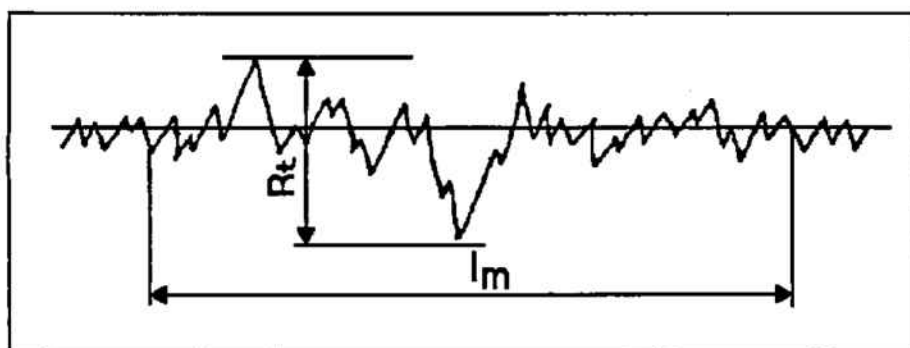
Un microprocesador calcula inmediatamente los diversos valores de rugosidad que se registran y se leen en un indicador alfanumérico. Simultáneamente también puede obtenerse el registro gráfico de la sección de perfil, así como un protocolo de todos los valores de medida en un texto claro.

Los resultados obtenidos se adjuntan en el ANEXO de resultados. Pasaremos a describir los parámetros hallados y un ejemplo para interpretar el registro.

Signo RT:

DENOMINACIÓN: Profundidad de rugosidad máxima.

DEFINICIÓN: Medida vertical entre el punto más alto y más bajo del perfil de la rugosidad, filtrada en el seno del curso de la medición (I_m) (FIGURA 17).



Signo RZ:

DENOMINACIÓN: Profundidad media de rugosidad.

DEFINICIÓN: Medida aritmética de las profundidades individuales de rugosidad correspondientes a cinco espacios colindantes de igual longitud en el perfil filtrado, o media aritmética de cinco fracciones de medidas sucesivas:

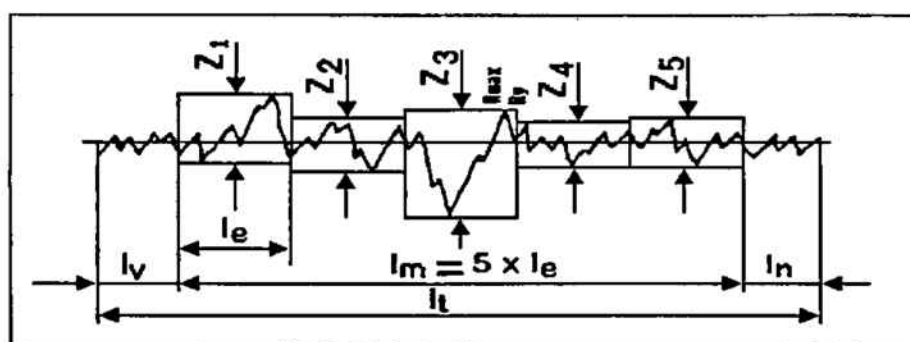
$$RZ = \frac{1}{5} (Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5)$$

EVALUACIÓN: $5 \times l_e = l_m$.

Signo RM o R máx.

DENOMINACIÓN: Rugosidad de máxima profundidad.

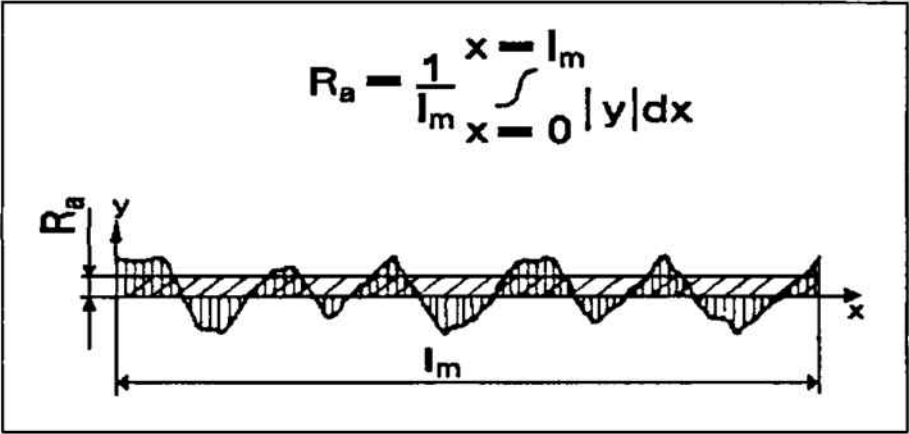
DEFINICIÓN: Rugosidad Z; la de mayor profundidad dentro del recorrido total l_m , hallada durante la determinación del RZ sobre el perfil filtrado (**FIGURA 18**).

**Signo RA:**

DENOMINACIÓN: Valor medio de rugosidad.

DEFINICIÓN: Media aritmética de los valores absolutos de todas las ordenadas de perfil dentro del recorrido total de medida l_m , previa ni-

velación por filtro de divergencias de forma y mayores factores de sinuosi-
dad. (FIGURA 19).

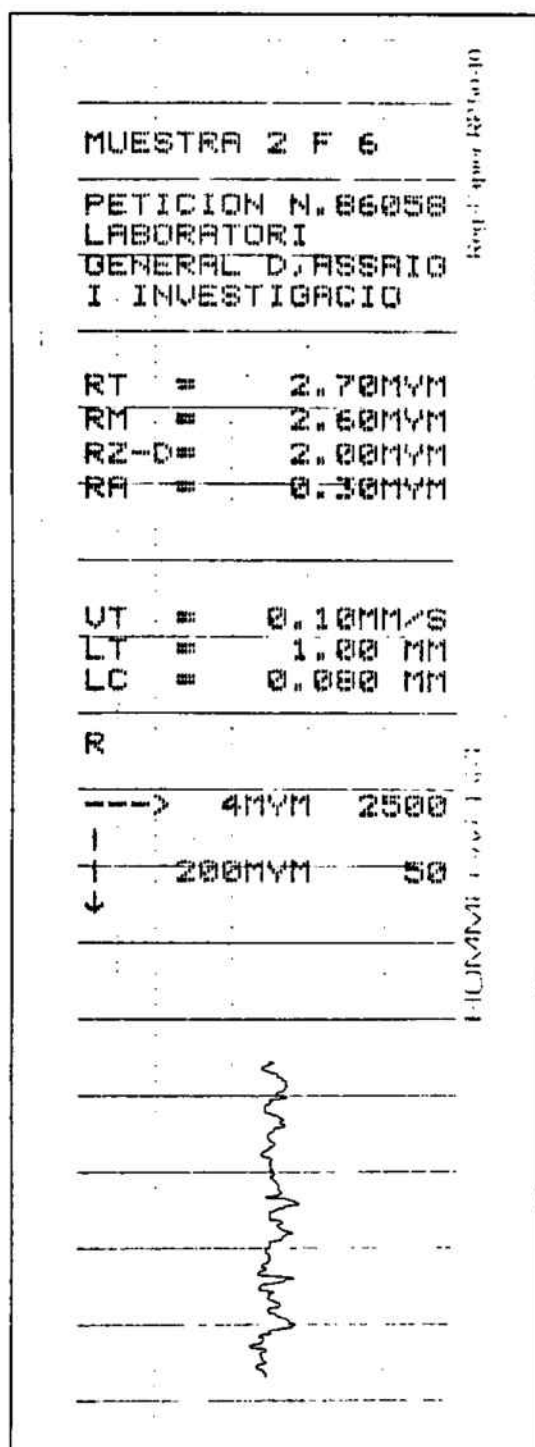


Interpretación del registro perfilométrico: FIGURA 20.MYM = μm RT = profundidad de
rugosidad máxima.RZ = profundidad media
de rugosidad.RM = rugosidad de máxima
profundidad.RA = valor medio de
rugosidad.

VT = velocidad de palpación.

LT = Longitud de trabajo.

LC = filtro

 $\rightarrow = 4 \mu\text{m} = 2500 \text{ (A - H)}$ $\downarrow = 200 \mu\text{m} = 50 \text{ (A - V)}$ 

b) Observaciones en el microscopio electrónico de barrido (M.E.B.)

El estudio de las muestras mediante M.E.B. ha sido realizado en el Servei de Microscopia Electrónica de la Universidad de Barcelona.

Una vez realizada la rugosimetría de los composites hemos preparado las muestras para poder ser visualizados en el M.E.B., como explicaremos a continuación.

Hemos seleccionado la obturación modelo de grupo que más se parece o acerca a la media en valores de rugosidad, de RT, ya que podemos considerarla como el prototipo de acabado y pulido tanto en cuanto al material restaurador como en el método de acabado y pulido.

En el tipo I de resina hemos estudiado las obturaciones 1A5, 1B7, 1C4, 1D2, 1E2, 1F1. (Grupo 1º).

En el tipo II de resina hemos estudiado en M.E.B. las obturaciones 2A8, 2B3, 2C5, 2D7, 2E4, 2F5. (Grupo 2º).

Procesamiento de las muestras para M.E.B.

Una vez hemos preparado las piezas dentarias correspondientes, acabadas y pulidas según técnica ya explicada, se montan con la orientación adecuada, sobre porta muestras del microscopio electrónico de barrido utilizando plata coloidal. El diámetro máximo del espécimen puede ser 150 mm. Convenientemente secas a temperatura ambiente para poder realizar la metalización, se les ha recubierto con una capa de oro de unos 400 Å de espesor mediante un diodo de Sputtering (Polaron E-5000). (Ver Fig. 12).

El oro en el vacío se ioniza al establecerse una diferencia de potencial entre los dos electrodos; en uno de ellos se sitúa la lámina de oro y en

el otro los portamuestras. En el interior de la campana se prepara una atmósfera enrarecida de Argón (a baja presión) y se establece una descarga entre los dos electrodos y por bombardeo iónico del Argón sobre el oro durante cinco o seis minutos, éste se deposita en la muestra (Fig. 21-22).

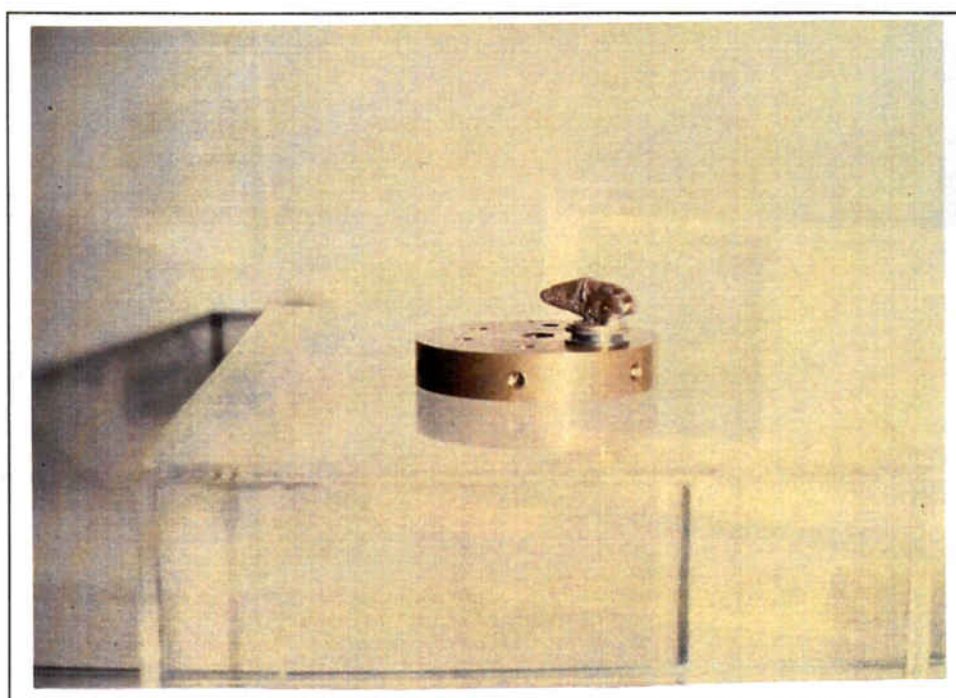
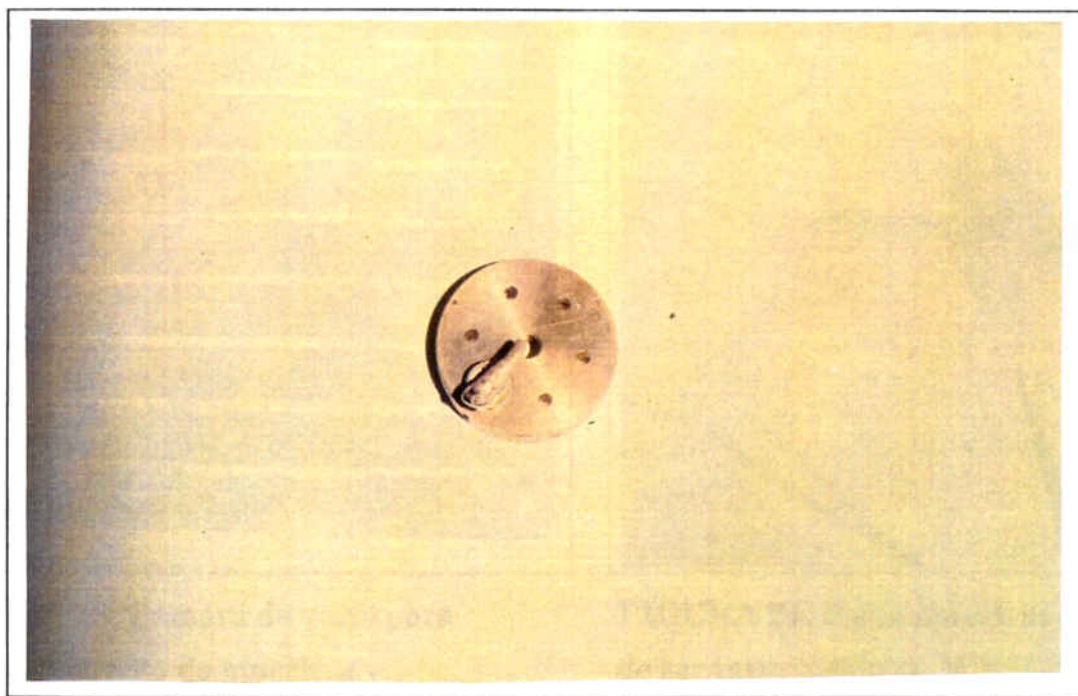
Una vez se han impregnado las muestras de oro, se guardan en **cámara de vacío** como medio de protección de la humedad y contaminación ambiental (Fig. 23).

No ha sido necesario realizar réplicas de los especímenes para ser visualizados como ocurre con otras muestras biológicas en las que no interesa la metalización (Fontarnau, 1987).

El estudio preliminar o exploratorio de las muestras a investigar en M.E.B. fue realizado utilizando los microscopios JEOL JSM 840, STEREOSCAN 120 (Cambridge Instruments) e Hitachi S-2300. Fueron visualizadas las piezas a diferentes aumentos: X50, X100, X200, X700, X800, X1000, X5000, X 7500, y X 8000. El microscopio seleccionado ha sido el Hitachi S-2300 (Fig. 24 y 25).

Los aumentos seleccionados para nuestro trabajo, de acuerdo con los que fueron de mayor utilidad en las investigaciones revisadas, que utilizaron esta metodología, han sido X200, X500, X800.

FIGURA 21 y 22. Pieza dentaria metalizada colocada en porta muestras de M.E.B.



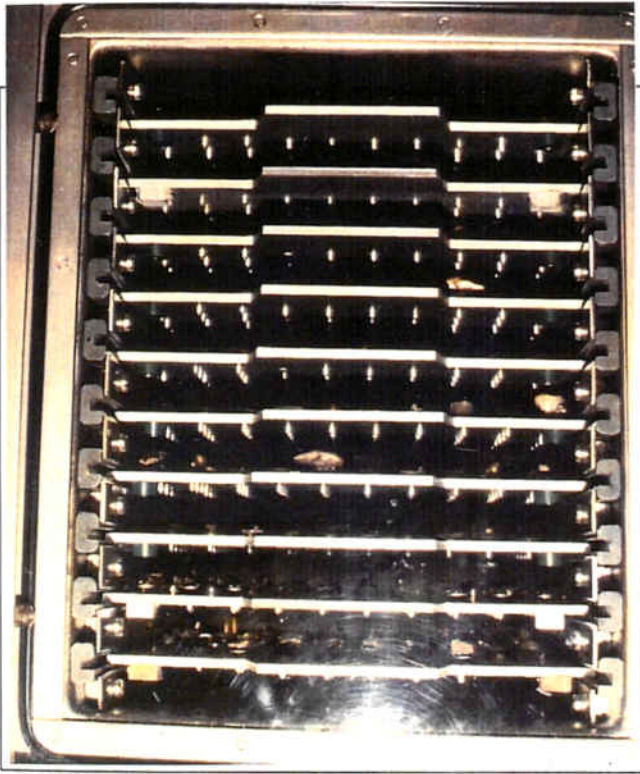


FIGURA 23. Cámara de vacío para almacenamiento de muestras ,

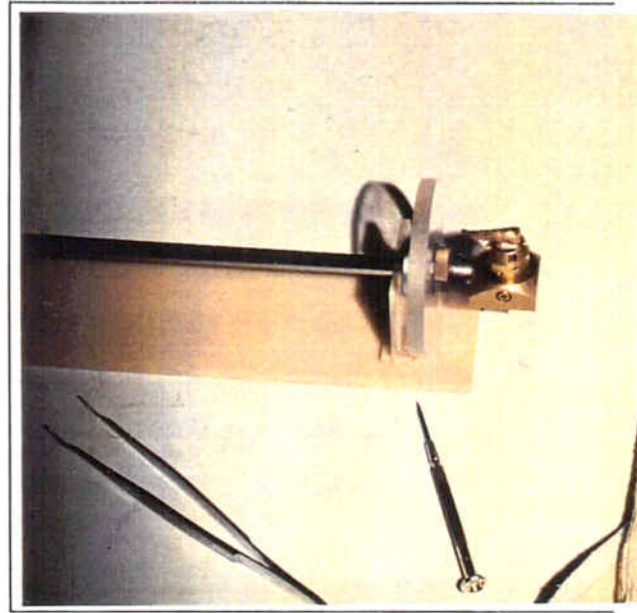


FIGURA 24. Porta muestras a punto de ser introducido en M.E.B.

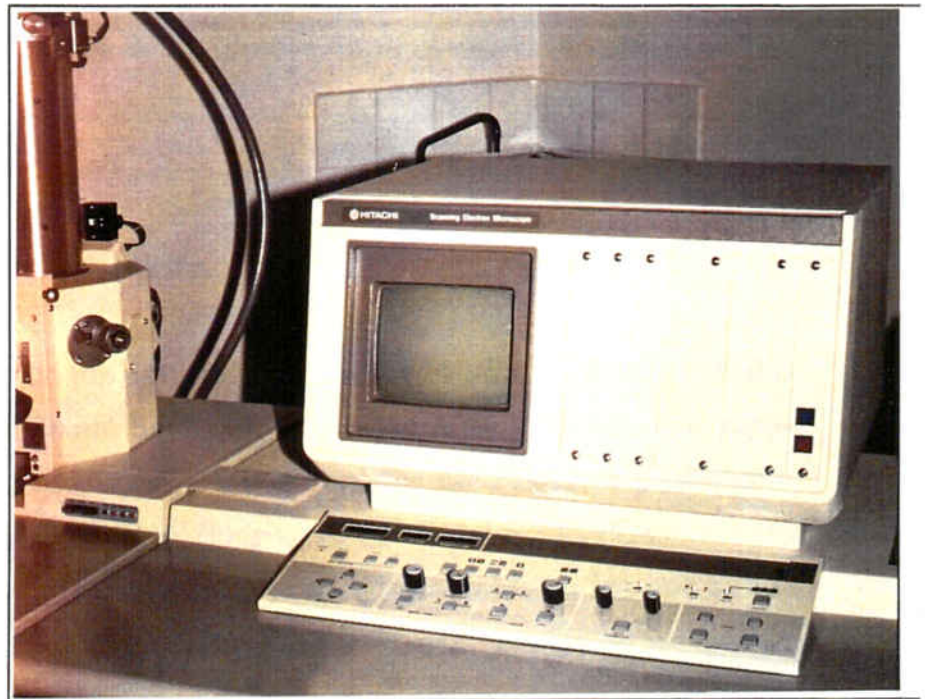


FIGURA 25.
Microscopio
Electrónico de
Barrido.
HITACHI S-2300.

5. MÉTODO ESTADÍSTICO APLICADO

a) Métodos de estadística descriptiva.

Los datos de las 120 muestras se introdujeron en el ordenador en la forma matricial habitual. Los 60 primeros casos correspondían a las determinaciones de RT, RM, RZ y RA para los distintos tipos de acabado dentro del composite Tipo I: arkansas, tungsteno (a), diamante, discos, control y tungsteno (b), diez especímenes en cada uno por este orden, y los 60 restantes para el composite Tipo II también con el orden anteriormente descrito.

Se han realizado las determinaciones habituales de la estadística descriptiva con la media y la desviación estandar como medidas de centralización y dispersión (Schwartz, 1985), utilizando los paquetes estadísticos SPSS/PC+ y Statgraphics (Statgraphics, 1986), versión 2.1. Para la realización de los gráficos hemos utilizado el programa Chart versión 2.04 que se conecta a través del módulo Graphics del SPSS con el propio SPSS/PC+.

b) Pruebas estadísticas.

Se han realizado las determinaciones de la *t* de Student y estudio de la correlación de la forma habitual (Schwartz, 1985). El test de comparación de más de dos medias con los contrastes de Tukey «a posteriori» mediante el programa ONEWAY (Norussis, 1986) del SPSS/PC+.

El análisis de la variancia de planes factoriales en los que se estudia a la vez el efecto de composite y acabado, con diseños en los que se

ha determinado la interacción composite-acabado (Riba Lloret, 1987), se han realizado con el programa MANOVA (Norusis, 1985) del SPSS/PC+. Dado que la interacción ha alcanzado significación para todas las variables estudiadas, se ha aplicado a continuación y dentro del mismo programa un diseño anidado para el estudio de los efectos simples (Riba Lloret, 1987), del acabado dentro de cada uno de los composites.

III. RESULTADOS

1. ESTUDIO PERFILOMÉTRICO. REGISTROS GRÁFICOS

COMPOSITE: TIPO I.

MUESTRAS:

- 1 A Subgrupo-A. Acabado con piedras de Arkansas.
- 1 B Subgrupo-B. Acabado con fresas de carburo de tungsteno (Komet, a).
- 1 C Subgrupo-C. Acabado con fresas de diamante.
- 1 D Subgrupo-D. Acabado con discos de óxido de Aluminio.
- 1 E Subgrupo-E. Grupo control.
- 1 F Subgrupo-F. Acabado con fresas de carburo de tungsteno (Kerr, b).

MUESTRA 1 A 1

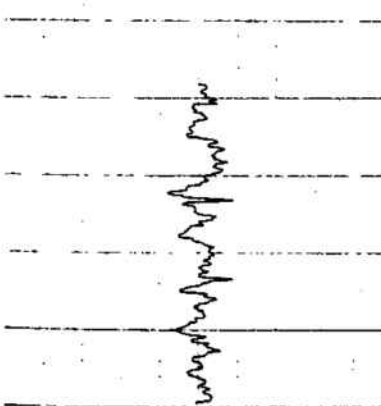
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 3.60MYM
RM = 3.60MYM
RZ-D = 2.50MYM
RA = 0.40MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+ 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 A 2

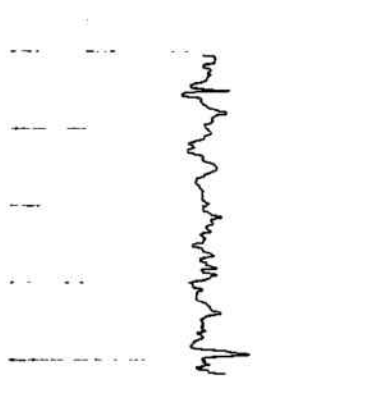
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 3.60MYM
RM = 3.40MYM
RZ-D = 2.30MYM
RA = 0.30MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+ 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 A 3

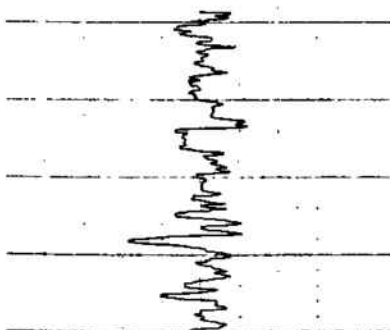
PETICION N. 86858
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 6.18MYM
RM = 5.90MYM
RZ-D = 3.80MYM
RA = 0.60MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
+
| 200MYM 50
↓



Reg. Paper R250 I

ICOMMEIWEIKE

MUESTRA 1 A 4

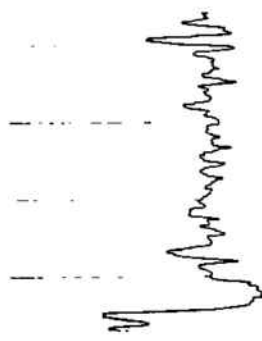
PETICION N. 86858
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 8.38MYM
RM = 8.38MYM
RZ-D = 4.38MYM
RA = 0.88MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
+
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 A 5

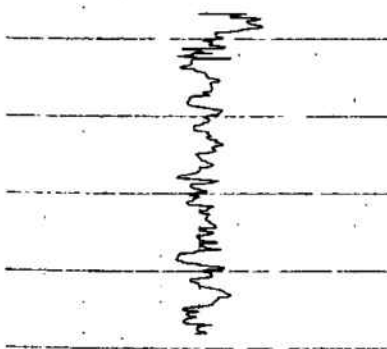
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 4.60MYM
RM = 4.60MYM
RZ-D = 2.90MYM
RA = 0.50MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 A 6

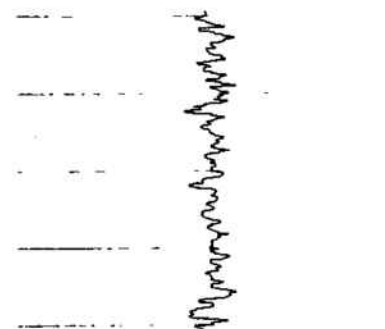
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

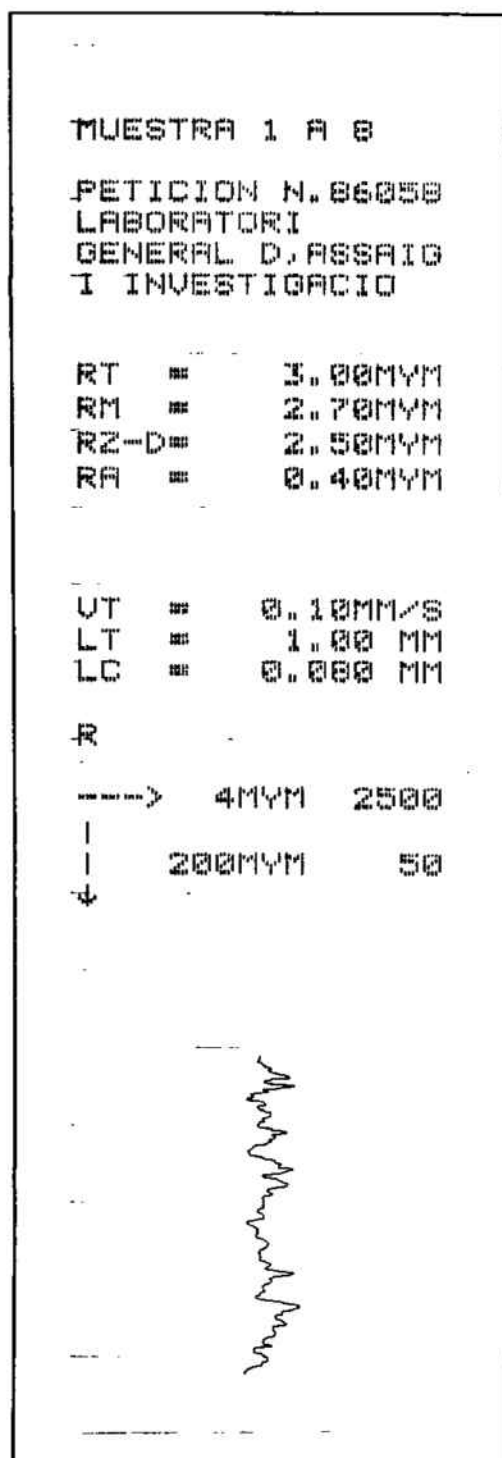
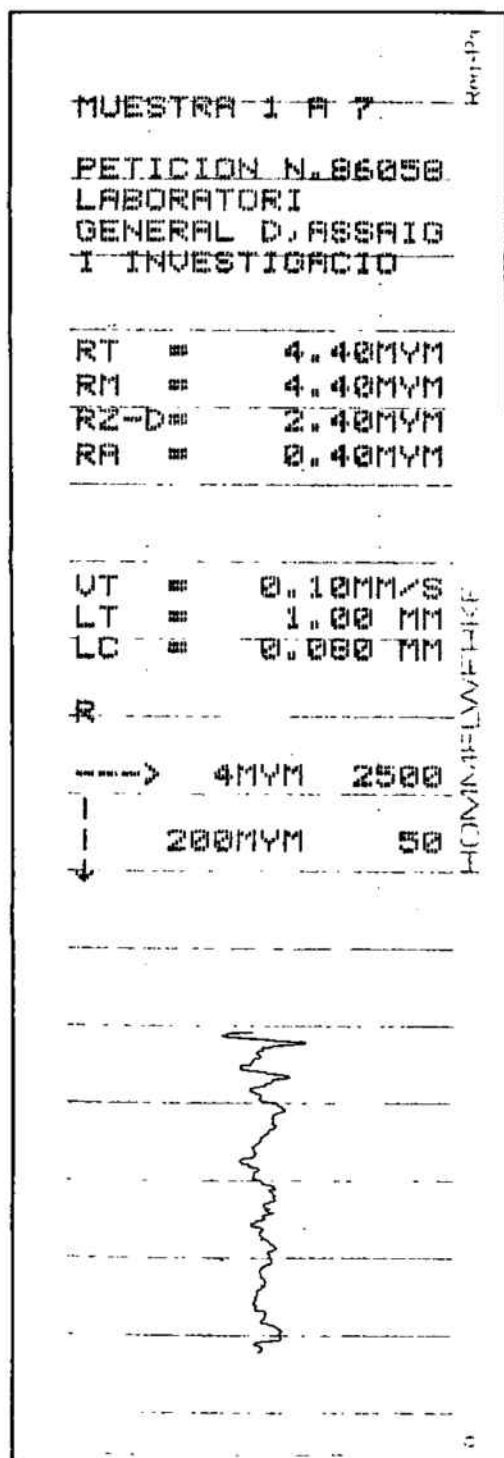
RT = 3.10MYM
RM = 3.10MYM
RZ-D = 2.40MYM
RA = 0.30MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+
| 200MYM 50
↓





MUESTRA 1 A 9

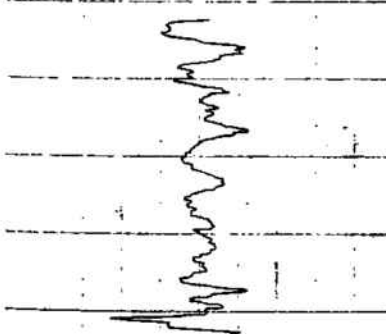
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 7.00MYM
RM = 7.00MYM
RZ-D = 3.60MYM
RA = 0.70MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
+ 200MYM 50
↓



HOMMELWERKE

Paper RP 50-10

MUESTRA 1 A 10

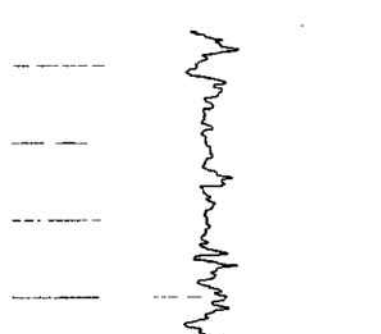
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 3.20MYM
RM = 3.00MYM
RZ-D = 2.30MYM
RA = 0.30MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
+ 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 B 1

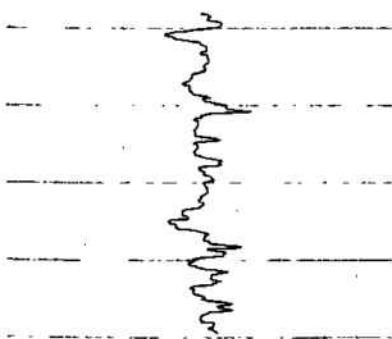
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 4.80MYM
RM = 3.80MYM
RZ-D = 2.90MYM
RA = 0.40MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
+
- 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 B 2

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 4.80MYM
RM = 3.80MYM
RZ-D = 3.10MYM
RA = 0.40MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
+
- 200MYM 50
↓



MUESTRA 1-B 3

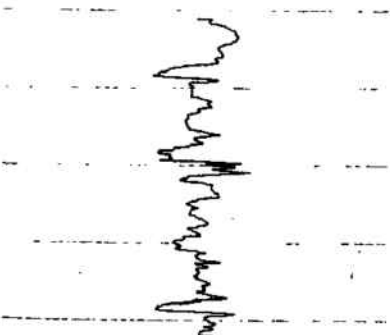
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 5.00MYM
RM = 4.00MYM
RZ-DE = 3.60MYM
RA = 0.60MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
↓ 200MYM 50
↓



LA MUESTRA 1-B 3

3050 30

MUESTRA 1 B 4

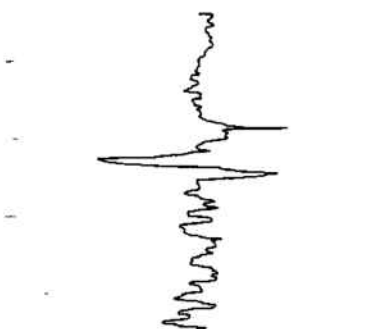
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 9.60MYM
RM = 9.40MYM
RZ-DE = 4.30MYM
RA = 0.60MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
↓ 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 B 5

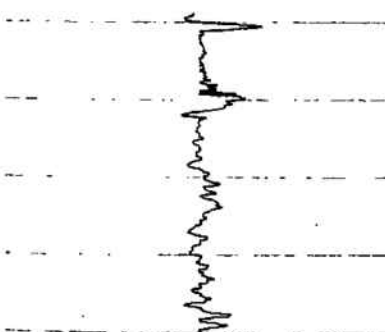
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 4.20MYM
RM = 4.20MYM
RZ-D = 2.80MYM
RA = 0.30MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+
200MYM 50
↓



Reg. Paper RP 50. 10

MUESTRA 1 B 6

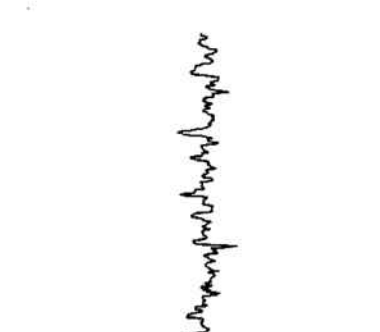
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 3.40MYM
RM = 2.60MYM
RZ-D = 2.30MYM
RA = 0.20MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+
200MYM 50
↓



MUESTRA 1 B 7

PETICION N. 86858
LABORATORIO
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 7.20MYM
RM = 7.20MYM
RZ-D = 3.30MYM
RA = 0.30MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
+ 200MYM 50
↓



140MMFIVE

140MMFIVE

MUESTRA 1 B 8

PETICION N. 86858
LABORATORIO
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 7.00MYM
RM = 6.00MYM
RZ-D = 3.70MYM
RA = 0.50MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
+ 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 B 9

PETICION N. 86058
 LABORATORI
 GENERAL D. ASSAIG
 I INVESTIGACIO

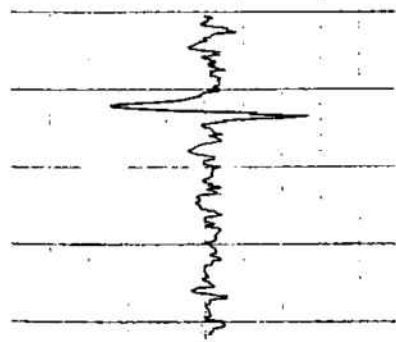
RT = 10.20MYM
 RM = 10.20MYM
 RZ-D = 4.00MYM
 RA = 0.40MYM

H.C. IMMEIWERKE

UT = 0.10MM/S
 LT = 1.00 MM
 LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
 |
 200MYM 50
 ↓



Reg.-Papier RP 50-10

MUESTRA 1 B 10

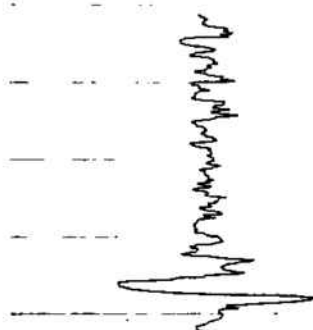
PETICION N. 86058
 LABORATORI
 GENERAL D. ASSAIG
 I INVESTIGACIO

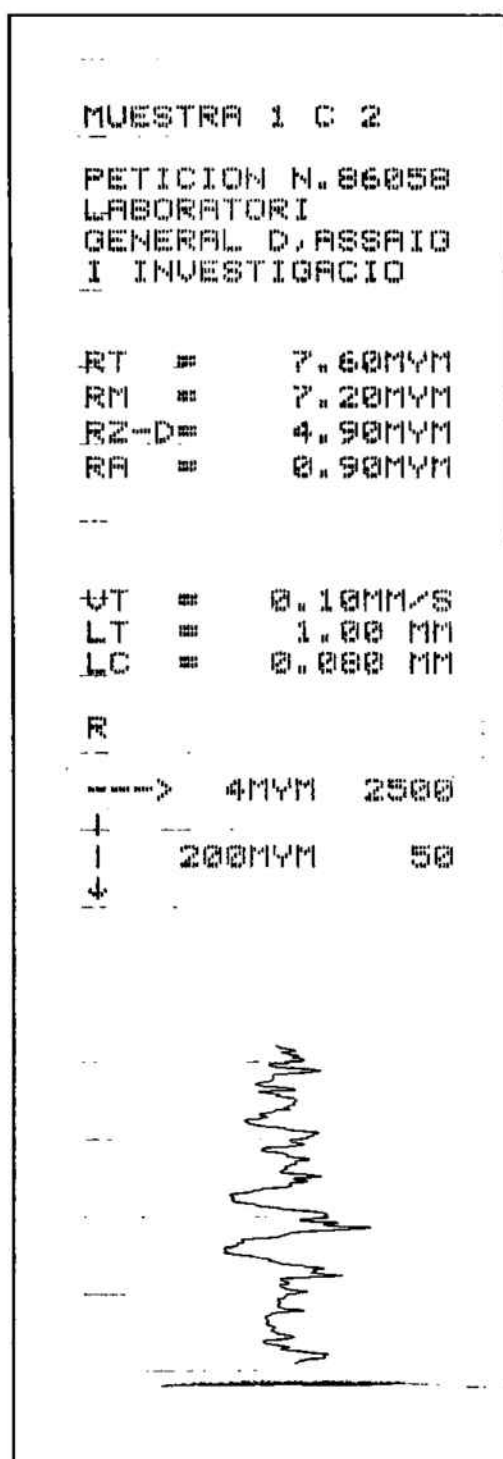
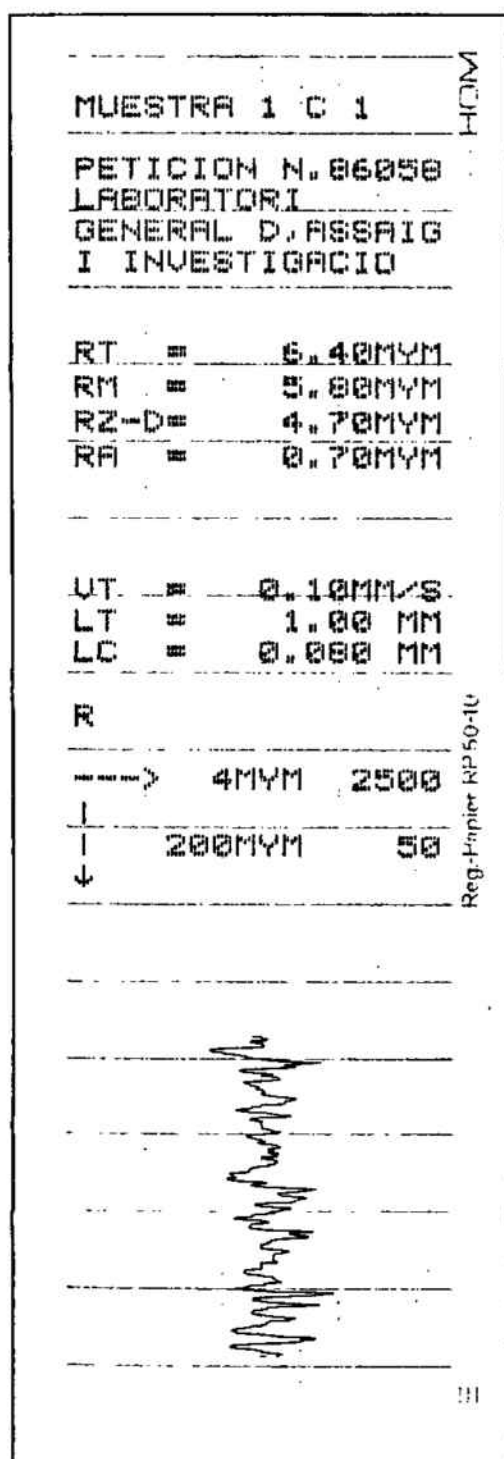
RT = 10.40MYM
 RM = 10.40MYM
 RZ-D = 4.40MYM
 RA = 0.70MYM

UT = 0.10MM/S
 LT = 1.00 MM
 LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
 |
 200MYM 50
 ↓





MUESTRA 1 C 3

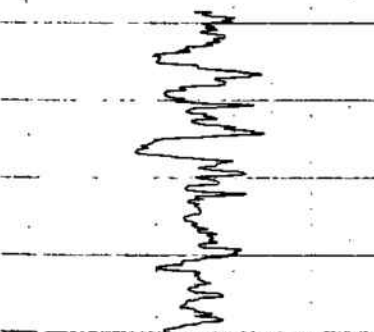
PETICION N.86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 6.60MYM
RM = 5.60MYM
RZ-D = 4.90MYM
RA = 0.90MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
+
| 200MYM 50
↓



Reg-Papier Hp 50-10

VIELWERKE

MUESTRA 1 C 4

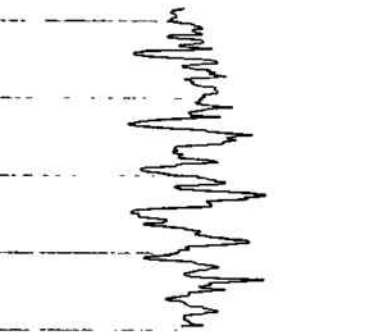
PETICION N.86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 7.20MYM
RM = 6.60MYM
RZ-D = 5.70MYM
RA = 1.00MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
+
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 C 5

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 10.00MYM
RM = 10.00MYM
RZ-D = 0.00MYM
RA = 1.40MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

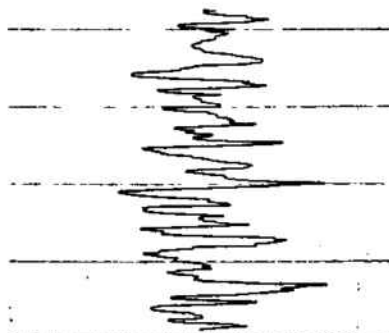
Reg. Paper RP 50-16

R

---> 4MYM 2500

| 200MYM 50

↓



HOMMELWERKE

MUESTRA 1 C 6

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 11.00MYM
RM = 10.50MYM
RZ-D = 0.00MYM
RA = 1.10MYM

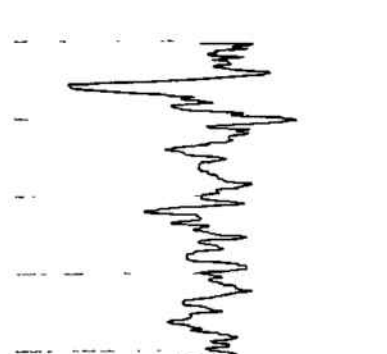
UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500

| 200MYM 50

↓



MUESTRA 1 C 7

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 3.60MYM
RM = 3.00MYM
RZ-D = 2.30MYM
RA = 0.30MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

----> 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
↓



MMEIWERKE

MUESTRA 1 C 8

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 8.40MYM
RM = 8.40MYM
RZ-D = 5.30MYM
RA = 0.90MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

----> 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 C 9

PETICION N. 86858
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 6.40MYM
RM = 6.20MYM
RZ-D = 4.50MYM
RA = 0.70MYM

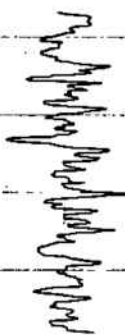
Dato: 10/09/80 RP 50 (1)

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
↓

HOMMELWERKE



MUESTRA 1 C 10

PETICION N. 86858
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 4.60MYM
RM = 4.40MYM
RZ-D = 3.20MYM
RA = 0.50MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 D 1

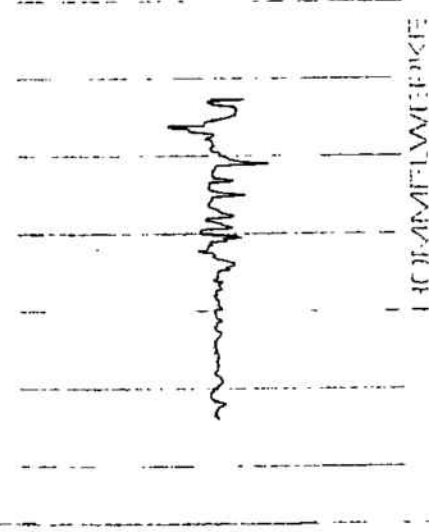
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 5.20MYM
RM = 4.20MYM
RZ-D = 2.30MYM
RA = 0.30MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 D 2

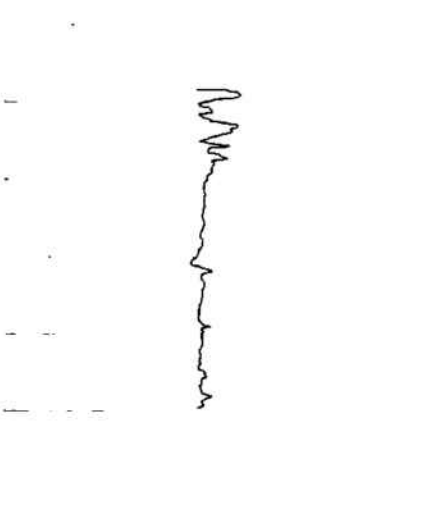
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 3.00MYM
RM = 2.60MYM
RZ-D = 1.50MYM
RA = 0.20MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 D 3

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIACIO

RT = 2.00MYM
RM = 1.00MYM
RZ-D = 1.00MYM
RA = 0.10MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓



Reg. Paper 9250-40

HI MMELVVEIKI

MUESTRA 1 D 4

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIACIO

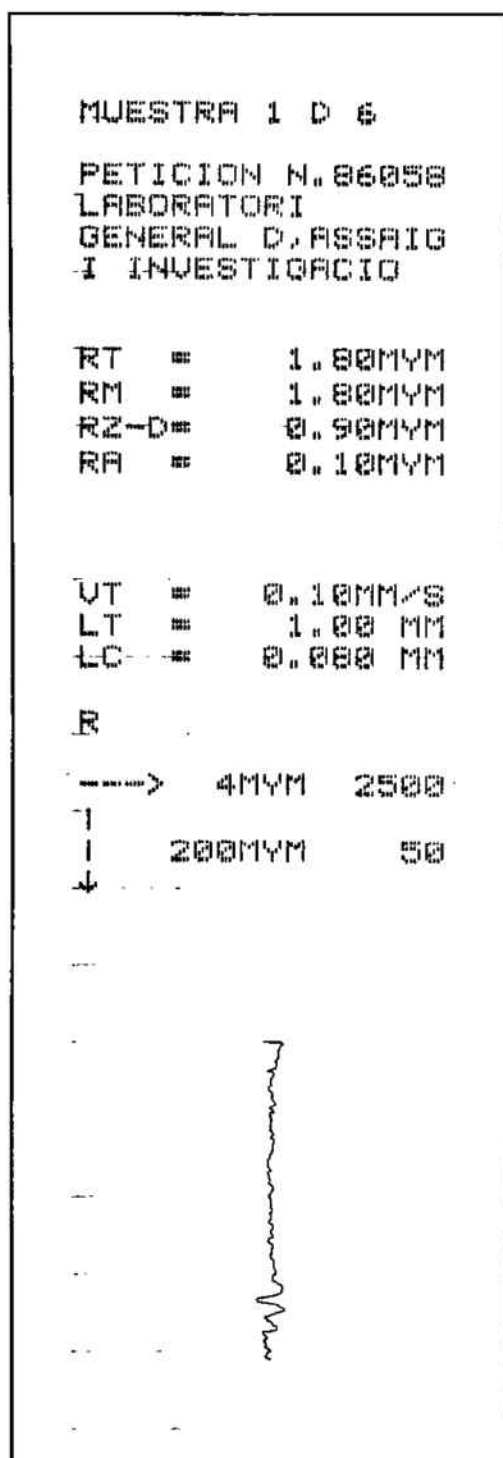
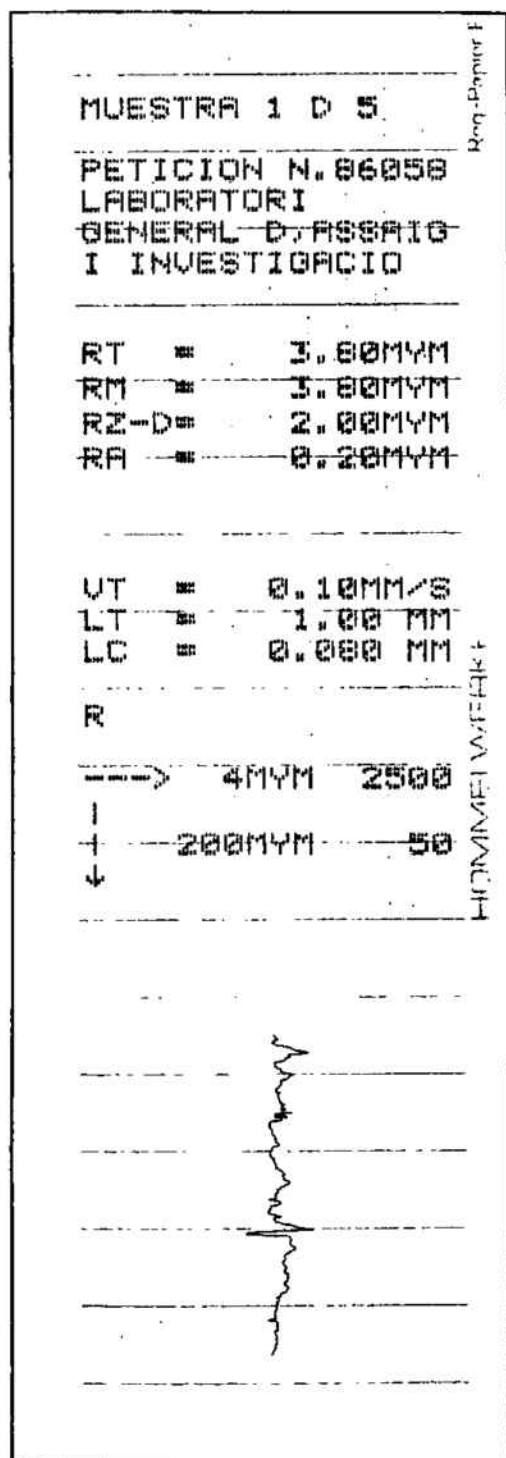
RT = 2.50MYM
RM = 2.20MYM
RZ-D = 1.30MYM
RA = 0.10MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓





MUESTRA 1 D 7

PETICION N. 86858
 LABORATORI
 GENERAL D. ASSAIG
 I INVESTIGACIO

RT = 3.40MYM
 RM = 3.40MYM
 RZ-D = 1.80MYM
 RA = 0.30MYM

UT = 0.10MM/S
 LT = 1.00 MM
 LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
 |
 | 200MYM 50
 ↓



Fig. 10-10

MUESTRA 1 D 8

PETICION N. 86858
 LABORATORI
 GENERAL D. ASSAIG
 I INVESTIGACIO

RT = 2.80MYM
 RM = 2.80MYM
 RZ-D = 1.40MYM
 RA = 0.10MYM

UT = 0.10MM/S
 LT = 1.00 MM
 LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
 |
 | 200MYM 50
 ↓



MUESTRA 1 D 9

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

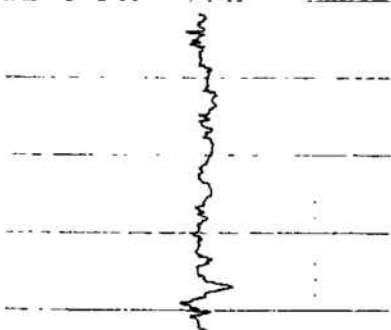
RT = 3.00MYM
RM = 3.00MYM
RZ-D = 1.60MYM
RA = 0.20MYM

IC 0.01MM 1 VVI-RIKE

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 D 10

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 2.00MYM
RM = 1.80MYM
RZ-D = 1.40MYM
RA = 0.20MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 E 1

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

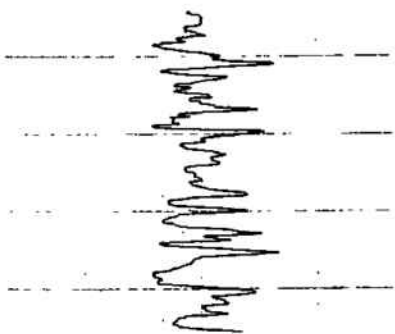
RT = 6.40MYM
RM = 6.40MYM
RZ-D= 5.50MYM
RA = 1.00MYM

100MM/ELW/100

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
+ 200MYM 50
↓



Reg. Paper PP 50-10

MUESTRA 1 E 2

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 10.00MYM
RM = 10.00MYM
RZ-D= 5.60MYM
RA = 0.90MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
+ 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 E 3

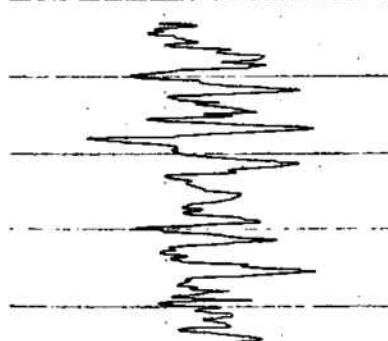
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 11.80MYM
RM = 11.60MYM
RZ-D = 7.90MYM
RA = 1.50MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

→ 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓



HOMMELV

P. G. F. Inter RP-6-11

MUESTRA 1 E 4

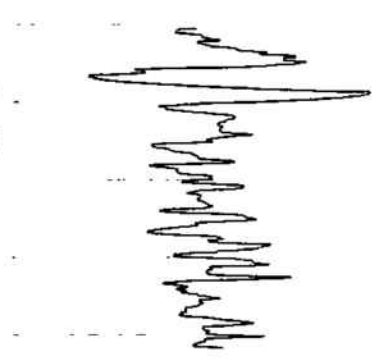
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 14.80MYM
RM = 12.40MYM
RZ-D = 9.00MYM
RA = 1.50MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

→ 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 E 5

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIACIO

RT = 7.40MYM
RM = 7.80MYM
RZ-D= 5.80MYM
RA = 1.80MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
↓



Reg. P. 1000 1000 1000

FLUX TIME

MUESTRA 1 E 6

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIACIO

RT = 9.40MYM
RM = 7.80MYM
RZ-D= 6.10MYM
RA = 1.80MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 E 7

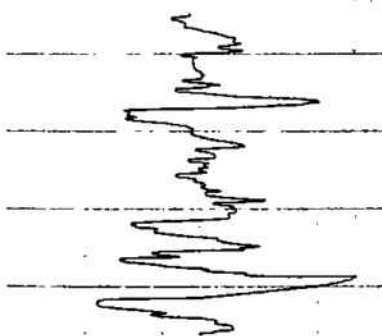
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 13.40MYM
RM = 13.40MYM
RZ-D = 7.80MYM
RA = 1.60MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
|
+ 200MYM 50
↓



Reg. Paper RF NO-10

HOMMELWERKE

MUESTRA 1 E 8

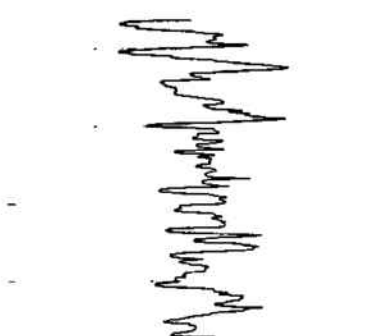
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 8.80MYM
RM = 8.80MYM
RZ-D = 6.20MYM
RA = 1.10MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
|
+ 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 E 9

PETICION N. 86858
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

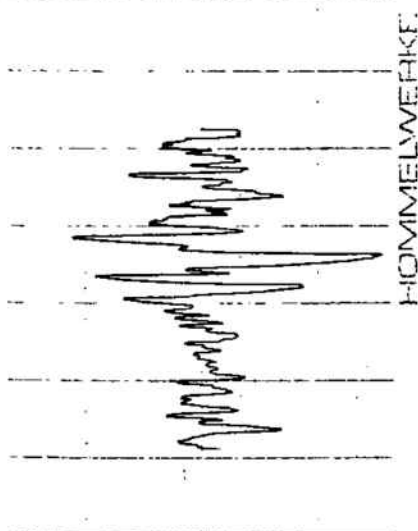
RT = 16.60MYM
RM = 15.40MYM
RZ-D = 9.40MYM
RA = 1.50MYM

Reg. Paper RP50-Jc

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 E 10

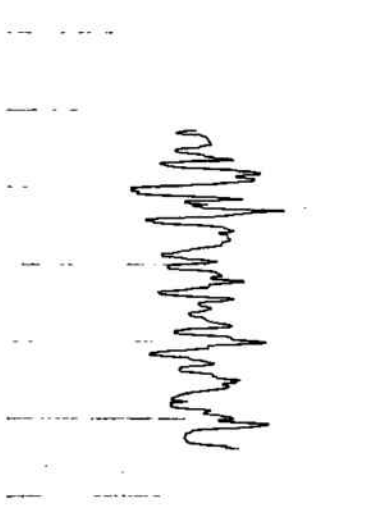
PETICION N. 86858
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 8.00MYM
RM = 7.60MYM
RZ-D = 6.00MYM
RA = 1.00MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 F 1

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 4.80MYM
RM = 4.30MYM
RZ-D = 3.10MYM
RA = 0.40MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
|
200MYM 50
↓

MUESTRA 1 F 2

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 0.60MYM
RM = 0.60MYM
RZ-D = 4.70MYM
RA = 0.70MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
|
200MYM 50
↓

MUESTRA 1 F 3

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

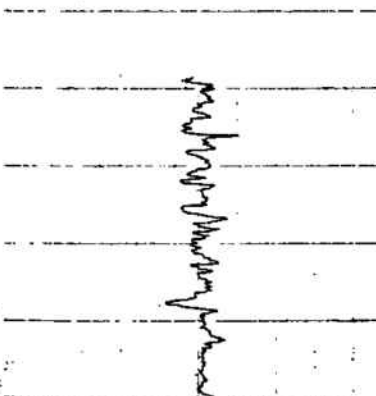
RT = 4.00MYM
RM = 3.20MYM
RZ-D = 2.40MYM
RA = 0.30MYM

Reg. Paper RP 50-10

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 F 4

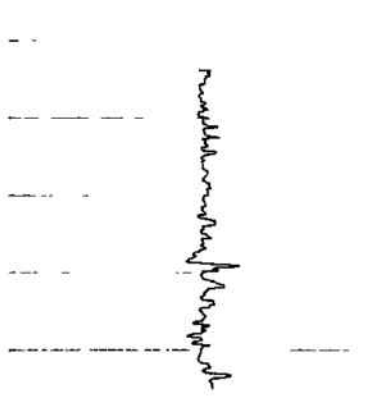
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 3.00MYM
RM = 2.00MYM
RZ-D = 1.90MYM
RA = 0.20MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 F 5

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 3.20MYM
RM = 3.00MYM
RZ-D = 2.20MYM
RA = 0.30MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
↓

[Handwritten signature]

HOMMELVERKE

HOMMELVERKE

MUESTRA 1 F 6

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 3.40MYM
RM = 3.40MYM
RZ-D = 2.00MYM
RA = 0.20MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
↓

[Handwritten signature]

MUESTRA 1 F 7

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

Reg. Director PP 50-10

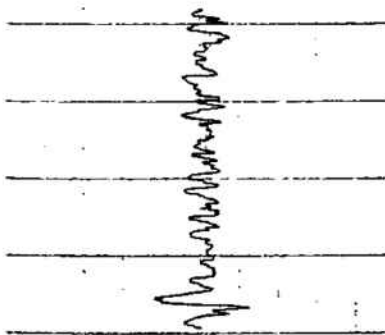
RT = 5.00MYM
RM = 5.00MYM
RZ-D = 2.00MYM
RA = 0.40MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+
| 200MYM 50
↓

HOMMEFIVE



MUESTRA 1 F 8

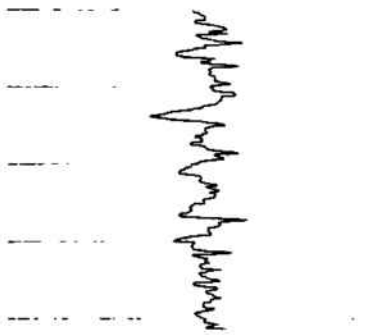
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 5.00MYM
RM = 4.60MYM
RZ-D = 3.40MYM
RA = 0.50MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 1 F 9

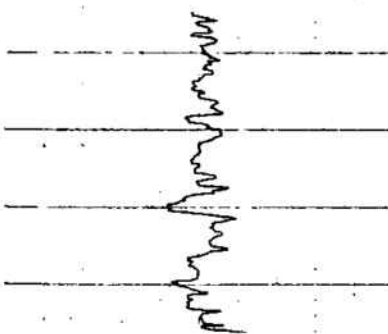
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 4.00MYM
RM = 3.00MYM
RZ-D = 2.00MYM
RA = 0.40MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
+ 200MYM 50
↓



Reg. Paper RP

HOMMELWERKE

MUESTRA 1 F 10

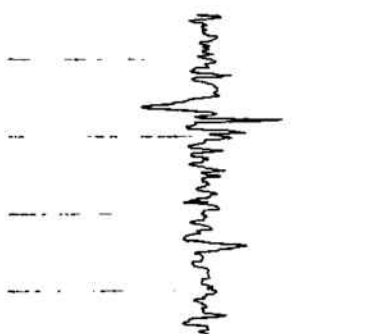
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 7.40MYM
RM = 7.40MYM
RZ-D = 3.60MYM
RA = 0.40MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
+ 200MYM 50
↓



COMPOSITE: TIPO II.**MUESTRAS:**

2 A Subgrupo-A. Acabado con piedras de Arkansas.

2 B Subgrupo-B. Acabado con fresas de carburo de tungsteno (Komet, a).

2 C Subgrupo-C. Acabado con fresas de diamante.

2 D Subgrupo-D. Acabado con discos de óxido de Aluminio.

2 E Subgrupo-E. Grupo control.

2 F Subgrupo-F. Acabado con fresas de carburo de tungsteno (Kerr, b).

MUESTRA 2 A 1

PETICION N.86058
LABORATORI
GENERAL D.ASSAIG
I INVESTIGACIO

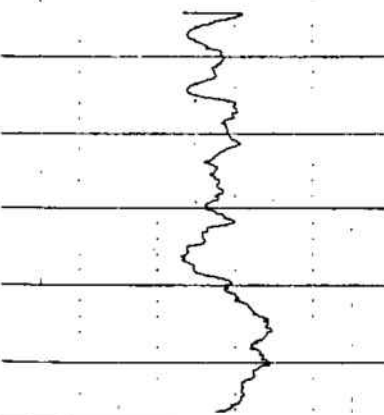
HOMMEIWEKE

RT = 5.10MYM
RM = 3.70MYM
RA = 1.10MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.50 MM
LC = 0.250 MM

R

→ 4MYM 2500
|
+ 200MYM 50
↓



Reg-Papier RP50-10

MUESTRA 2 A 2

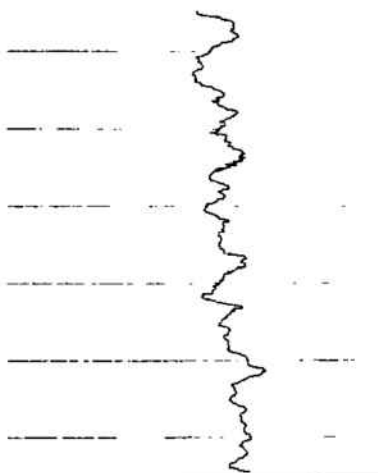
PETICION N.86058
LABORATORI
GENERAL D.ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 4.00MYM
RM = 3.60MYM
RN-D = 2.60MYM
RA = 1.00MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.50 MM
LC = 0.250 MM

R

→ 4MYM 2500
|
+ 200MYM 50
↓



MUESTRA 2 A 3

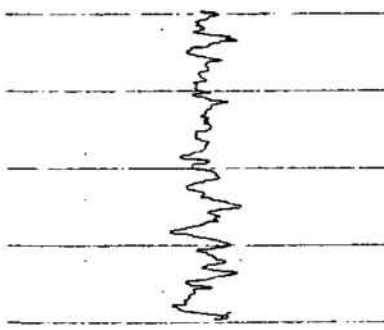
PETICION N.86858
LABORATORI
GENERAL D.ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 3.80MYM
RM = 3.80MYM
RZ-D = 2.90MYM
RA = 0.50MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+ 200MYM 50
↓



Reg. Paper RP-50-10

HOMMELWERKE

MUESTRA 2 A 4

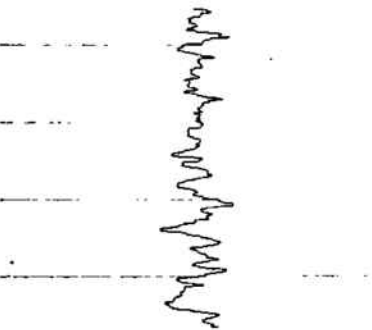
PETICION N.86858
LABORATORI
GENERAL D.ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 4.00MYM
RM = 4.00MYM
RZ-D = 3.00MYM
RA = 0.50MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+ 200MYM 50
↓



MUESTRA 2 A 5

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

Rep. Paper RP50-10

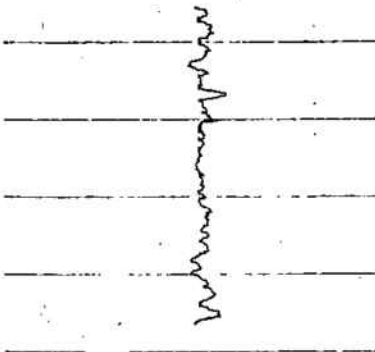
RT = 2.20MYM
RM = 1.80MYM
RZ-D = 1.40MYM
RA = 0.20MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
|
+--- 200MYM --- 50
↓

HOMMEIWERKI



MUESTRA 2 A 6

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

SATURADO

RT = 4.80MYM
RM = 4.00MYM
RZ-D = 3.50MYM
RA = 1.10MYM

Rep. Paper RP50-10

UT = 0.10MM/S
LT = 1.50 MM
LC = 0.250 MM

R

---> 4MYM 2500
|
+--- 200MYM --- 50
↓

HOMMEIWERKI



MUESTRA 2 A 7

PETICION N. 86858
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

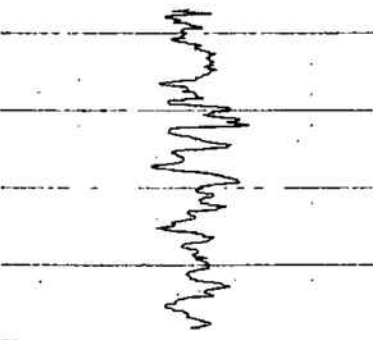
RT = 5.20MYM
RM = 4.80MYM
RN-DE = 3.90MYM
RA = 0.70MYM

Req. Paper RP 50-10

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

→ 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
←



HOMMELWERKE

MUESTRA 2 A 8

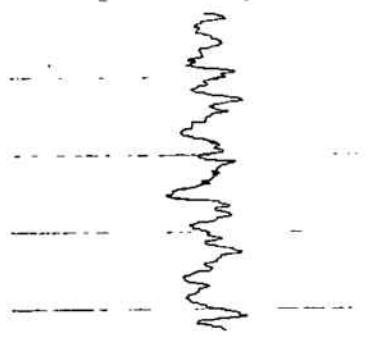
PETICION N. 86858
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 4.40MYM
RM = 3.80MYM
RN-DE = 3.30MYM
RA = 0.60MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

→ 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
←



HOMMELWERKE

MUESTRA 2 A 9

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 4.00MYM
RM = 3.40MYM
RZ-D = 2.20MYM
RA = 0.40MYM

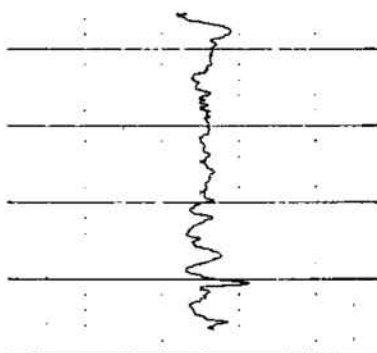
Reg. Paper RP50-10

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓

HOMMELWERKE



MUESTRA 2 A 10

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 6.20MYM
RM = 6.00MYM
RZ-D = 2.00MYM
RA = 0.50MYM

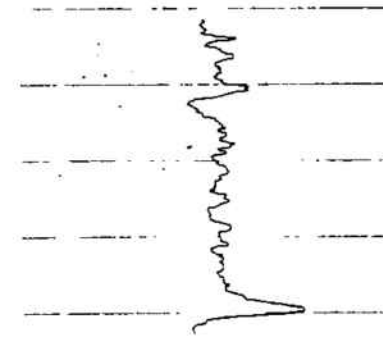
Reg. Paper RP50-10

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓

HOMMELWERKE



MUESTRA 2 B 1

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

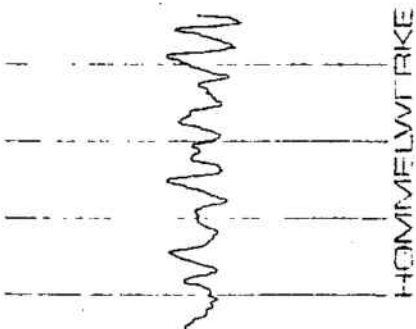
RT = 4.20MYM
RM = 4.20MYM
RZ-D = 3.00MYM
RA = 0.60MYM

Reg. Paper 201010

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 2 B 2

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

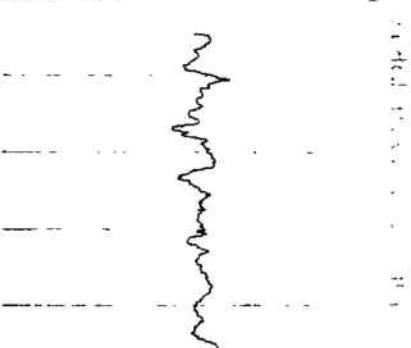
RT = 3.20MYM
RM = 2.80MYM
RZ-D = 2.00MYM
RA = 0.30MYM

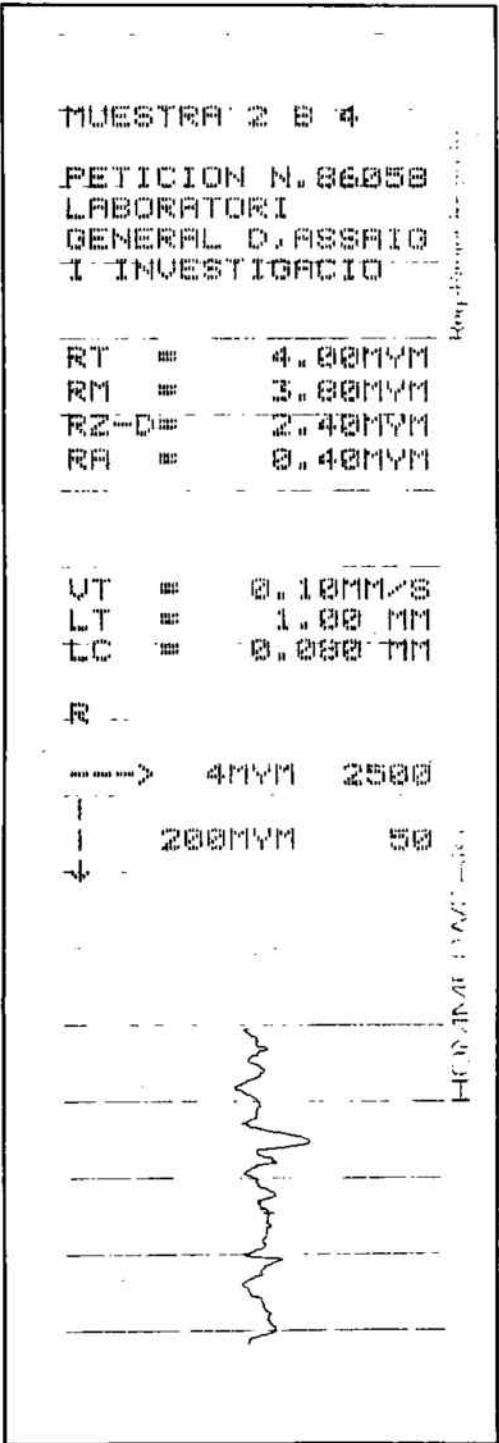
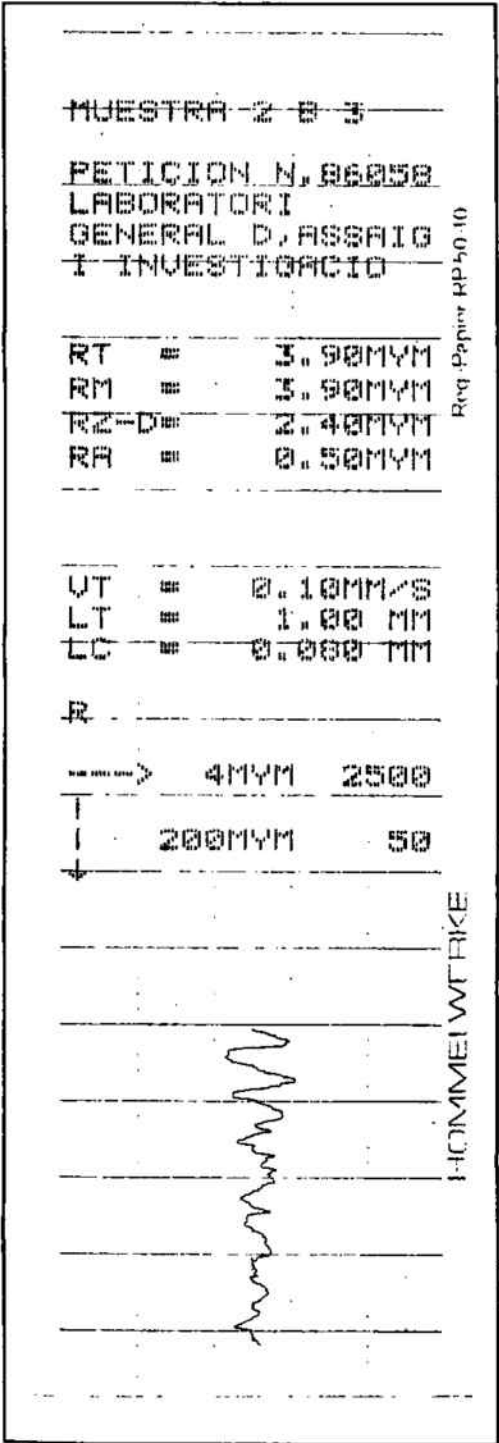
Reg. Paper 201010

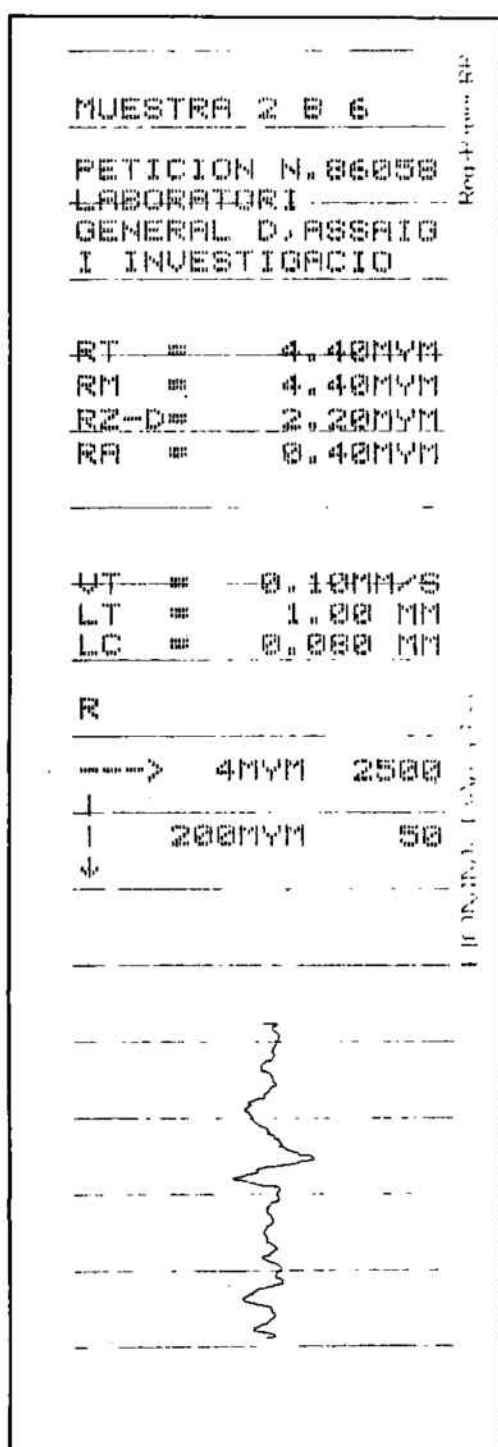
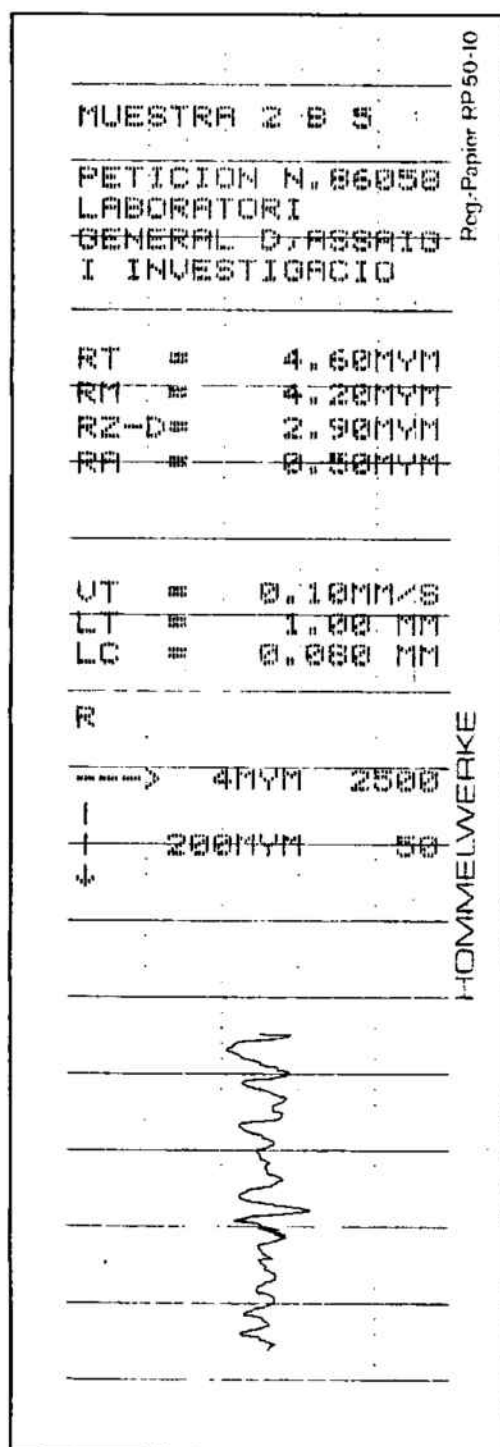
UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

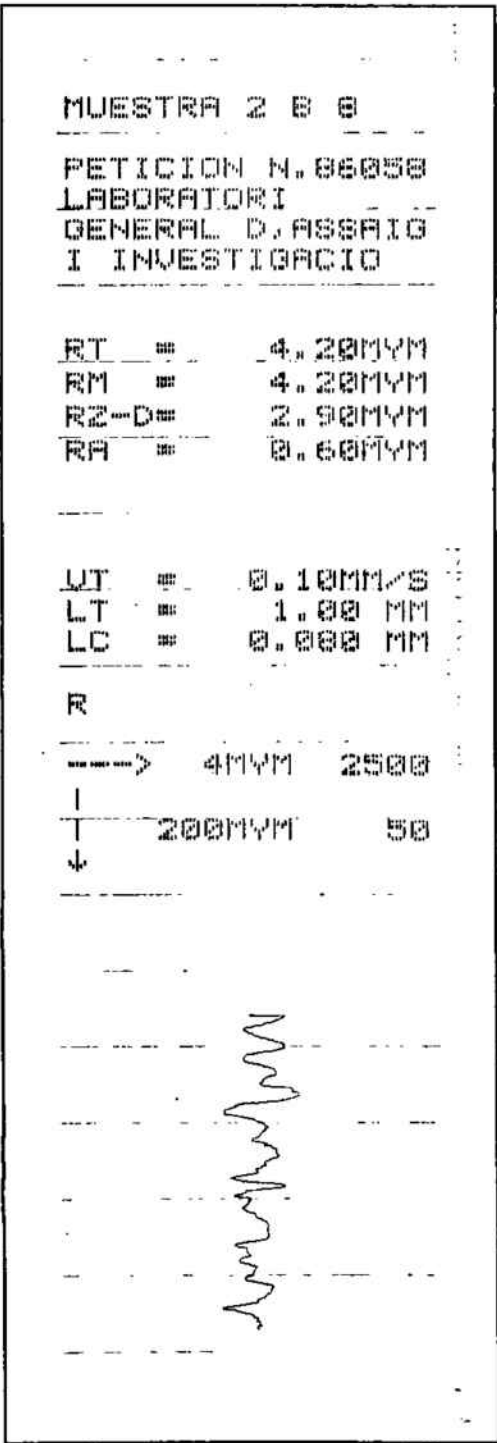
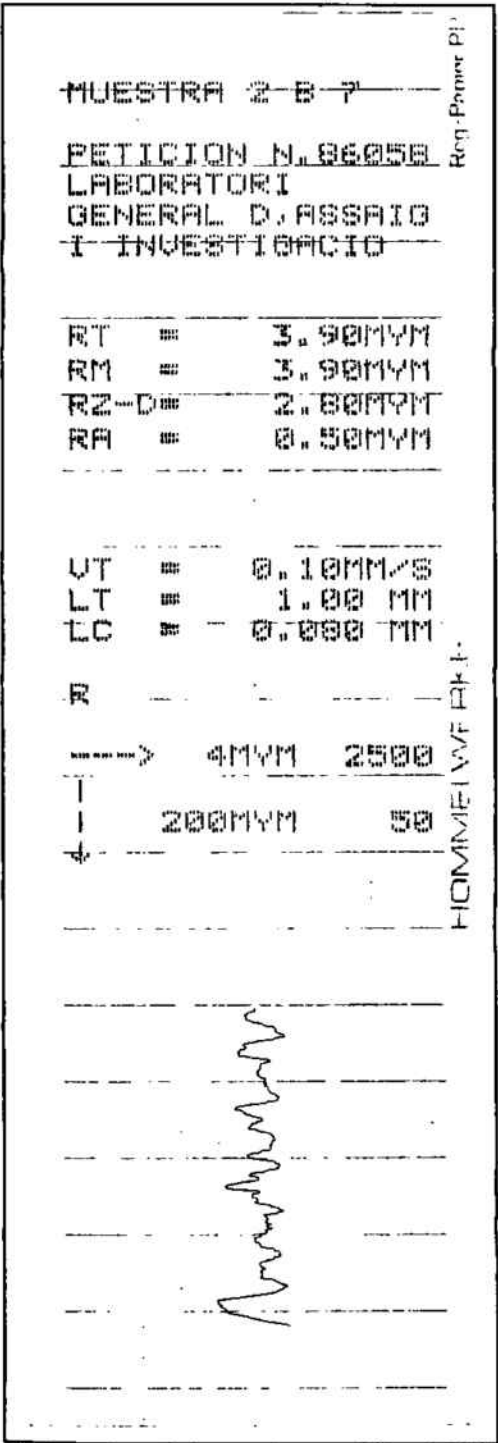
R

---> 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓









MUESTRA 2 B 9

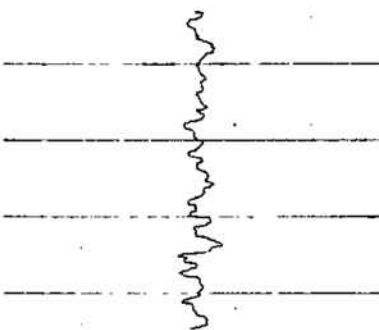
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 2.60MYM
RM = 2.60MYM
RZ-D = 1.80MYM
RA = 0.30MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

→ 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓



HOMMELWERKE

0-60-10

MUESTRA 2-B 10

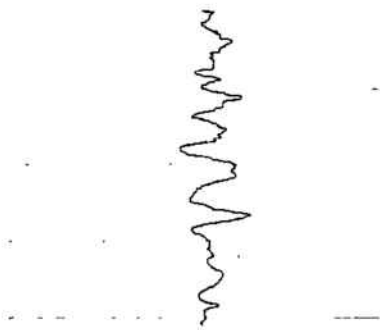
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 4.00MYM
RM = 3.60MYM
RZ-D = 2.60MYM
RA = 0.50MYM

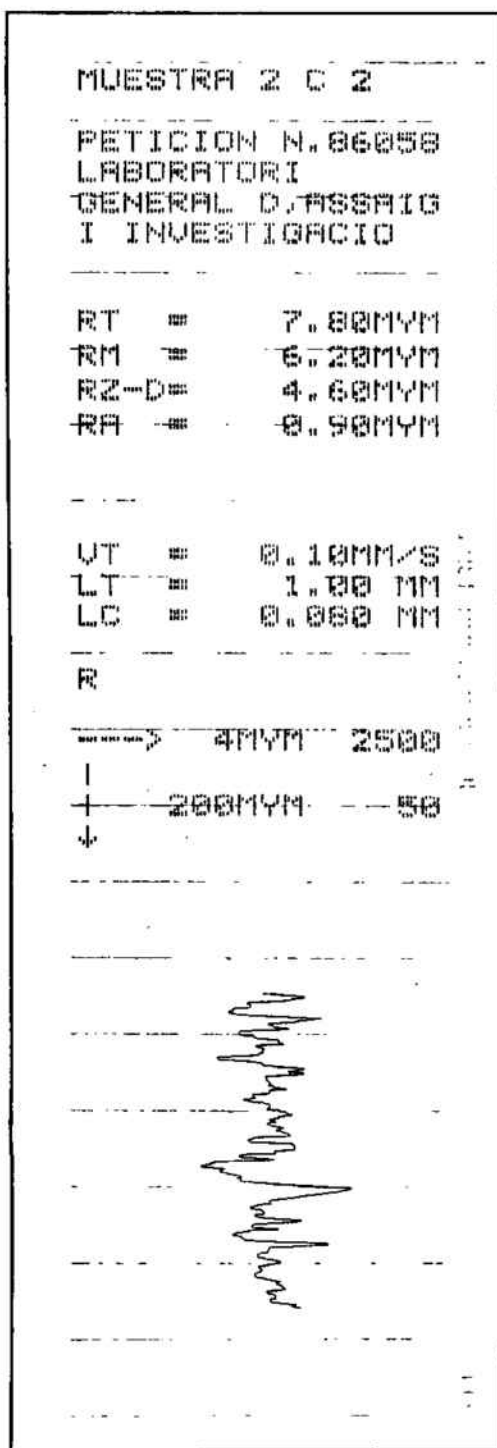
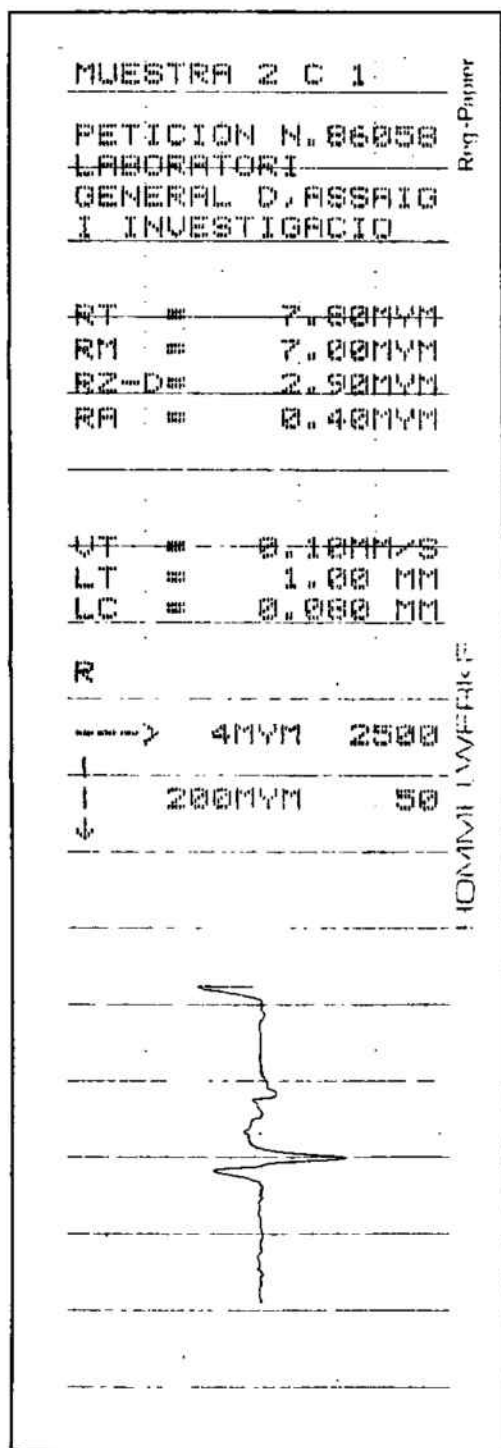
UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

→ 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓



0-60-10



MUESTRA 2 C 3

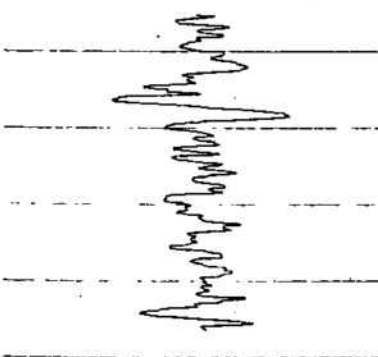
PETICION N. 86858
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 9.20MYM
RM = 9.20MYM
RZ-DE = 5.40MYM
RA = 1.00MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

→ 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓



HONORABLE D. ASSAIG

Reg. Papier RP 50-10

MUESTRA 2 C 4

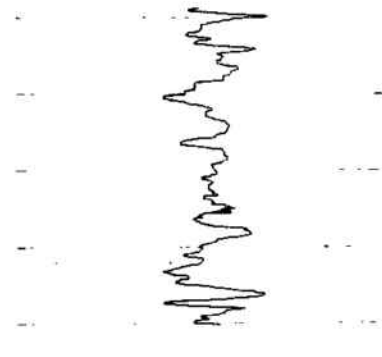
PETICION N. 86858
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 5.60MYM
RM = 5.40MYM
RZ-DE = 4.00MYM
RA = 0.70MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

→ 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓



HONORABLE D. ASSAIG

Reg. Papier RP 50-10

MUESTRA 2 C 5

PETICION N. 86056
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 6.60MYM
RM = 5.80MYM
RZ-D = 4.80MYM
RA = 0.80MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
|
+ 200MYM 50
↓



Reg. Paper RP 50 10

MUESTRA 2 C 6

PETICION N. 86056
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

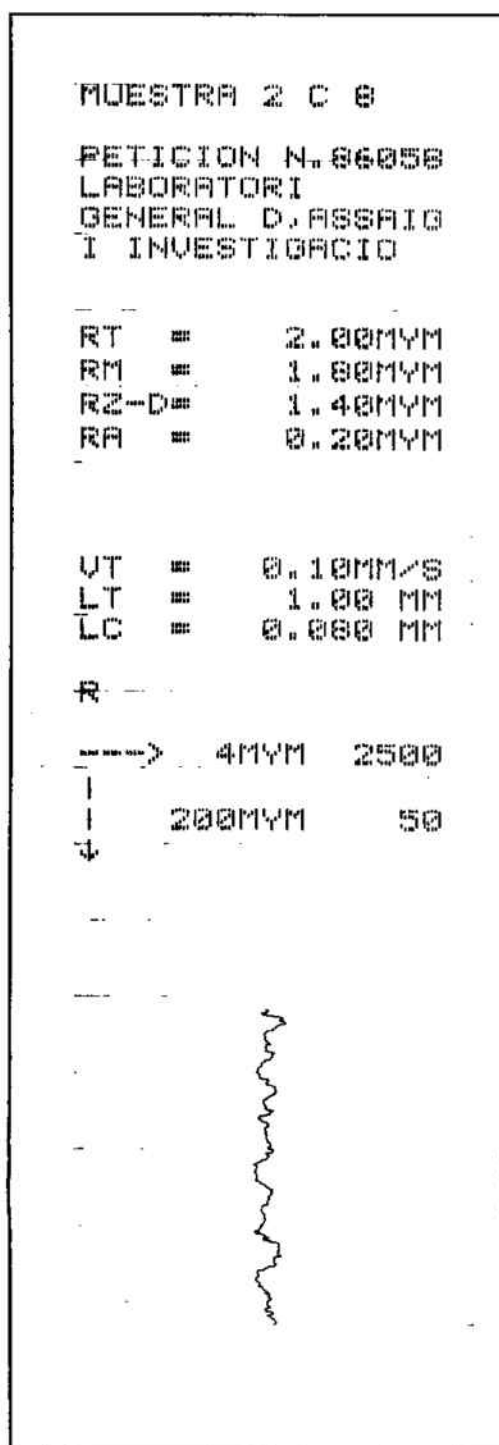
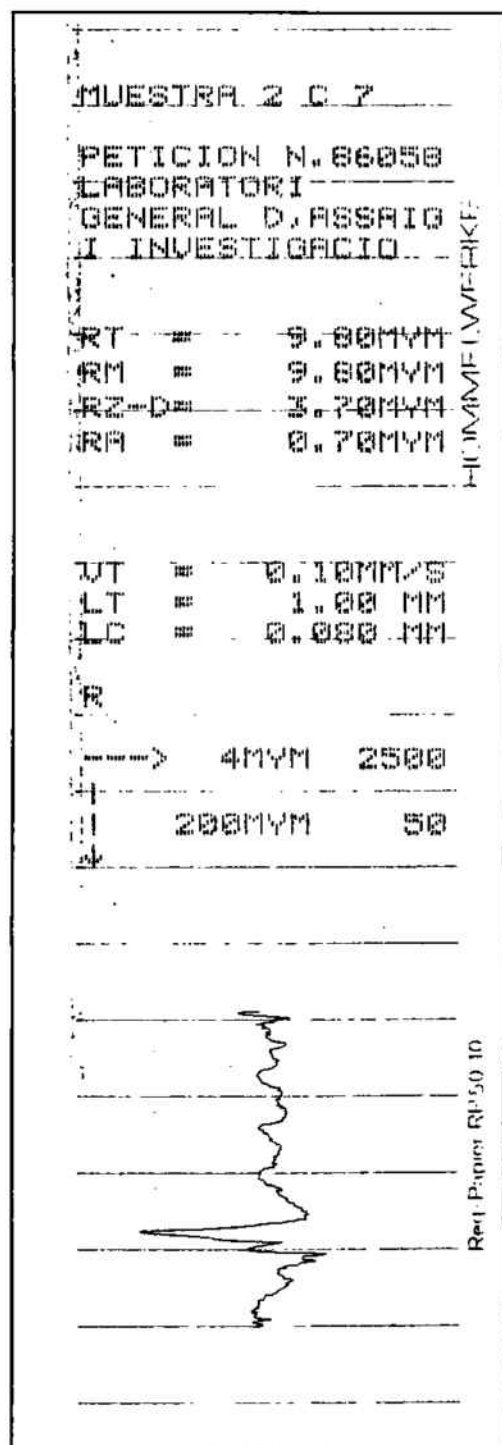
RT = 4.40MYM
RM = 4.00MYM
RZ-D = 3.40MYM
RA = 0.50MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
|
+ 200MYM 50
↓





MUESTRA 2 C 9

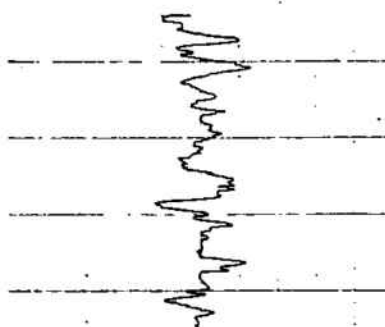
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 5.00MYM
RM = 4.60MYM
RZ-D = 3.80MYM
RA = 0.60MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

→ 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓



HUMMIL-VERKE

Dr RPSO-10

MUESTRA 2 C 10

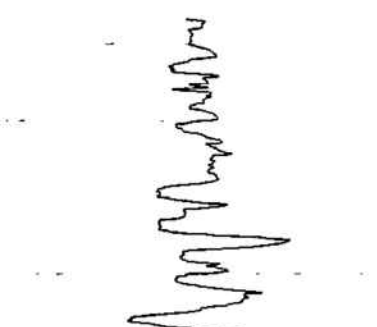
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 6.40MYM
RM = 6.90MYM
RZ-D = 4.60MYM
RA = 1.00MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

→ 4MYM 2500
| 200MYM 50
↓



Dr RPSO-10

MUESTRA 2 D 1

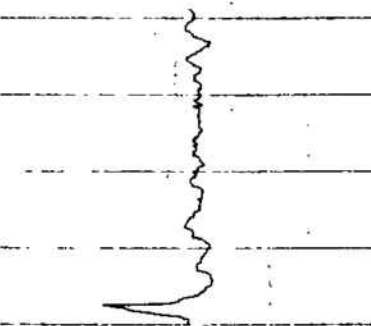
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 5.80MYM
RM = 5.80MYM
RZ-D= 2.10MYM
RA = 0.30MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+
- 200MYM 50
←



Reg. Paper RP 50-10

LWEIKE

MUESTRA 2 D 2

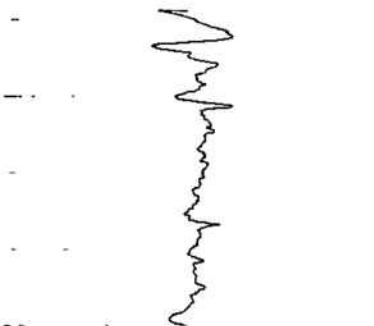
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 4.40MYM
RM = 4.40MYM
RZ-D= 2.60MYM
RA = 0.40MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+
- 200MYM 50
←



MUESTRA 2 D 3

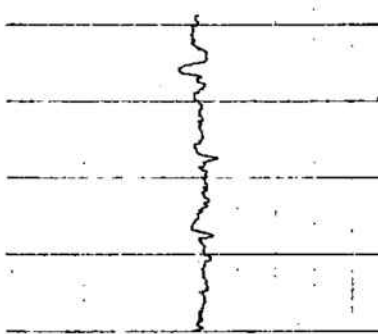
PETICION N. 86858
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 2.20MYM
RM = 1.80MYM
RZ-D = 1.20MYM
RA = 0.20MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+
| 200MYM 50
↓



HOMMELWERKE

g. Papier RP 50-10

MUESTRA 2 D 4

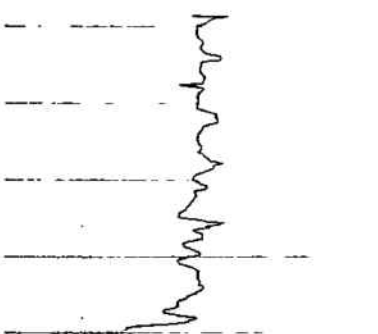
PETICION N. 86858
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 5.40MYM
RM = 4.10MYM
RZ-D = 2.60MYM
RA = 0.40MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+
| 200MYM 50
↓



HOMMELWERKE

MUESTRA 2 D 5

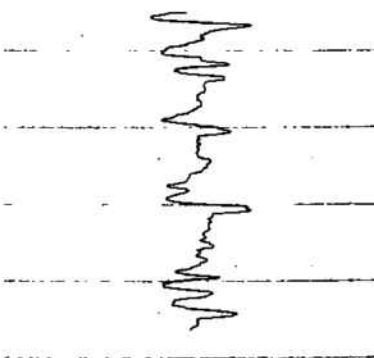
PETICION N.86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 5.40MYM
RM = 5.40MYM
RZ-D= 3.80MYM
RA = 0.60MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
+ 200MYM 50
↓



1.00MM 1 WTAKE

Reg. 2. p. p. 10

MUESTRA 2 D 6

PETICION N.86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 1.50MYM
RM = 1.50MYM
RZ-D= 1.00MYM
RA = 0.10MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
+ 200MYM 50
↓



MUESTRA 2 D 7

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 3.60MYM
RM = 3.60MYM
RZ-D = 1.40MYM
RA = 0.20MYM

H.C. IMMEI WELKE

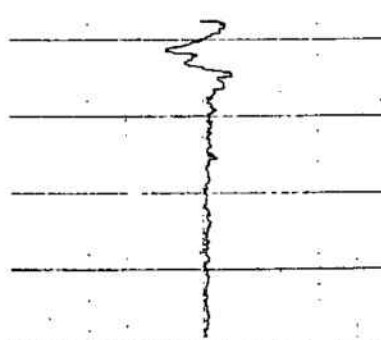
UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500

| 200MYM 50

↓



Pag. Papier RP 50-10

MUESTRA 2 D 8

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 2.20MYM
RM = 2.00MYM
RZ-D = 1.50MYM
RA = 0.10MYM

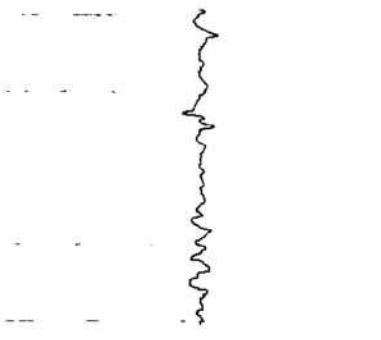
UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500

| 200MYM 50

↓



MUESTRA 2 D 9

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 5.90MYM
RM = 4.90MYM
RZ-D = 3.30MYM
RA = 0.50MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

----> 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
↓



HOMMEI WAKE

Reg. Papier RP 50-10

MUESTRA 2 D 10

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

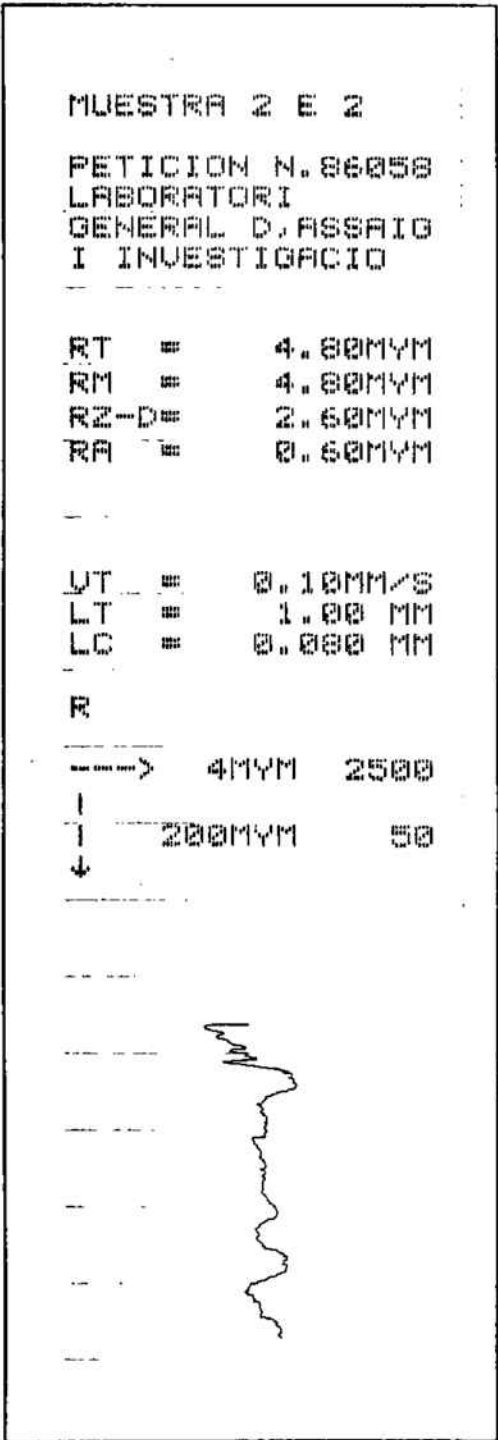
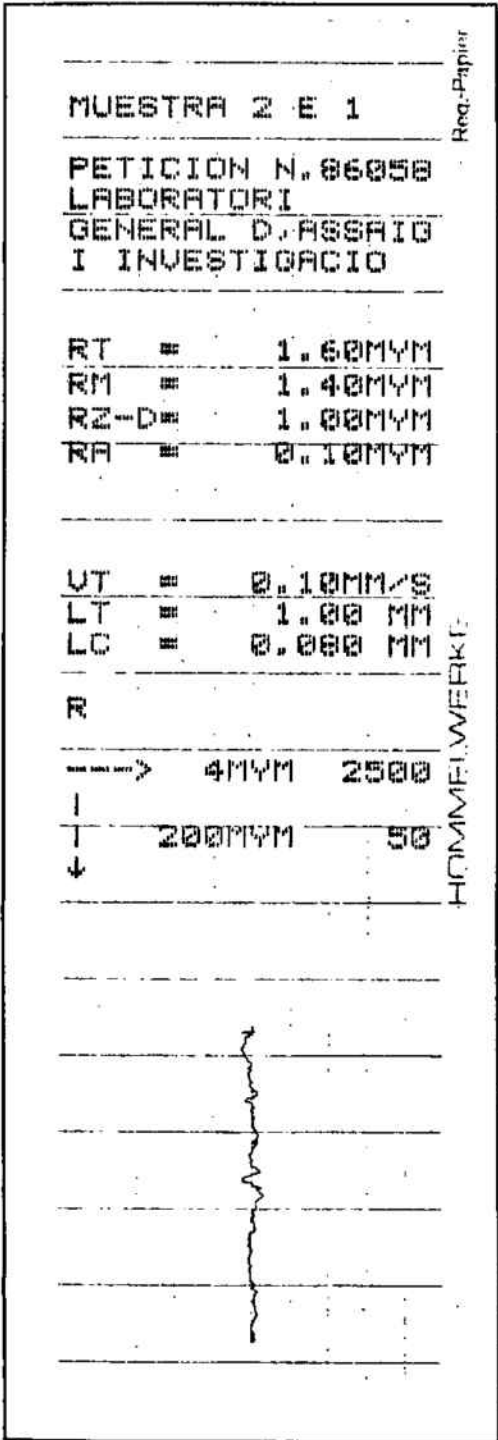
RT = 1.60MYM
RM = 1.60MYM
RZ-D = 1.20MYM
RA = 0.10MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

----> 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
↓





MUESTRA 2 E 3

Reg-Pap

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

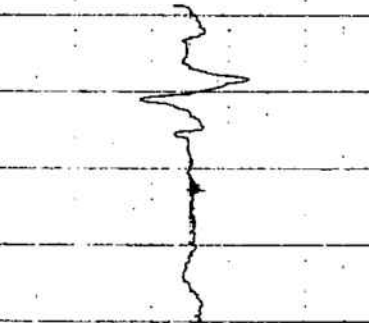
RT = 5.80MYM
RM = 5.80MYM
RZ-D = 2.40MYM
RA = 0.30MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+
- 200MYM 50
↓

HOMMELWERKE



MUESTRA 2 E 4

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 3.20MYM
RM = 3.20MYM
RZ-D = 1.80MYM
RA = 0.30MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
+
- 200MYM 50
↓



MUESTRA 2 E 5

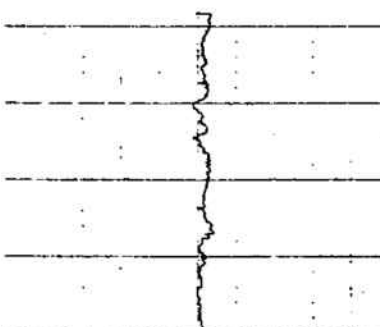
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 1.40MYM
RM = 1.20MYM
RZ-D = 0.90MYM
RA = 0.20MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
+
| 200MYM 50
↓



HOMMELVERKE

IP50-10

MUESTRA 2 E 6

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 2.40MYM
RM = 2.40MYM
RZ-D = 1.40MYM
RA = 0.30MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
+
| 200MYM 50
↓



Rev. Pa

MUESTRA 2 E 7

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

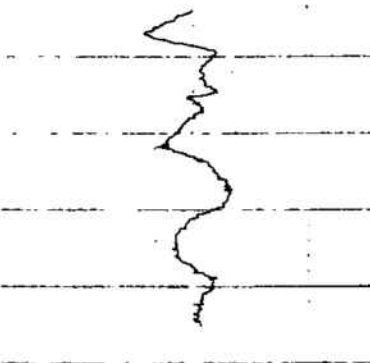
RT = 4.60MYM
RM = 4.00MYM
RZ-D = 3.00MYM
RA = 0.70MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

→ 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
↓

HOMINIMETRIE



MUESTRA 2 E 8

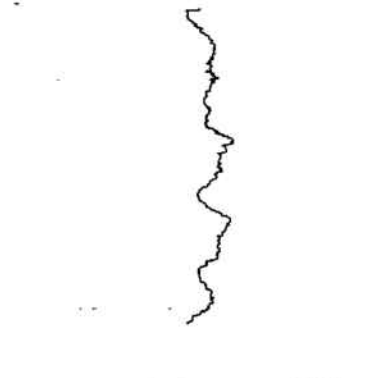
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 2.70MYM
RM = 2.20MYM
RZ-D = 1.70MYM
RA = 0.40MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

→ 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 2 E 9

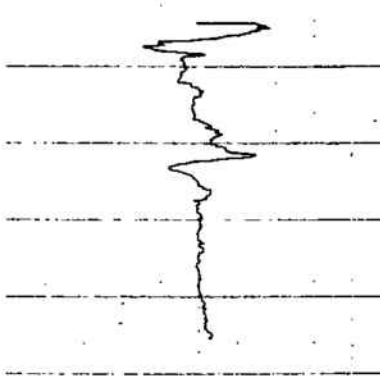
PETICION N. 86858
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 6.50MYM
RM = 6.50MYM
RZ-D = 2.90MYM
RA = 0.50MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
200MYM 50
↓



RP50-10

MUESTRA 2 E 10

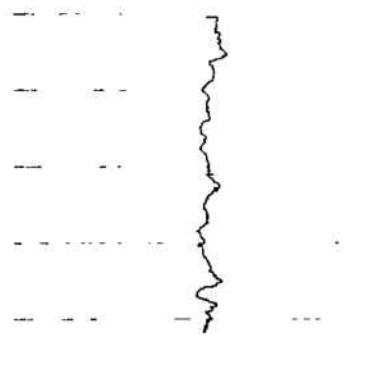
PETICION N. 86858
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIO
I INVESTIGACIO

RT = 1.90MYM
RM = 1.70MYM
RZ-D = 1.20MYM
RA = 0.20MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
200MYM 50
↓



RP50-10

MUESTRA 2 F 1

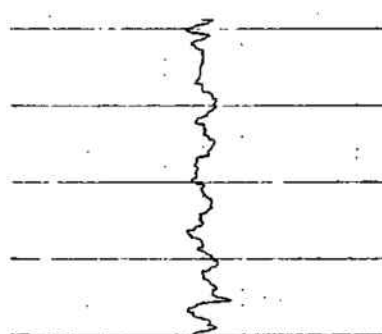
PETICION N. 86858
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I. INVESTIGACIO

RT = 2.78MYM
RM = 2.68MYM
RZ-D = 1.68MYM
RA = 0.38MYM

UT = 0.18MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.088 MM

R

---> 4MYM 2500
+
| 200MYM 50
↓



Reg. Polver RP 50-10

HOMMELWERKE

MUESTRA 2 F 2

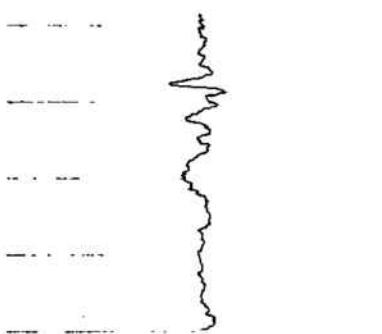
PETICION N. 86858
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I. INVESTIGACIO

RT = 3.38MYM
RM = 3.38MYM
RZ-D = 1.68MYM
RA = 0.38MYM

UT = 0.18MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.088 MM

R

---> 4MYM 2500
+
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 2 F 3

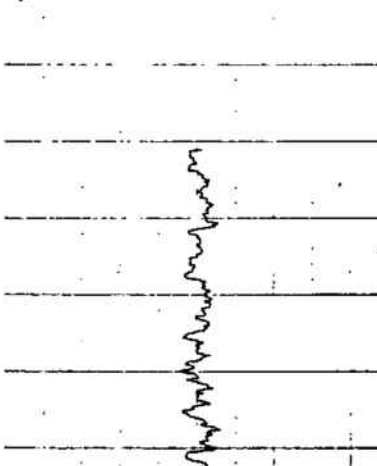
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 2.20MYM
RM = 2.20MYM
RZ-D = 1.90MYM
RA = 0.30MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 2 F 4

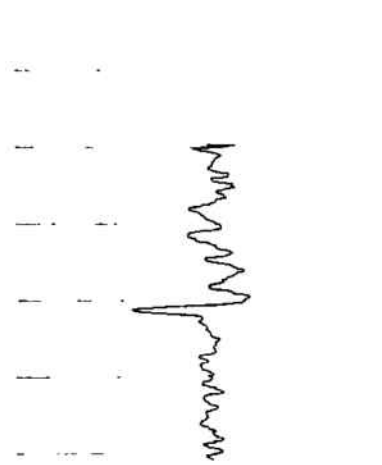
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 6.20MYM
RM = 6.20MYM
RZ-D = 3.00MYM
RA = 0.50MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

---> 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
↓



MUESTRA 2 F 5

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

Reg. Papier RP 50-10

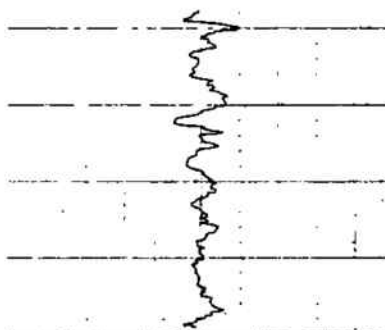
RT = 3.70MYM
RM = 3.10MYM
RZ-D = 2.40MYM
RA = 0.40MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
|
|
|

HOMMELWERKE



MUESTRA 2 F 6

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

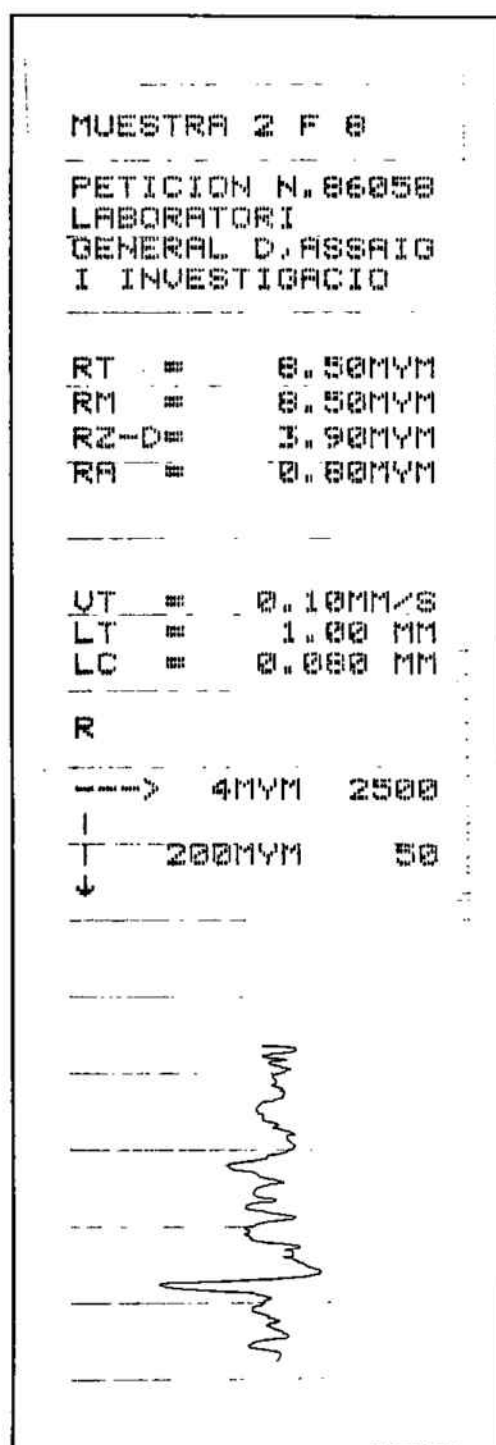
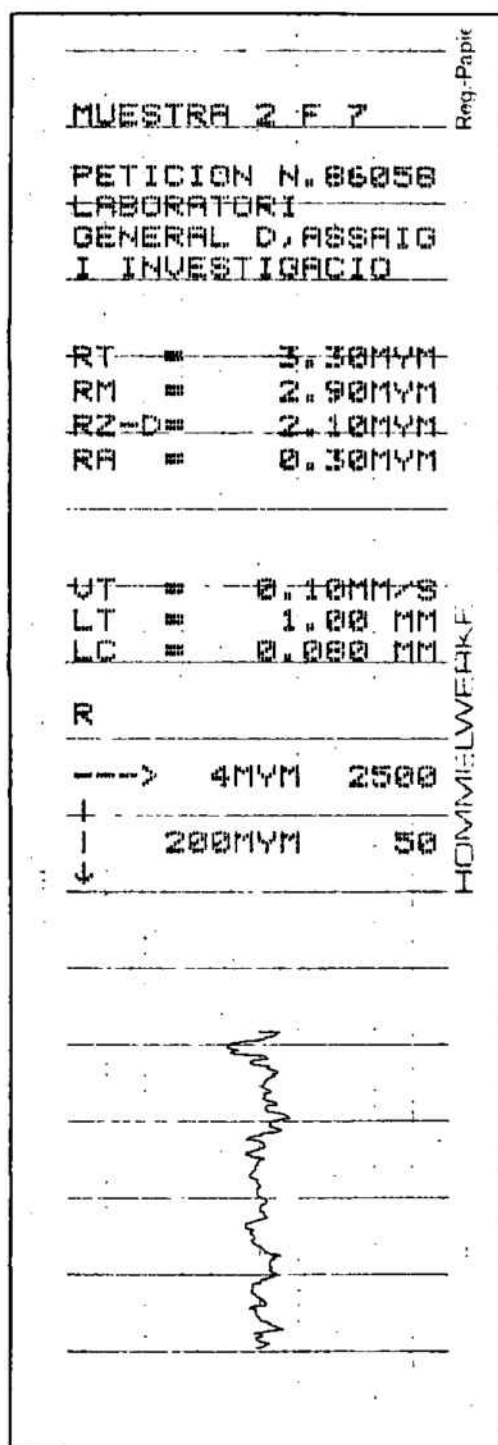
RT = 2.70MYM
RM = 2.60MYM
RZ-D = 2.00MYM
RA = -0.30MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.080 MM

R

---> 4MYM 2500
|
| 200MYM 50
|
|
|





MUESTRA 2 F 9

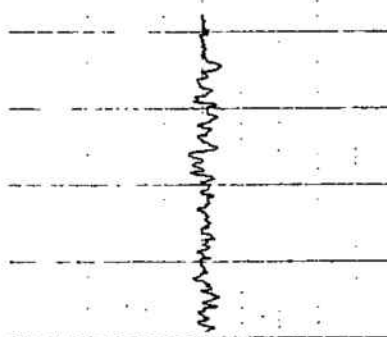
PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 2.00MYM
RM = 1.00MYM
RZ-D = 1.50MYM
RA = 0.20MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

----> 4MYM 2500
+-----
| 200MYM 50
↓



HOMMEIWERKE

0-10

MUESTRA 2 F 10

PETICION N. 86058
LABORATORI
GENERAL D. ASSAIG
I INVESTIGACIO

RT = 2.00MYM
RM = 2.00MYM
RZ-D = 1.40MYM
RA = 0.30MYM

UT = 0.10MM/S
LT = 1.00 MM
LC = 0.000 MM

R

----> 4MYM 2500
+-----
| 200MYM 50
↓



2. VALORES NUMÉRICOS O LISTADO DE RESULTADOS

Listado con los resultados obtenidos de RT, RM, RZ y RA, para cada caso. Están subdivididos en 12 subgrupos según el material de obturación (2 en total) y acabado (6 en total) utilizados. Además del resultado para cada caso se expone la media y la desviación estandar para cada uno de estos subgrupos y la media y desviación estandar para cada uno de los composites, total Tipo I y total Tipo II, (Tabla 1).

Un resumen de los resultados obtenidos está en las tablas 2, 3 y 4. (Estadística descriptiva).

TABLA 1. LISTADO DE RESULTADOS

1er GRUPO COMPOSITE TIPO I

ACABADO	MUESTRA	CASO	RT	RM	RZ	RA
Subgrupo 1A						
	1A1	1	3.6	3.6	2.5	.4
	1A2	2	3.8	3.4	2.3	.3
	1A3	3	6.1	5.9	3.8	.6
	1A4	4	8.3	8.3	4.3	.8
	1A5	5	4.6	4.6	2.9	.5
	1A6	6	3.1	3.1	2.4	.3
	1A7	7	4.4	4.4	2.4	.4
	1A8	8	3.0	2.7	2.5	.4
	1A9	9	7.0	7.0	3.6	.7
	1A10	10	3.2	3.0	2.3	.3
media			4.710	4.600	2.900	.470
desv. estandar			1.827	1.887	.730	.177

Subgrupo 1B						
	1B1	11	4.8	3.8	2.9	.4
	1B2	12	4.0	3.8	3.1	.4
	1B3	13	5.0	4.8	3.6	.6
	1B4	14	9.6	9.4	4.3	.6
	1B5	15	4.2	4.2	2.8	.3
	1B6	16	3.4	2.6	2.3	.2
	1B7	17	7.2	7.2	3.3	.3
	1B8	18	7.0	6.0	3.7	.5
	1B9	19	10.2	10.2	4.0	.4
	1B10	20	10.4	10.4	4.4	.7
media			6.580	6.240	3.440	.440
desv. estandar			2.697	2.893	.683	.158

ACABADO	MUESTRA	CASO	RT	RM	RZ	RA
Subgrupo 1C						
	1C1	21	6.4	5.8	4.7	.7
	1C2	22	7.6	7.2	4.9	.9
	1C3	23	6.6	5.8	4.9	.9
	1C4	24	7.2	6.6	5.7	1.0
	1C5	25	10.8	10.8	8.0	1.4
	1C6	26	11.8	10.5	6.0	1.1
	1C7	27	3.6	3.0	2.3	.3
	1C8	28	8.4	8.4	5.3	.9
	1C9	29	6.4	6.2	4.5	.7
	1C10	30	4.6	4.4	3.2	.5
media			7.340	6.870	4.950	.840
desv. estandar			2.514	2.471	1.544	.310

Subgrupo 1D						
	1D1	31	5.2	4.2	2.3	.3
	1D2	32	3.0	2.6	1.5	.2
	1D3	33	2.0	1.8	1.0	.1
	1D4	34	2.5	2.2	1.3	.1
	1D5	35	3.8	3.8	2.0	.2
	1D6	36	1.8	1.8	.9	.1
	1D7	37	3.4	3.4	1.8	.3
	1D8	38	2.0	2.0	1.4	.1
	1D9	39	3.0	3.0	1.6	.2
	1D10	40	2.0	1.8	1.4	.2
media			2.870	2.660	1.520	.180
desv. estandar			1.063	.895	.429	.079

ACABADO	MUESTRA	CASO	RT	RM	RZ	RA
Subgrupo 1E						
	1E1	41	6.4	6.4	5.5	1.0
	1E2	42	10.0	10.0	5.6	.9
	1E3	43	11.8	11.6	7.9	1.5
	1E4	44	14.8	12.4	9.0	1.5
	1E5	45	7.4	7.0	5.8	1.0
	1E6	46	9.4	7.8	6.1	1.0
	1E7	47	13.4	13.4	7.8	1.6
	1E8	48	8.8	8.8	6.2	1.1
	1E9	49	16.6	15.4	9.4	1.5
	1E10	50	8.0	7.6	6.0	1.0
media			10.660	10.040	6.930	1.210
desv. estandar			3.376	3.037	1.463	.277

Subgrupo 1F						
	1F1	51	4.8	4.3	3.1	.4
	1F2	52	8.6	8.6	4.7	.7
	1F3	53	4.0	3.2	2.4	.3
	1F4	54	3.0	2.8	1.9	.2
	1F5	55	3.2	3.0	2.2	.3
	1F6	56	3.4	3.4	2.0	.2
	1F7	57	5.0	5.0	2.8	.4
	1F8	58	5.0	4.6	3.4	.5
	1F9	59	4.0	3.8	2.8	.4
	1F10	60	7.4	7.4	3.6	.4
media			4.840	4.610	2.890	.380
desv. estandar			1.835	1.942	.856	.148
TOTAL TIPO I						
media			6.167	5.837	3.772	.587
desv. estandar			3.345	3.207	2.012	.396

2º GRUPO COMPOSITE TIPO II

ACABADO	MUESTRA	CASO	RT	RM	RZ	RA
Subgrupo 2A						
	2A1	61	5.1	3.7	2.8	1.1
	2A2	62	4.0	3.6	2.6	1.0
	2A3	63	3.8	3.8	2.9	.5
	2A4	64	4.0	4.0	3.0	.5
	2A5	65	2.2	1.8	1.4	.2
	2A6	66	4.8	4.0	3.5	1.1
	2A7	67	5.2	4.8	3.9	.7
	2A8	68	4.4	3.8	3.3	.6
	2A9	69	4.0	3.4	2.2	.4
	2A10	70	6.2	6.0	2.8	.5
media			4.370	3.890	2.840	.660
desv. estandar			1.065	1.057	.695	.310

Subgrupo 2B						
	2B1	71	4.2	4.2	3.0	.6
	2B2	72	3.2	2.8	2.0	.3
	2B3	73	3.9	3.9	2.4	.5
	2B4	74	4.0	3.8	2.4	.4
	2B5	75	4.6	4.2	2.9	.5
	2B6	76	4.4	4.4	2.2	.4
	2B7	77	3.9	3.9	2.8	.5
	2B8	78	4.2	4.2	2.9	.6
	2B9	79	2.6	2.6	1.8	.3
	2B10	80	4.0	3.6	2.6	.5
media			3.900	3.760	2.500	.460
desv. estandar			.589	.608	.411	.107

ACABADO	MUESTRA	CASO	RT	RM	RZ	RA
Subgrupo 2C						
	2C1	81	7.8	7.0	2.9	.4
	2C2	82	7.8	6.2	4.6	.9
	2C3	83	9.2	9.2	5.4	1.0
	2C4	84	5.6	5.4	4.0	.7
	2C5	85	6.6	5.8	4.8	.8
	2C6	86	4.4	4.0	3.4	.5
	2C7	87	9.8	9.8	3.7	.7
	2C8	88	2.0	1.8	1.4	.2
	2C9	89	5.0	4.6	3.8	.6
	2C10	90	8.4	6.9	4.6	1.0
media			6.660	6.070	3.860	.680
desv. estandar			2.419	2.368	1.135	.262

Subgrupo 2D						
	2D1	91	5.8	5.8	2.1	.3
	2D2	92	4.4	4.4	2.6	.4
	2D3	93	2.2	1.8	1.2	.2
	2D4	94	5.4	4.1	2.6	.4
	2D5	95	5.4	5.4	3.8	.6
	2D6	96	1.5	1.5	1.0	.1
	2D7	97	3.6	3.6	1.4	.2
	2D8	98	2.2	2.0	1.5	.1
	2D9	99	5.9	4.9	3.3	.5
	2D10	100	1.6	1.6	1.2	.1
media			3.800	3.510	2.070	.290
desv. estandar			1.801	1.660	.972	.179

ACABADO	MUESTRA	CASO	RT	RM	RZ	RA
Subgrupo 2E						
	2E1	101	1.6	1.4	1.0	.1
	2E2	102	4.8	4.8	2.6	.6
	2E3	103	5.8	5.8	2.4	.3
	2E4	104	3.2	3.2	1.8	.3
	2E5	105	1.4	1.2	.9	.2
	2E6	106	2.4	2.4	1.4	.3
	2E7	107	4.6	4.0	3.0	.7
	2E8	108	2.7	2.2	1.7	.4
	2E9	109	6.5	6.5	2.9	.5
	2E10	110	1.9	1.7	1.2	.2
media			3.490	3.320	1.890	.360
desv. estandar			1.817	1.881	.785	.190

Subgrupo 2F						
	2F1	111	2.7	2.6	1.8	.3
	2F2	112	3.3	3.3	1.6	.3
	2F3	113	2.2	2.2	1.9	.3
	2F4	114	6.2	6.2	3.0	.5
	2F5	115	3.7	3.1	2.4	.4
	2F6	116	2.7	2.6	2.0	.3
	2F7	117	3.3	2.9	2.1	.3
	2F8	118	8.5	8.5	3.9	.8
	2F9	119	2.0	1.8	1.5	.2
	2F10	120	2.0	2.0	1.4	.3
media			3.660	3.520	2.160	.370
desv. estandar			2.098	2.142	.771	.170
TOTAL TIPO II						
media			4.313	4.012	2.553	.470
desv. estandar			1.996	1.907	1.034	.254

3. DESCRIPCIÓN DE LOS GRÁFICOS DE PERFIL

Los resultados del estudio perfilométrico pueden verse en la tabla resumen en valores de μm de rugosidad para los diferentes parámetros explorados RT, RM, RZ y RA.

En términos generales podemos decir que manteniendo constantes las condiciones de la prueba, el grado de rugosidad adquirido difiere notablemente en los dos grupos de materiales y según los diferentes métodos de acabado, como más tarde explicaremos.

Realizaremos primero una descripción de los gráficos del perfil, los cuales nos proporcionan información de la rugosidad.

Para realizar la descripción, tomamos como modelo patrón de grupo, aquel registro que coincide con la media aritmética de RT o se acerca más a ella, dentro de cada método de acabado y pulido.

Primero, describiremos los que corresponden al Tipo I de material de restauración.

En este apartado son las obturaciones 1A5, 1B7, 1C4, 1D2, 1E2, 1F1 las que en su valor de RT están más cerca de la media de RT de cada grupo de acabado, o coinciden con ella (de las 60 obturaciones estudiadas) y las consideramos patrón de grupo A, B, C, D, E y F, respectivamente.

MATERIAL DE OBTURACIÓN TIPO I

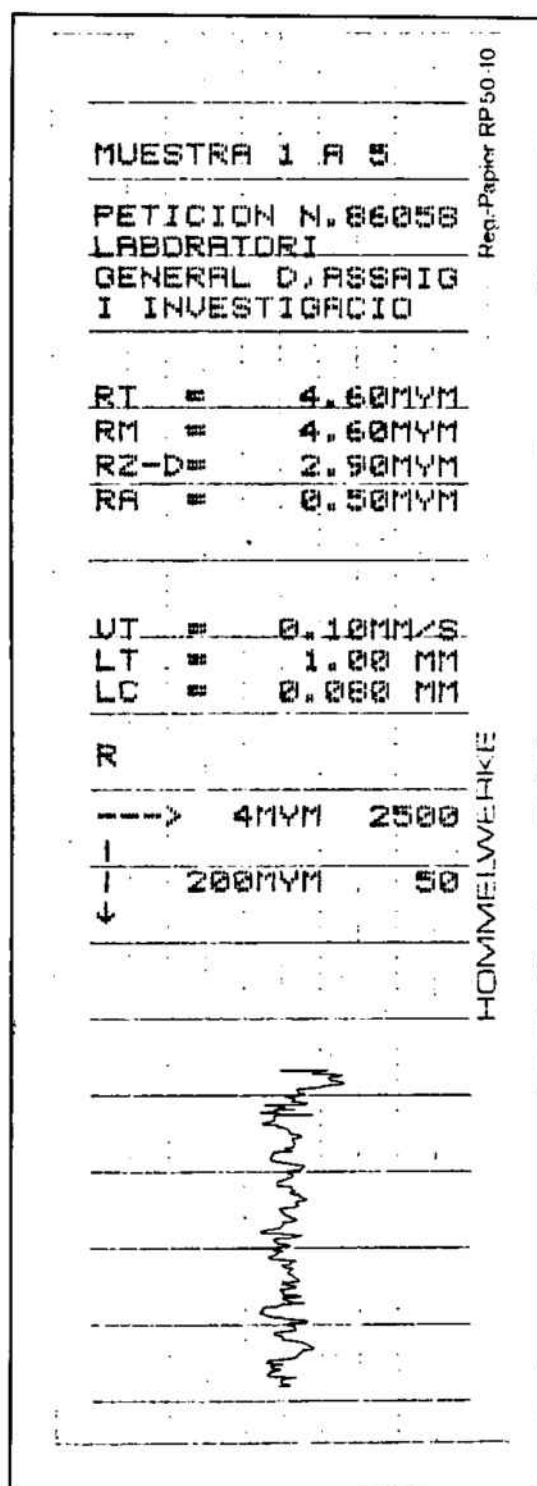
1A5. Casi todo el recorrido del palpómetro se aprecia uniforme, excepto en el inicio del registro que aparece un pico de 3 μm . Acabado con piedra de Arkansas. La media ($\bar{x}$) de RT en este grupo 1A es de 4,6 μm , que coincide con la muestra aquí descrita.

RT = 4,6 μm

RM = 4,6 μm

RZ-D = 2,9 μm

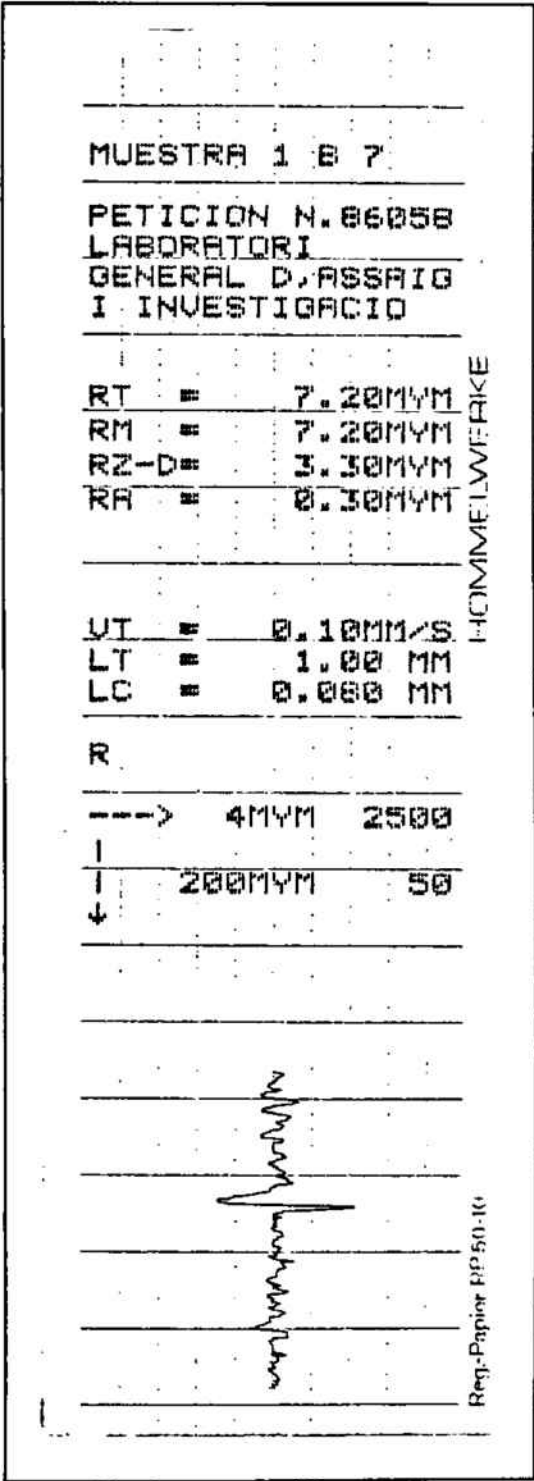
RA = 0,5 μm



1B7. El registro en este caso coincide con el anterior pero el pico es en la zona central de $7,2\text{ }\mu\text{m}$ o RT.

RM = $7,20\text{ }\mu\text{m}$
RZ-D = $3,30\text{ }\mu\text{m}$
RA = $0,3\text{ }\mu\text{m}$

El composite se aprecia uniforme en todo el resto. La media ($\bar{x}$) de RT en grupo 1B = $6,58\text{ }\mu\text{m}$.
Se ha realizado el acabado, con fresa de carburo de Tungsteno (a).



1C4. El acabado con fresa de diamante, hace ver la irregularidad en todo el recorrido del trazo perfilométrico. Existen varios valles y picos, no existe un nivel horizontal uniforme, pues todo el recorrido es diferente en su forma.

$$RT = 7,2 \mu m$$

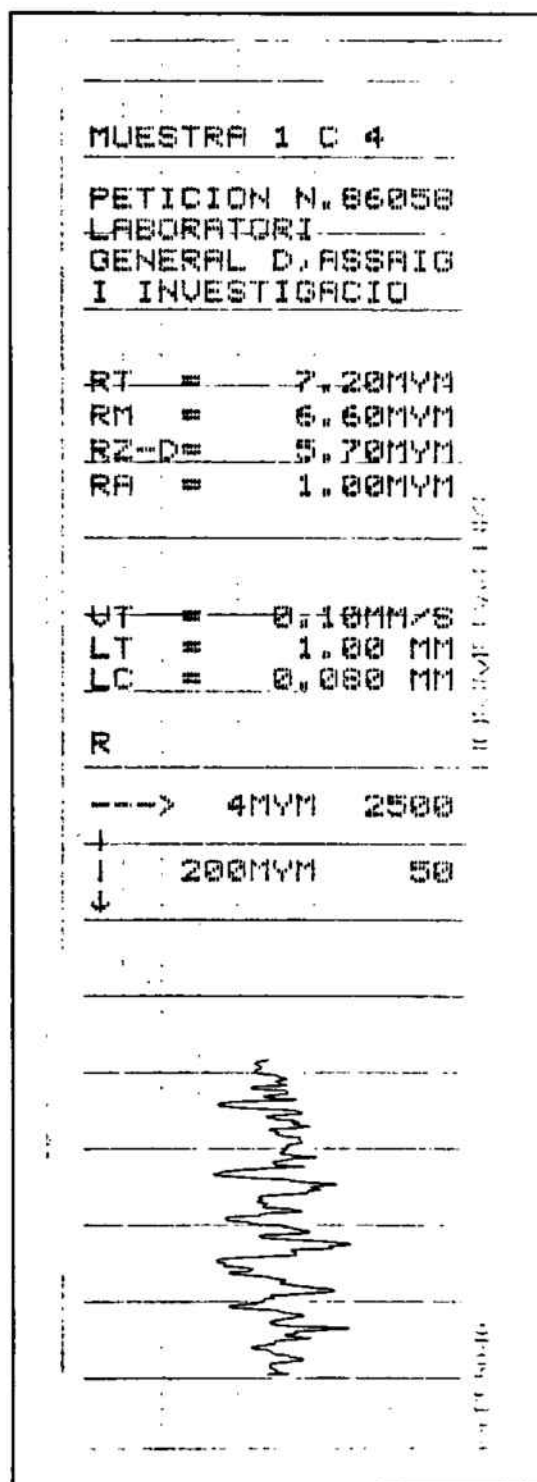
$$RM = 6,60 \mu m$$

$$RZ-D = 5,7 \mu m$$

$$RA = 1 \mu m$$

La media ($\bar{x}$) de RT del grupo

$$1C = 7,34 \mu m.$$



1D2. El acabado y pulido con discos Sof-lex es una línea casi recta en todo su recorrido excepto en el inicio que aparece una pequeña meseta de cuatro picos de $2\text{ }\mu\text{m}$ de tamaño.

$$RT = 3\text{ }\mu\text{m}$$

$$RM = 2,60\text{ }\mu\text{m}$$

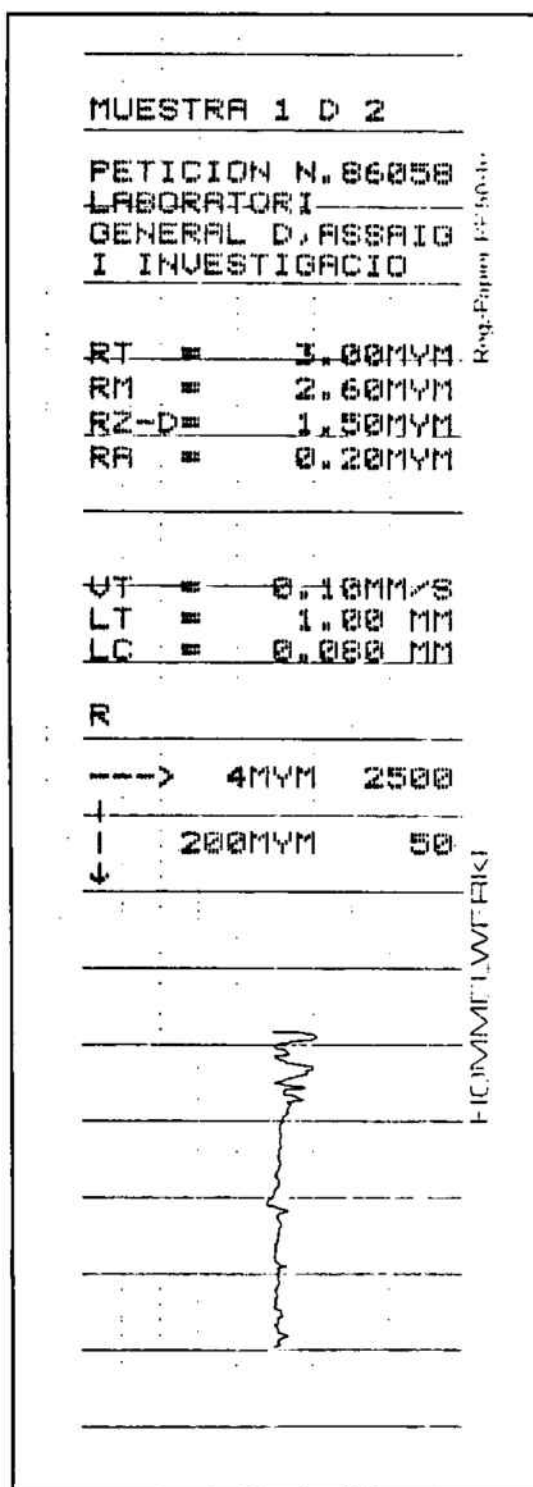
$$RZ-D = 1,50\text{ }\mu\text{m}$$

$$RA = 0,2\text{ }\mu\text{m}$$

La media ($\bar{x}$) de RT del grupo

$$1D = 2,87\text{ }\mu\text{m}$$

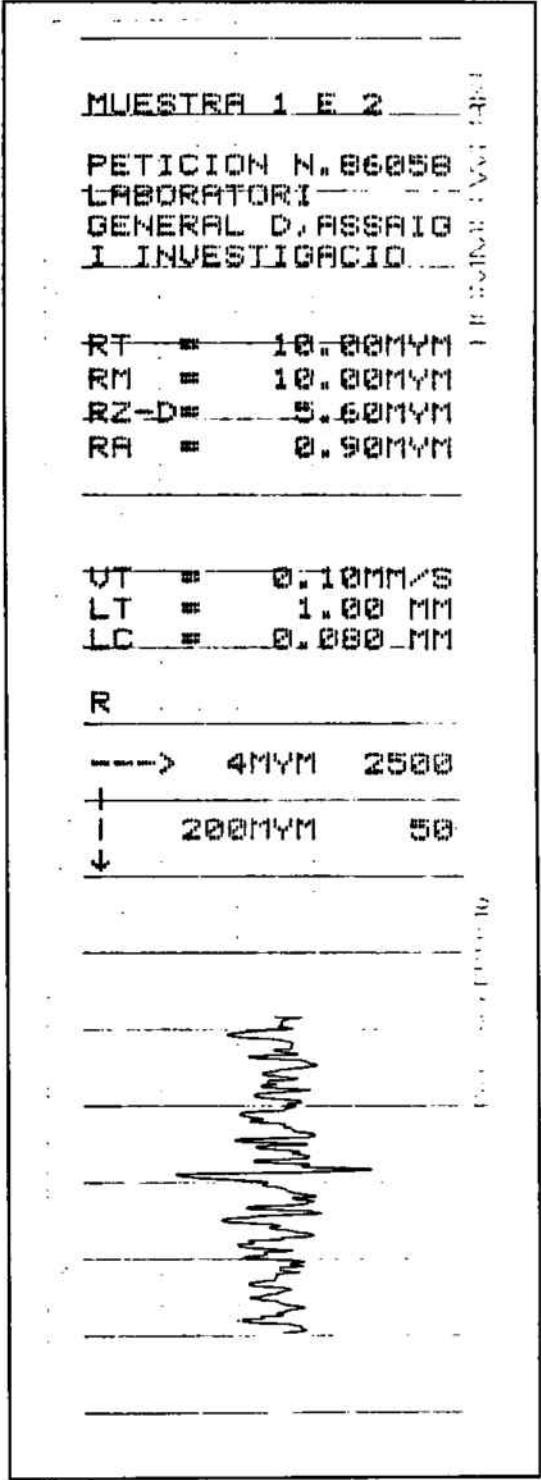
El trazado en este caso y grupo creemos que podría ser el ideal esperado cuando acabamos un composite.



1E2. El uso del pincel en el grupo control sin pulir nos manifiesta una irregularidad continua con picos y valles más estrechos que en el caso 1C4 pero semejante al tratado con diamante, aunque con valores en los parámetros más altos en este caso. Existe un pico y valle de 10 μm o RT y el resto del trazado es de unas 4 μm de amplitud.

- RT = 10 μm
- RM = 10 μm
- RZ-D = 5,6 μm
- RA = 0,9 μm

La media ($\bar{x}$) de RT en el grupo 1E = 10,66 μm .



1F1. El trazado perfilométrico se aprecia en su primera mitad algo irregular y posteriormente las sinuosidades son suaves.

$$RT = 4,8 \mu\text{m}$$

$$RM = 4,30 \mu\text{m}$$

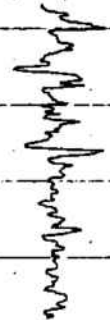
$$RZ-D = 3,1 \mu\text{m}$$

$$RA = 0,40 \mu\text{m}$$

La media ($\bar{x}$) de RT del grupo

$$1F = 4,84 \mu\text{m}.$$

Realizado el acabado con fresa de Tungsteno (b).

MUESTRA 1 F 1		
PETICION N. 86058		
LABORATORI		
GENERAL D. ASSAIG		
I INVESTIGACIO		
RT	=	4.80MYM
RM	=	4.30MYM
RZ-D	=	3.10MYM
RA	=	0.40MYM
UT	=	0.10MM/S
LT	=	1.00 MM
LC	=	0.000 MM
R		
---	>	4MYM 2500
		200MYM 50
↓		
		

Reg. Papier P150-10

VME-LW-1-K-1

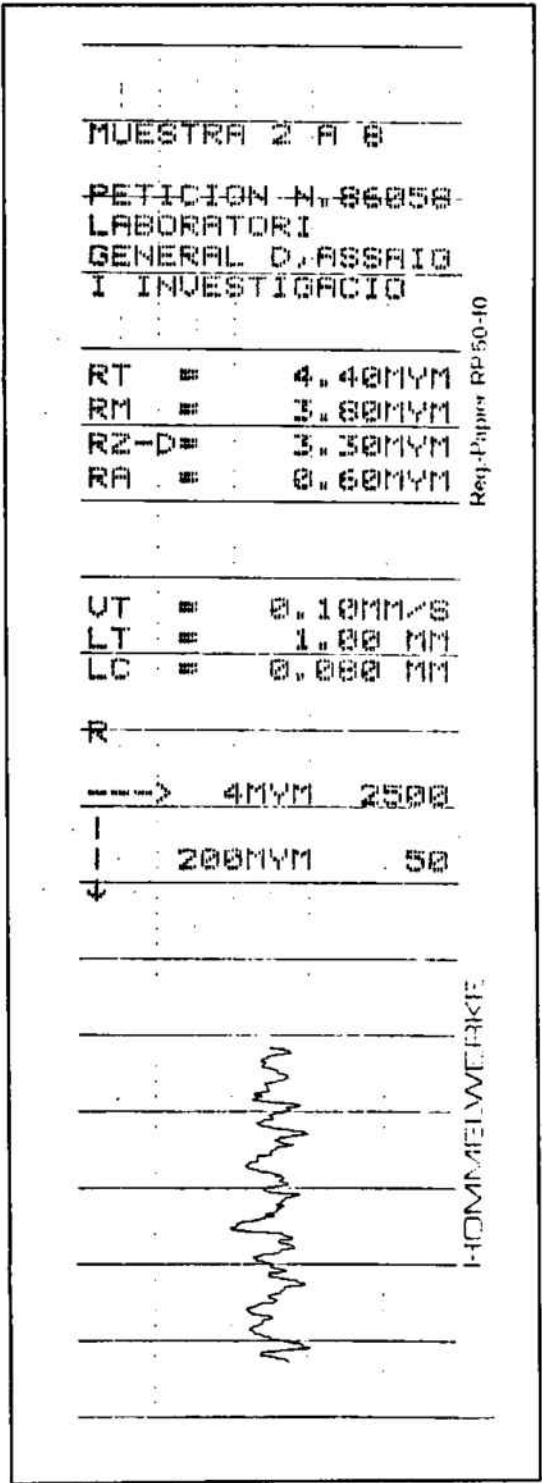
MATERIAL DE OBTURACIÓN TIPO II

En segundo lugar, describiremos el trazado perfilométrico del tipo II de material híbrido. En este apartado son las obturaciones 2A8, 2B3, 2C5, 2D7, 2E4, 2F5, las que describiremos de cada grupo de las 60 obturaciones estudiadas por acercarse más a la media de RT y considerar que sus valores son patrón del grupo A, B, C, D, E y F, respectivamente.

2A8. Se aprecia un trazado, todo él irregular en sinuosidades, tanto en picos como en valles. Existen surcos profundos y anchos en el material.

- RT = 4,4 μ m
- RM = 3,8 μ m
- RZ-D = 3,3 μ m
- RA = 0,6 μ m

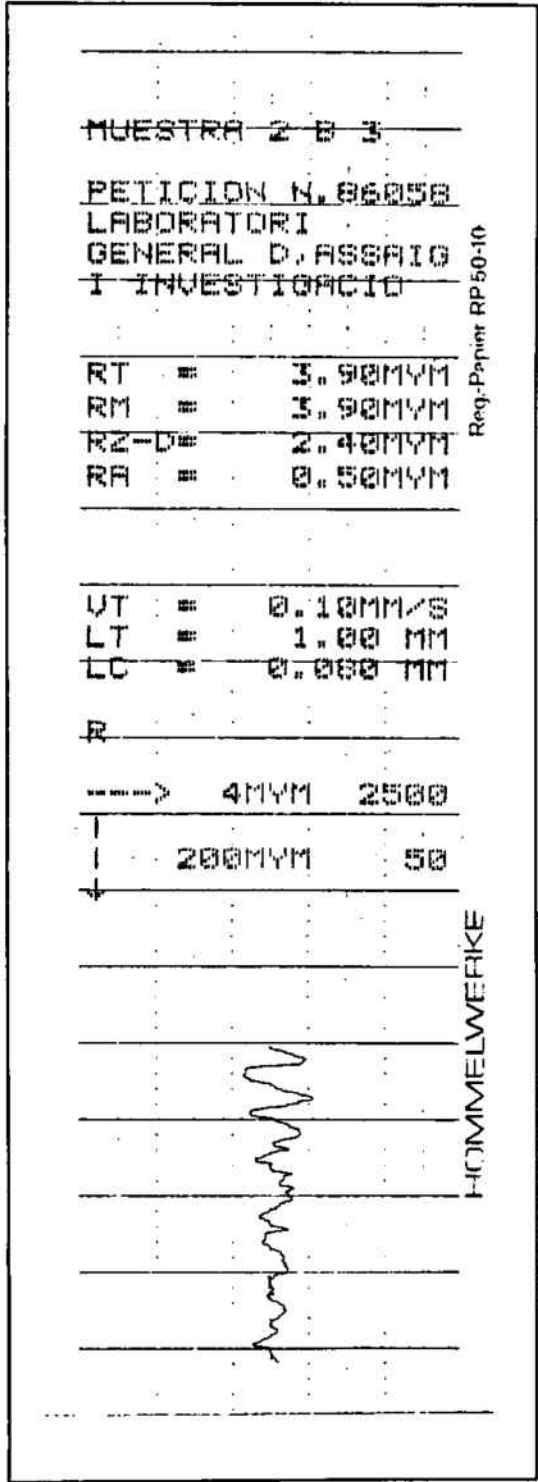
La media ($\bar{x}$) de RT del grupo 2A = 4,37 μ m.
La piedra de Arkansas ha sido el instrumento utilizado.



2B3. El trazado de este grupo tratado con piedra de carburo (a) es mejor al anterior en todos sus parámetros, aunque se observan valles profundos.

- RT = 3,9 μ m
- RM = 3,9 μ m
- RZ-D = 2,4 μ m
- RA = 0,5 μ m

La media ($\bar{x}$) de RT del grupo 2B = 3,9 μ m.



2C5. Aquí el registro es más pronunciado en picos y valles que el anterior, tanto en longitud como en anchura. Esta muestra fue acabada con fresa de diamante.

$$RT = 6,6 \mu\text{m}$$

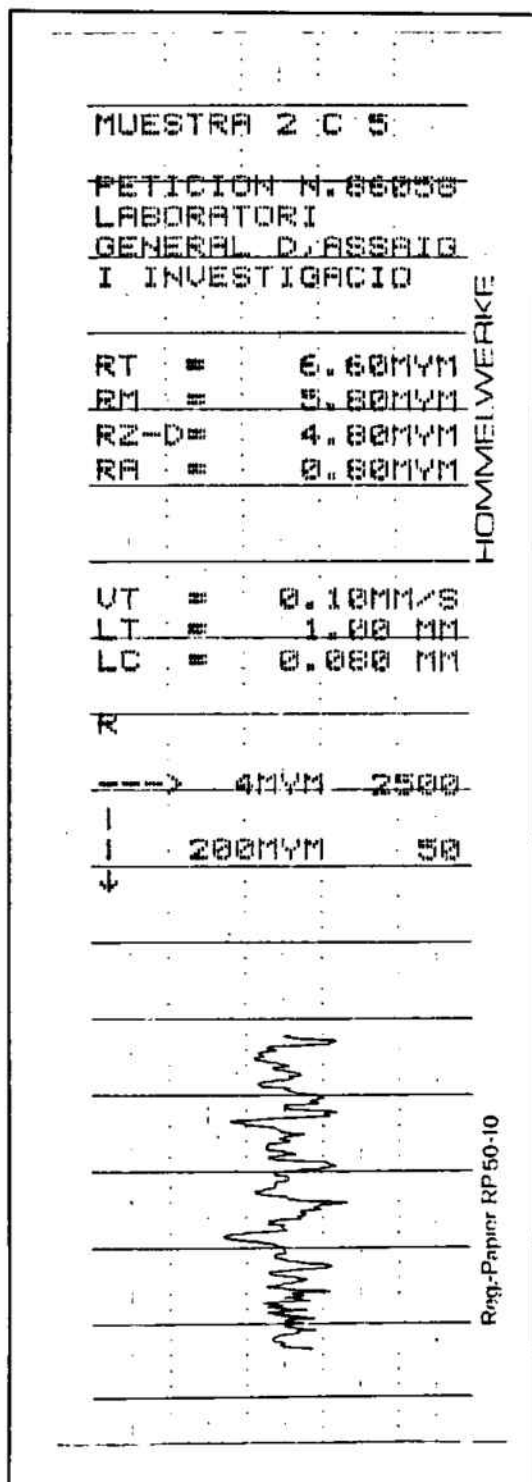
$$RM = 5,80 \mu\text{m}$$

$$RZ-D = 4,80 \mu\text{m}$$

$$RA = 0,8 \mu\text{m}$$

La media ($\bar{x}$) de RT del grupo

$$2C = 6,66 \mu\text{m}.$$



2D7. El trazado realizado por el perfilómetro, en el caso de pulido y acabado con discos, es semejante al producido en el caso 1D2 con composite I e igual acabado, ya que inicia una pequeña meseta de dos picos de unos $2\ \mu\text{m}$, y el resto del trazado es casi liso con:

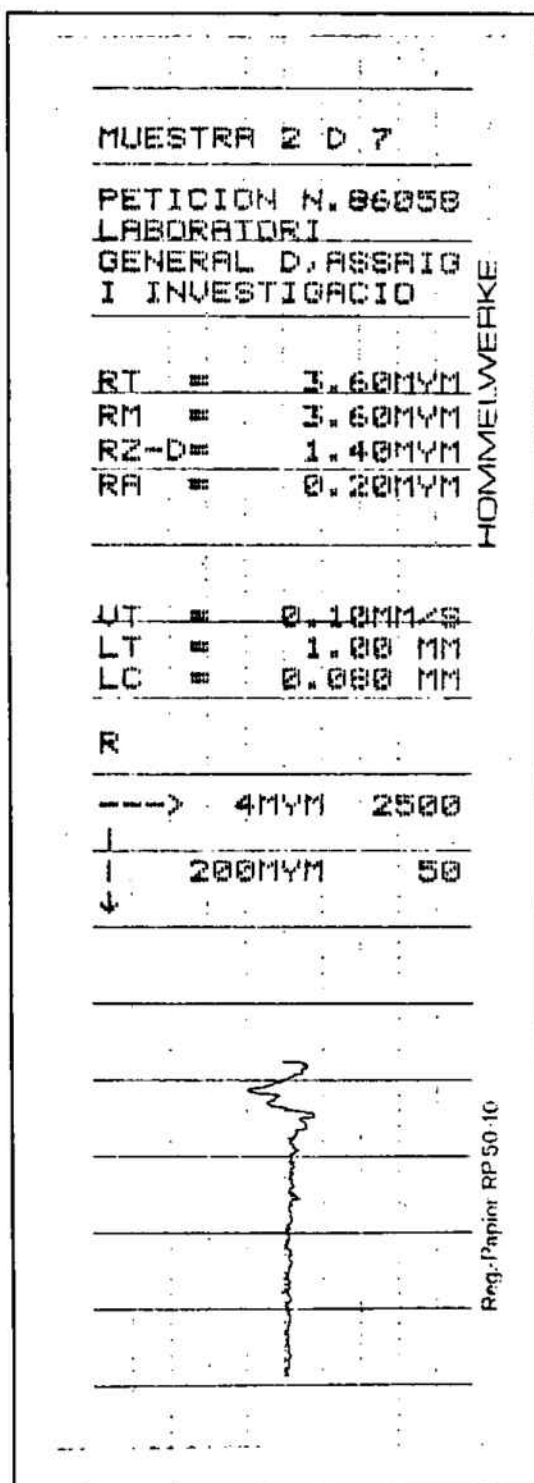
$$RT = 3,6\ \mu\text{m}$$

$$RM = 3,6\ \mu\text{m}$$

$$RZ-D = 1,4\ \mu\text{m}$$

$$RA = 0,20\ \mu\text{m}$$

La media ($\bar{x}$) RT del grupo
2D = $3,8\ \mu\text{m}$.



2E4. En este registro al principio se ven picos y al final se representan curvas en forma de mesetas amplias que simulan el material colocado y dejado polimerizar libremente previo modelado con pincel. Es muy diferente al trazado realizado en el caso de la muestra del composite tipo I y acabado idéntico.

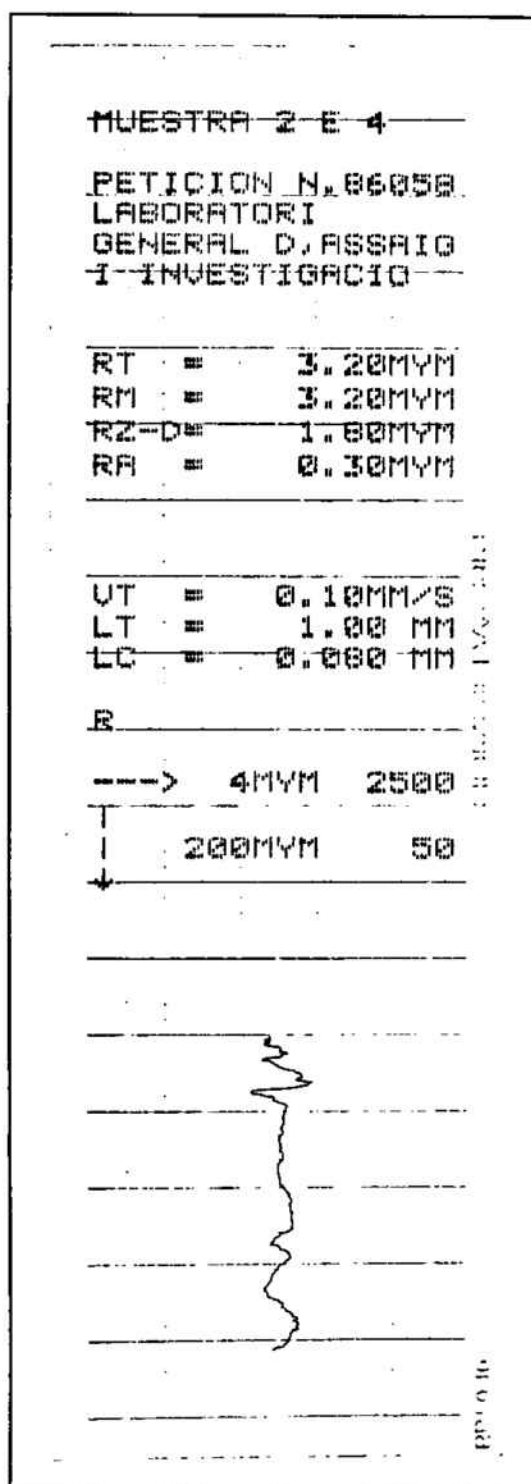
$$RT = 3,2 \mu\text{m}$$

$$RM = 3,2 \mu\text{m}$$

$$RZ-D = 1,8 \mu\text{m}$$

$$RA = 0,30 \mu\text{m}$$

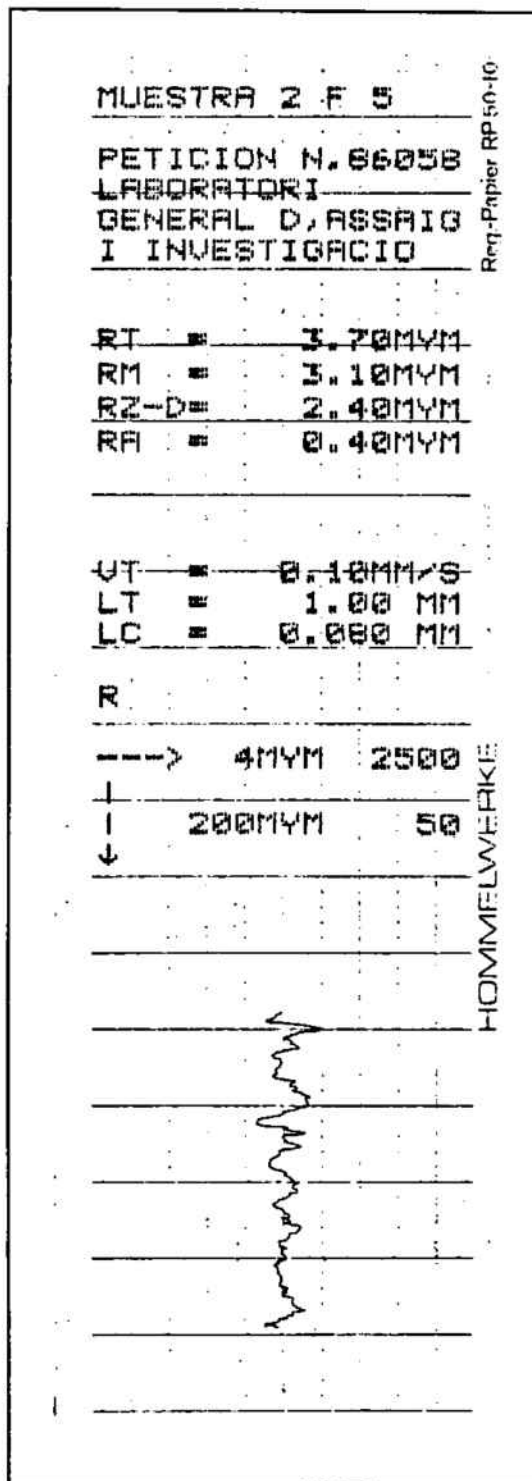
La media ($\bar{x}$) de RT en este grupo 2E = 3,49 μm .



2F5. El acabado y pulido con fresa de tungsteno (b) deja ver un trazado aceptable tanto en su RT como en su RA, aunque algo sinuoso.

RT = 3,7 μm
 RM = 3,1 μm
 RZ-D = 2,4 μm
 RA = 0,4 μm

La media ($\bar{x}$) de RT en este grupo 2F = 3,66 μm .



4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

a. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Tabla 2.

En esta tabla constan medias y desviación estandar utilizando el composite Tipo I para cada una de las variables estudiadas, RT, RM, RZ y RA, según los acabados empleados. Los mejores resultados (los más bajos), se obtienen con discos, los peores con diamante y g. control (ver también gráficos 2 a 9).

TABLA RESUMEN DE RESULTADOS
COMPOSITE - TIPO I

		RT		RM		RZ		RA	
	Acabados	Media	Desviación Estandar	Media	Desviación Estandar	Media	Desviación Estandar	Media	Desviación Estandar
Subgrupos									
1A	arkansas	4.710	1.827	4.600	1.887	2.900	.730	.470	.177
1B	tungsteno(a)	6.580	2.697	6.240	2.893	3.440	.683	.440	.158
1C	diamante	7.340	2.514	6.870	2.471	4.950	1.544	.840	.310
1D	discos	2.870	1.063	2.660	.895	1.520	.429	.180	.079
1E	g. control	10.660	3.376	10.040	3.037	6.930	1.463	1.210	.277
1F	tungsteno(b)	4.840	1.835	4.610	1.942	2.890	.856	.380	.148
TOTAL		6.167	3.345	5.837	3.207	3.772	2.012	.587	.396

Tabla 3.

Expone la media y la desviación estandar de RT, RM, RZ y RA con el composite Tipo II para cada uno de los acabados. Se obtienen los mejores resultados con g. control, discos o tungsteno (b) y los peores con arkansas y diamante (ver también gráficos 2 a 9). Si comparamos los resultados globales («total») de las tablas 2 y 3 vemos que los resultados mejores se obtienen con el composite Tipo II (ver también gráfico 1). En cambio los resultados mejores para las 4 variables estudiando los 12 subgrupos, se obtienen con el acabado con discos del composite tipo I (gráficos 2 a 9).

TABLA RESUMEN DE RESULTADOS
COMPOSITE - TIPO II

		RT		RM		RZ		RA	
	Acabados	Media	Desviación Estandar	Media	Desviación Estandar	Media	Desviación Estandar	Media	Desviación Estandar
Subgrupos									
2A	arkansas	4.370	1.065	3.890	1.057	2.840	.695	.660	.310
2B	tungsteno(a)	3.900	.589	3.760	.608	2.500	.411	.460	.107
2C	diamante	6.660	2.419	6.070	2.368	3.860	1.135	.680	.262
2D	discos	3.800	1.801	3.510	1.660	2.070	.972	.290	.179
2E	g.control	3.490	1.817	3.320	1.881	1.890	.785	.360	.190
2F	tungsteno(b)	3.660	2.098	3.520	2.142	2.160	.771	.370	.170
TOTAL		4.313	1.996	4.012	1.907	2.553	1.034	.470	.254

Tabla 4.

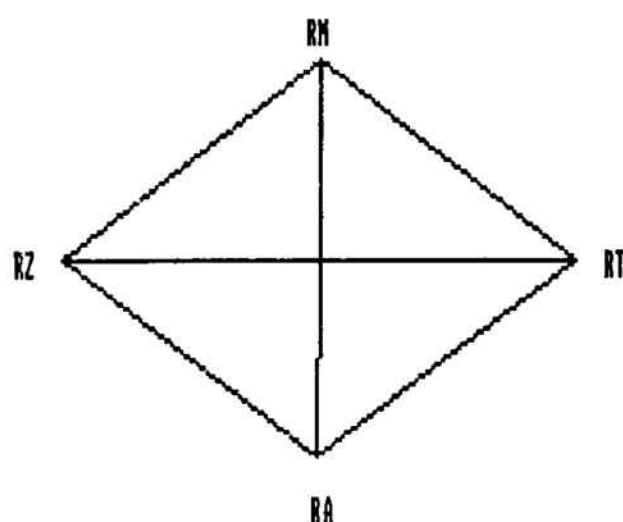
Prescindiendo del factor pasta y agrupando las muestras según acabados (con lo cual hay 20 casos en cada subgrupo), se observa que los mejores resultados se obtienen con discos y tungsteno (b) y los peores con diamante y g. control.

**TABLA RESUMEN DE RESULTADOS
TOTAL**

		RT		RM		RZ		RA	
	Acabados	Media	Desviación Estandar	Media	Desviación Estandar	Media	Desviación Estandar	Media	Desviación Estandar
Subgrupos									
1A y 2A	arkansas	4.540	1.466	4.245	1.532	2.870	.694	.565	.264
1B y 2B	tungsteno(a)	5.240	2.345	5.000	2.400	2.970	.731	.450	.132
1C y 2C	diamante	7.000	2.426	6.470	2.391	4.405	1.432	.760	.291
1D y 2D	discos	3.335	1.516	3.085	1.369	1.795	.784	.235	.146
1E y 2E	g.control	7.075	4.527	6.680	4.234	4.410	2.827	.785	.493
1F y 2F	tungsteno(b)	4.250	2.012	4.065	2.067	2.525	.877	.375	.155
TOTAL		5.240	2.896	4.924	2.782	3.162	1.706	.528	.337

GRÁFICO 1. Resultados globales

111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11



COMPARACIÓN DE COMPOSITES CON LOS ACABADOS

Comparando las medias de los dos tipos de composites con los diferentes acabados, vemos globalmente valores más altos para el Tipo I y más bajos para el Tipo II (gráficos 2 al 5) excepto para el acabado con discos.

- En el gráfico 2 se estudia el parámetro RT.
- En los gráficos 3 y 4 vemos los resultados en los parámetros RM y RZ.
- En el gráfico 5 vemos el parámetro RA y alternancia en los resultados entre los composites y acabados aunque con pocas diferencias.

GRÁFICO 2

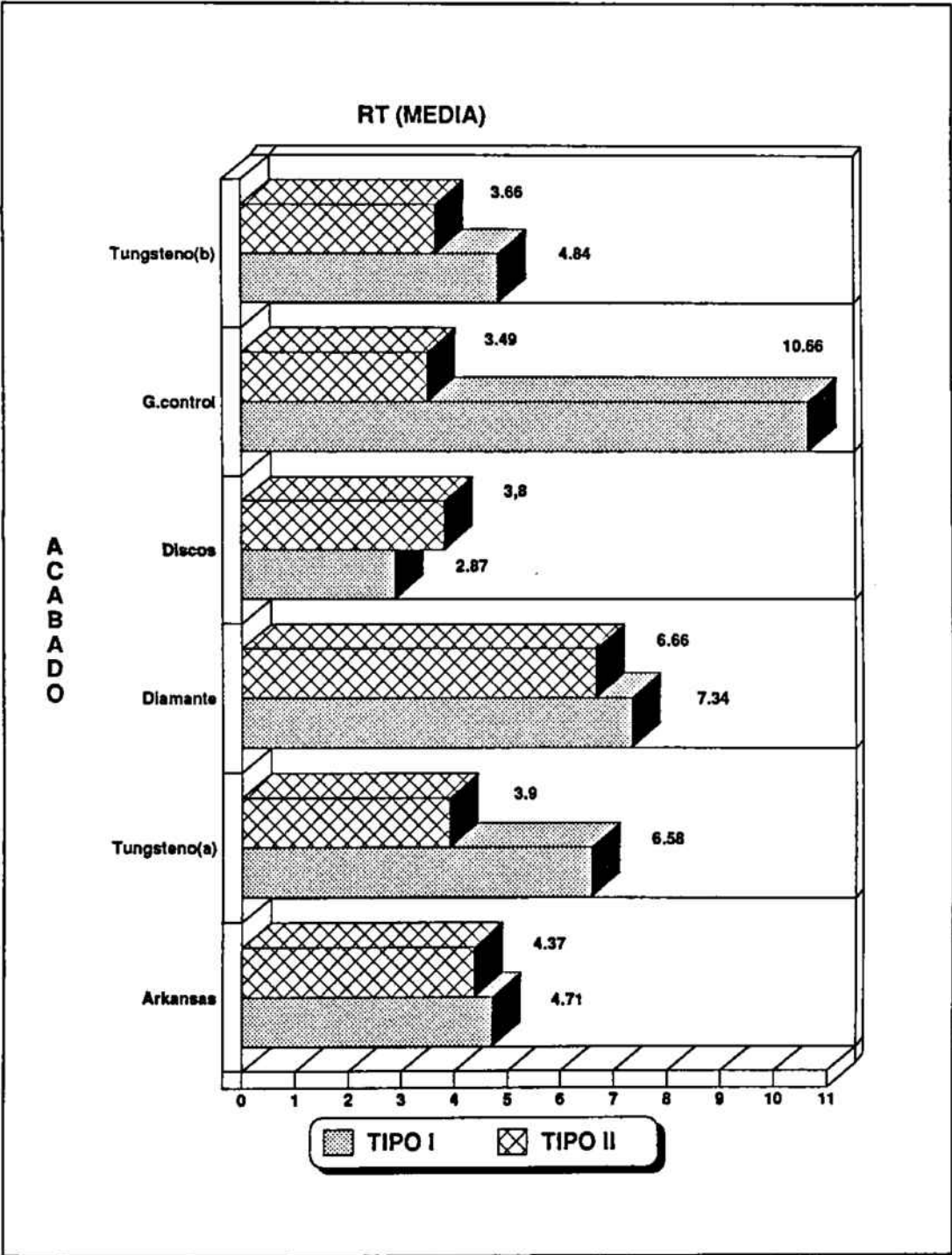


GRÁFICO 3

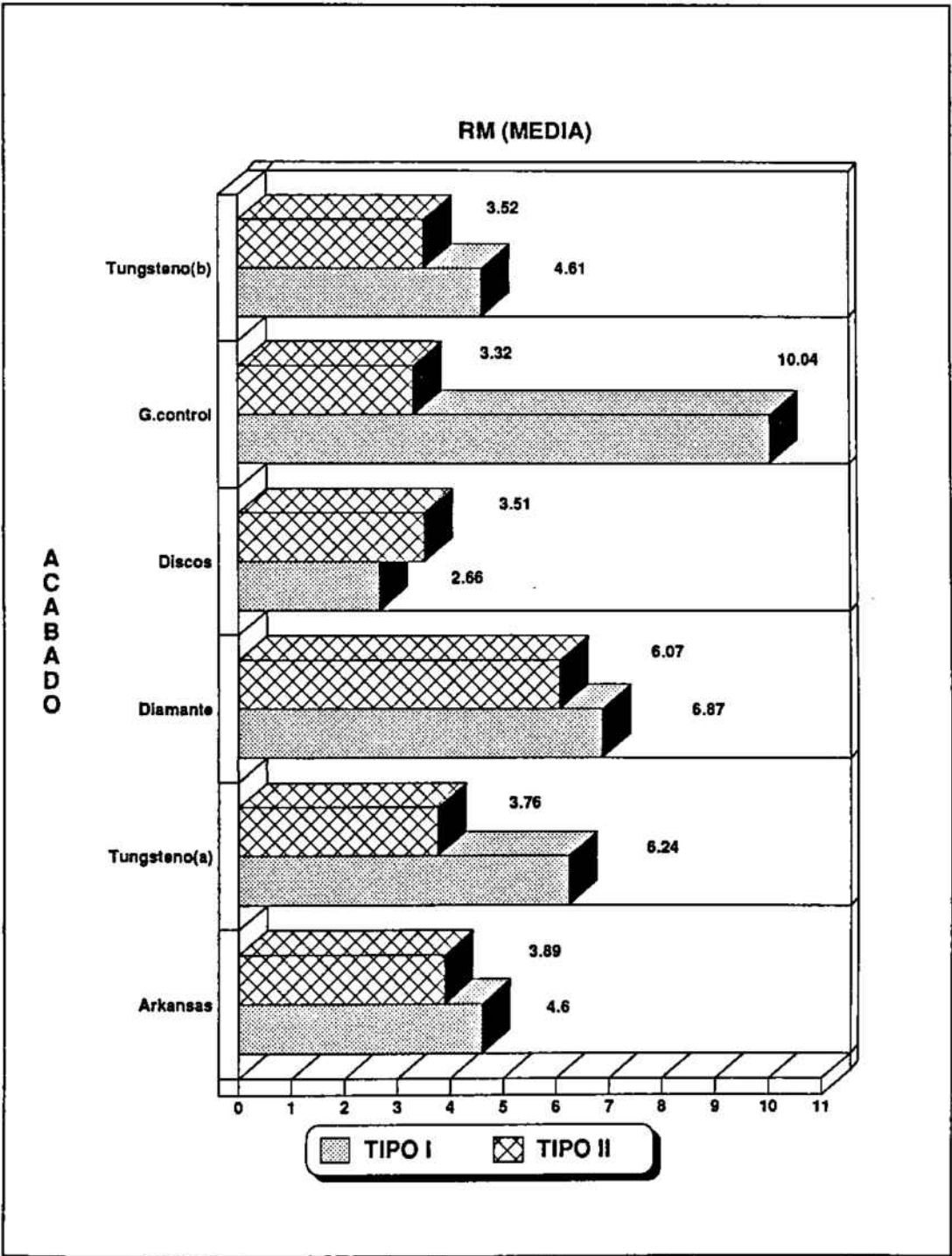


GRÁFICO 4

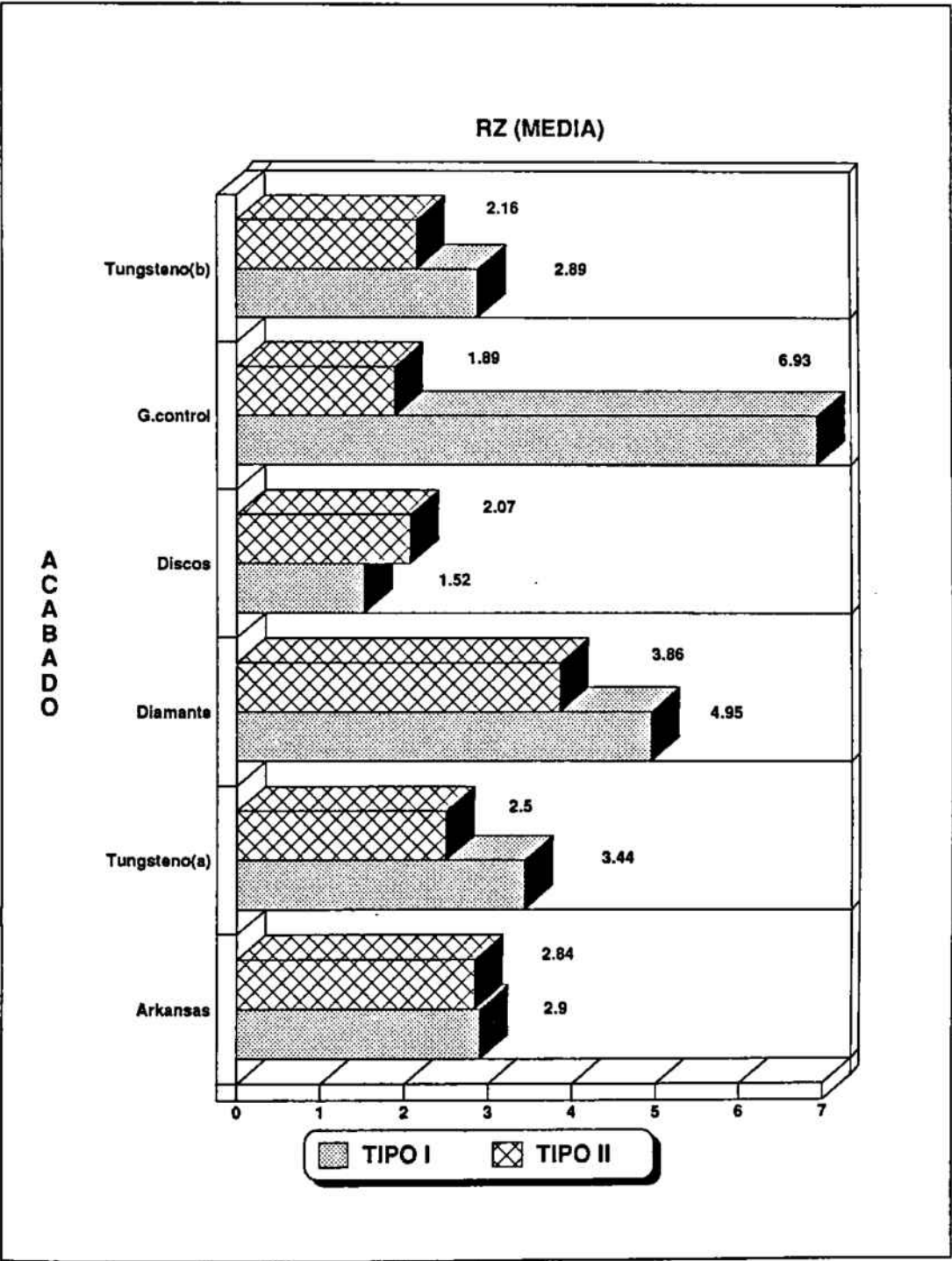
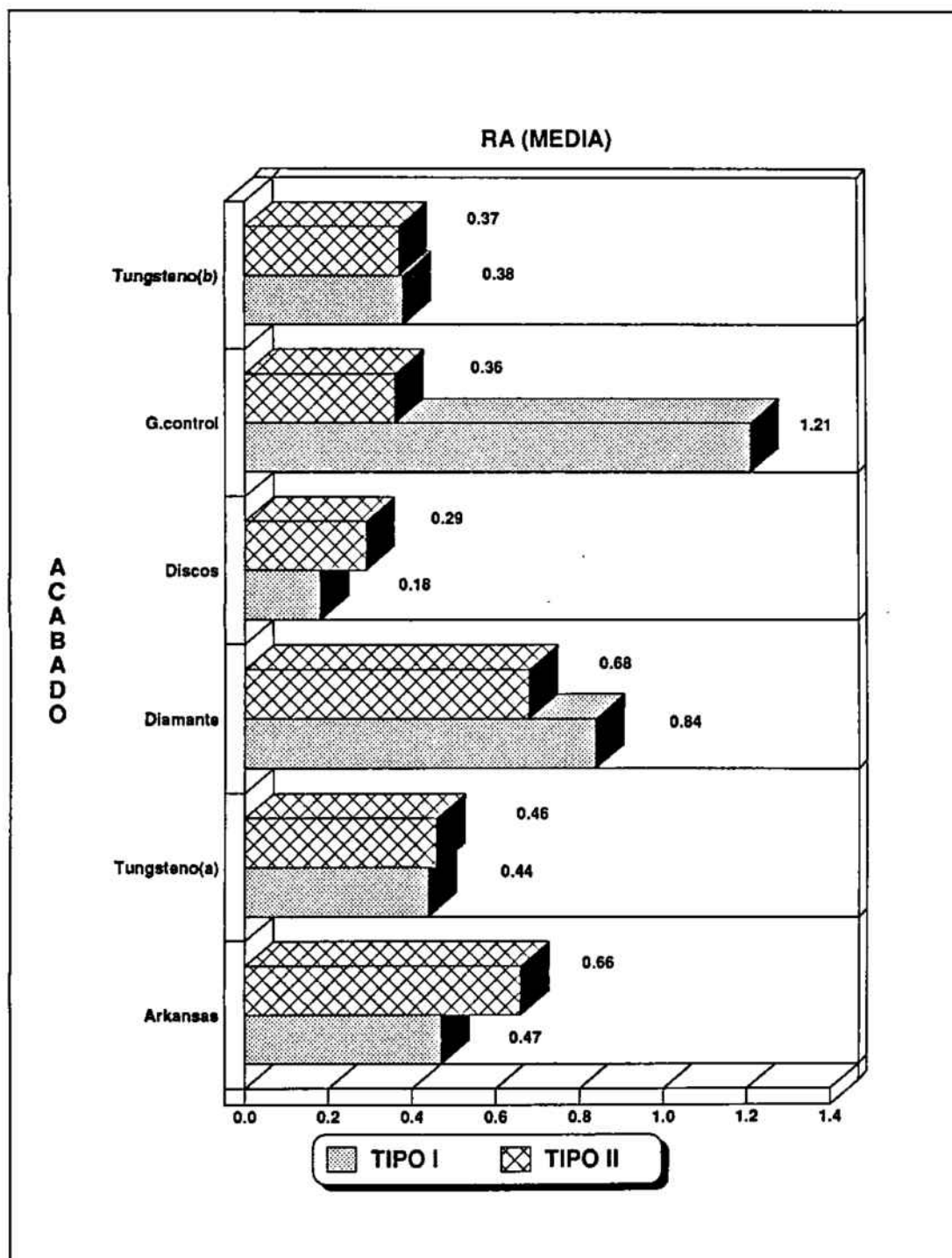


GRÁFICO 5



COMPARACIÓN DE ACABADO CON LOS COMPOSITES

En los gráficos 6, 7, 8 y 9 vemos los parámetros RT, RM, RZ, RA en el eje de abscisas y en las ordenadas los 2 tipos de composite y los diferentes acabados.

Para el composite Tipo I tal como nos muestran los resultados, el grupo control, es el de valor más alto (peor), seguido de diamante, Tungsteno (a), Arkansas y Tungsteno (b).

El valor más bajo es para los discos.

Si comparamos el composite Tipo II y los acabados, vemos que el valor más alto es para el diamante, seguido de arkansas, Tungsteno (a) discos, Tungstano (b) y grupo control es el de valor más bajo.

Para el RA, el valor más bajo con los 2 composites es con los discos.

GRÁFICO 6

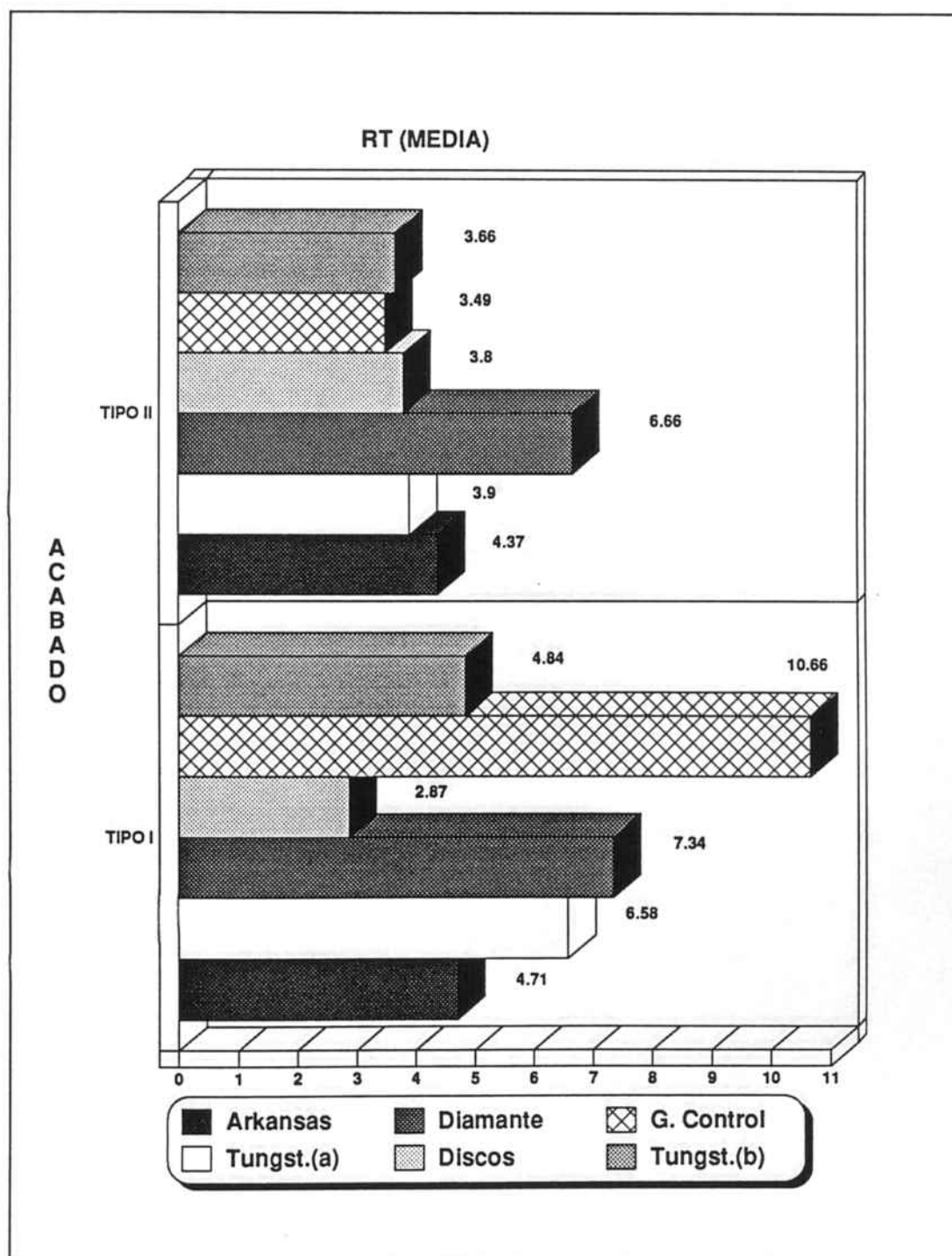


GRÁFICO 7

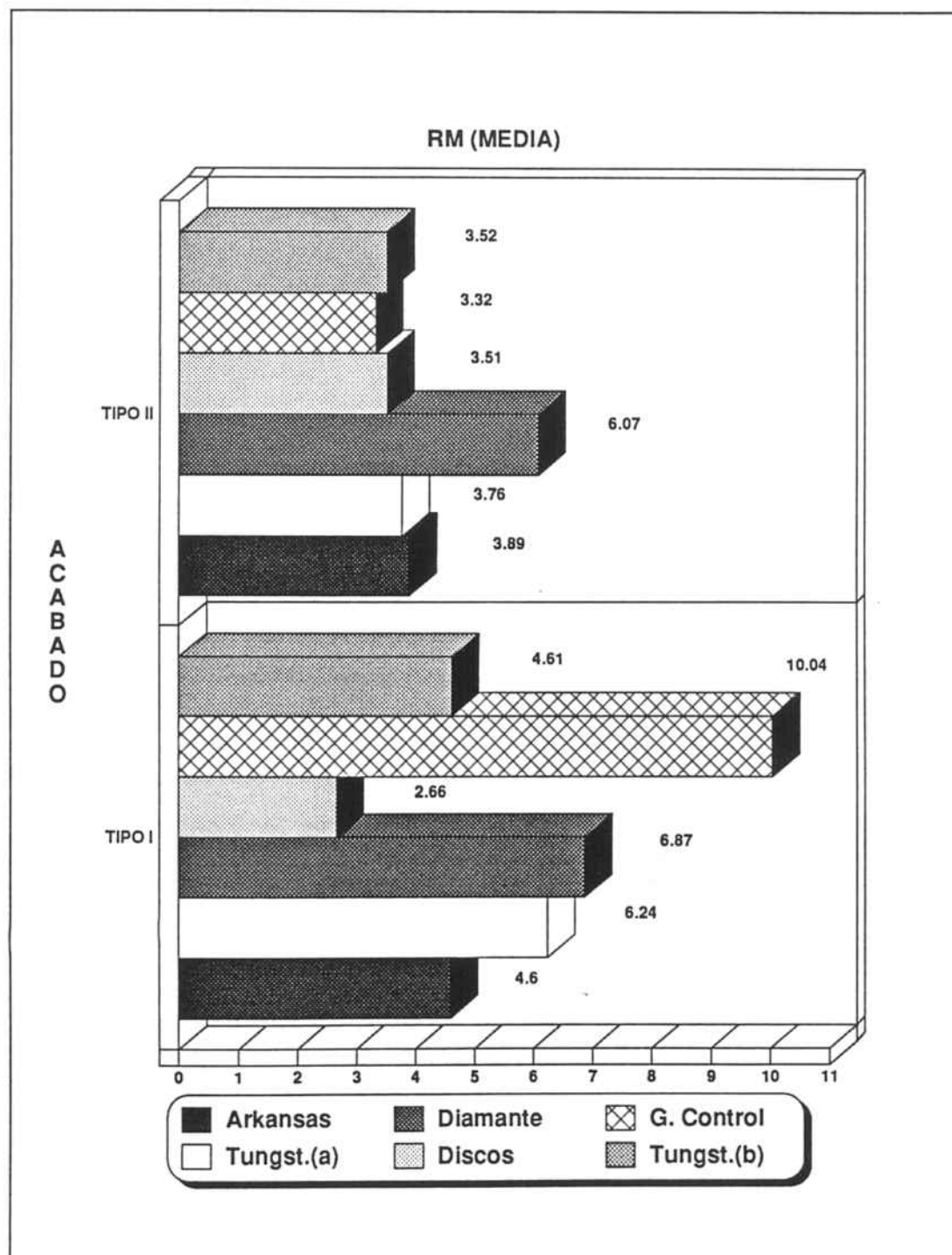


GRÁFICO 8

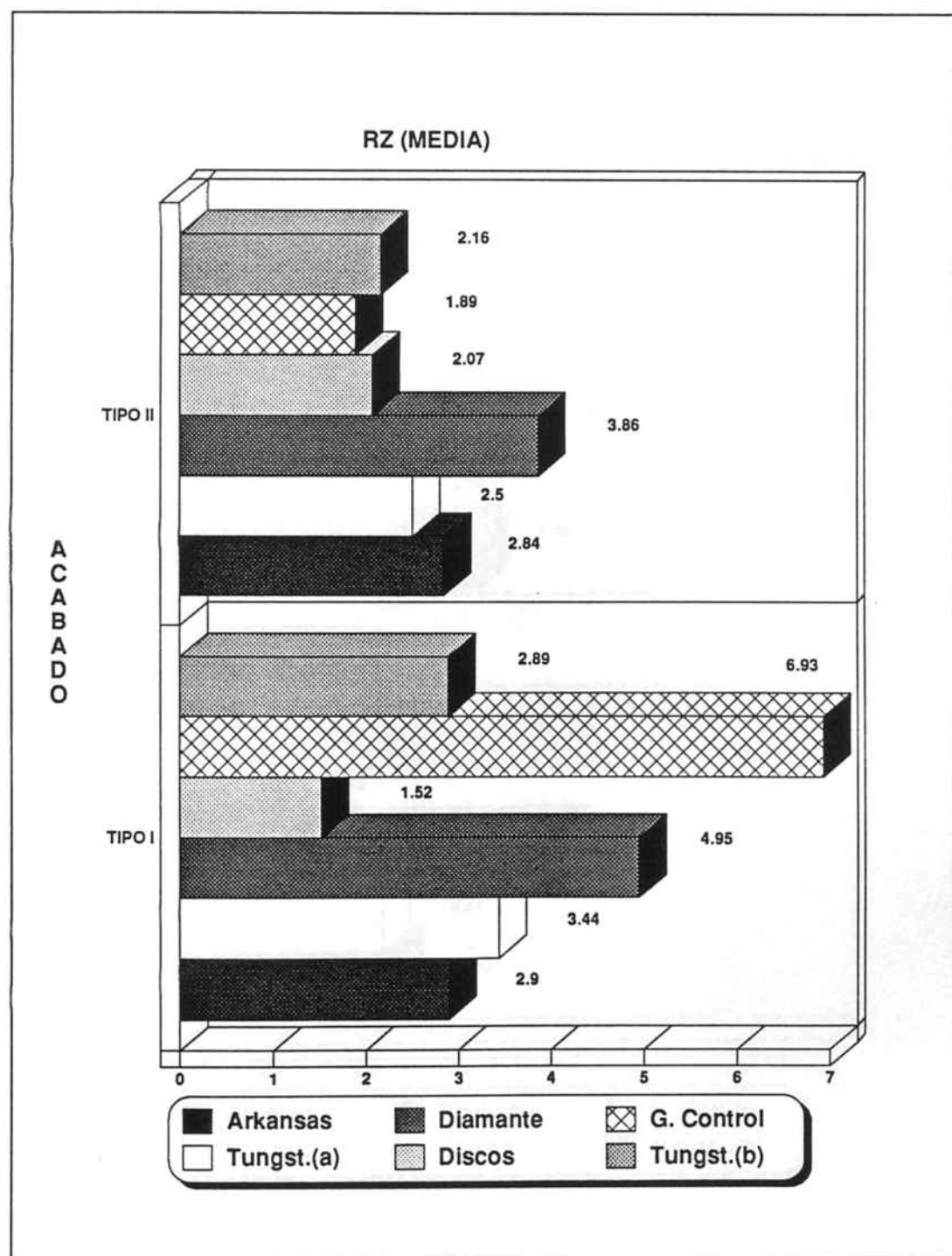
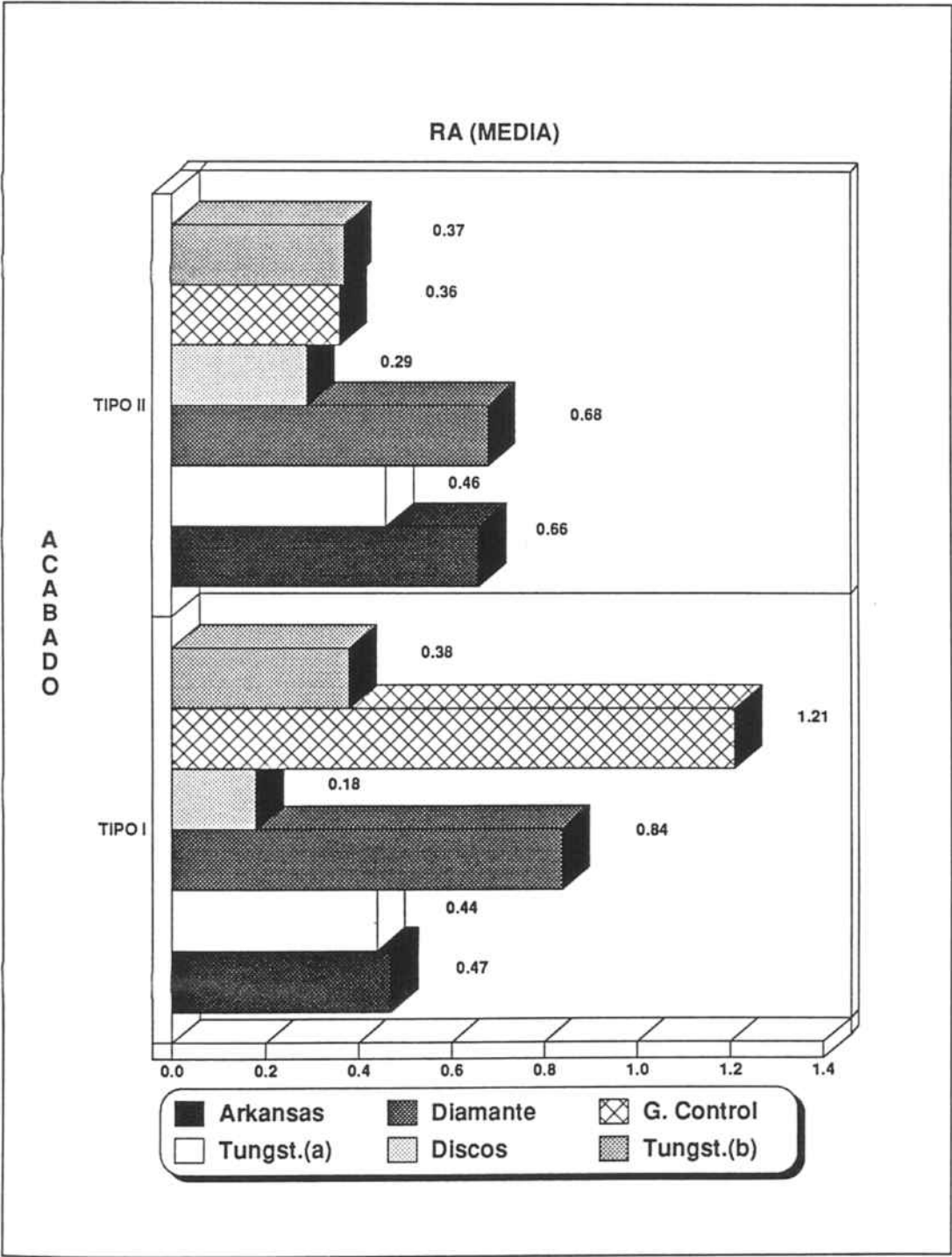


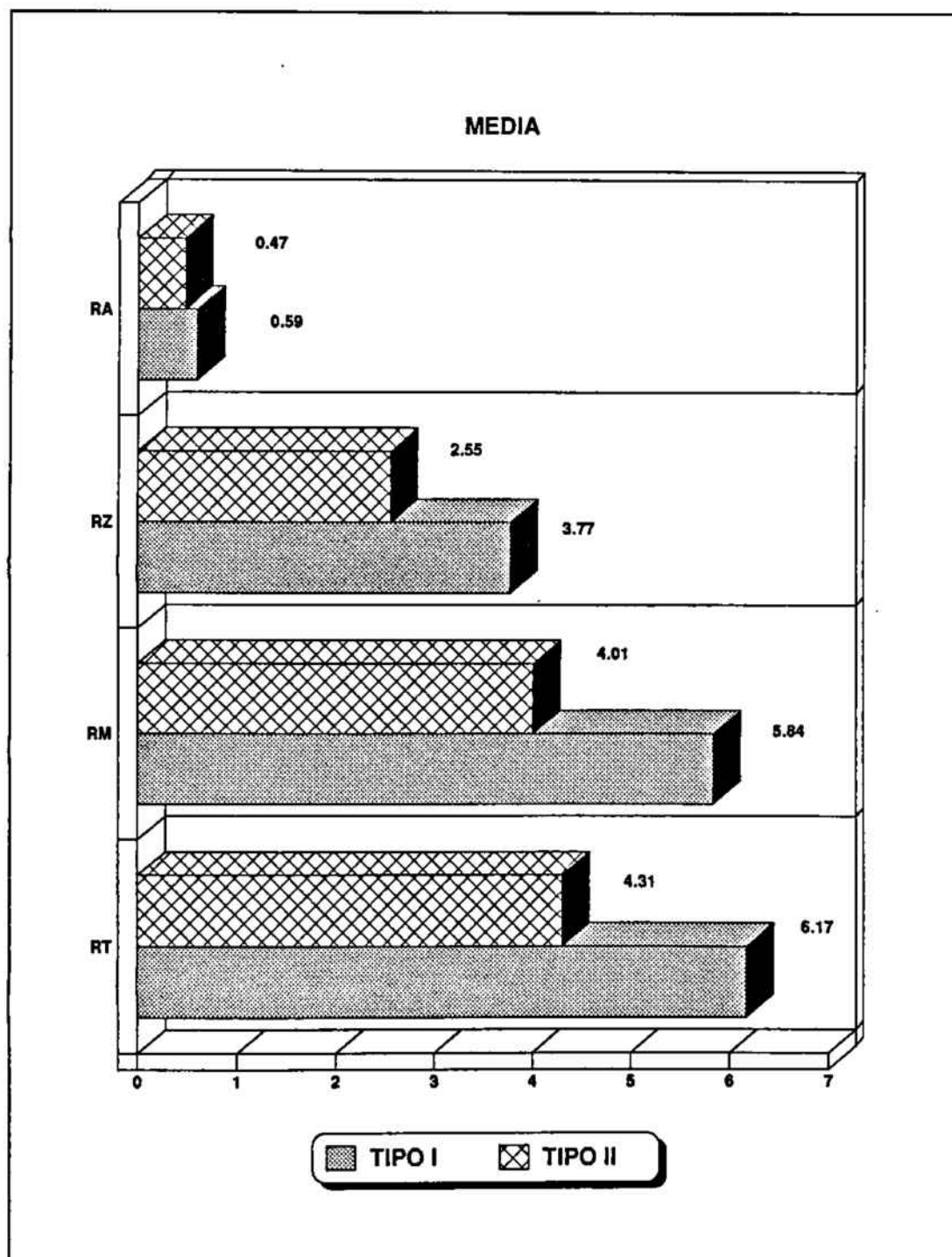
GRÁFICO 9



COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS COMPOSITES ENTRE ELLOS

En el gráfico 10, vemos que los valores de RT, RM, RZ y RA son menores para el composite Tipo II frente al composite Tipo I.

GRÁFICO 10



b. PRUEBAS ESTADÍSTICAS

Los datos hasta ahora descritos precisan de la aplicación de pruebas estadísticas para extraer conclusiones que nos permitan demostrar las hipótesis previamente elaboradas.

ESTUDIO DE LA CORRELACIÓN

La idea de una buena correlación entre las cuatro variables se estudia en la tabla 5, en la que consta en cada casilla el coeficiente de correlación, el número de sujetos en el que se ha realizado la prueba que en este caso es de 120 dado que no hay «missings» (casos perdidos) y el nivel de significación es de $p < 0.001$ para todas las correlaciones.

La comparación de una variable consigo misma produce obviamente un coeficiente de correlación de 1 y en este caso no procede mirar el nivel de significación.

Si estudiamos esta tabla vemos la elevada correlación entre las cuatro variables que están probablemente investigando aspectos muy similares de las muestras. Un coeficiente como el que hay entre RT y RM de 0.9891 es elevadísimo y explica el que posteriormente estas variables se comporten de una forma totalmente paralela. Una correlación alta significa que cuando una variable aumenta, aumentan las otras tres con una intensidad proporcional.

El gráfico 11 en el que se estudian de forma cruzadas las correlaciones entre las 4 variables muestra que hay una buena correlación lineal ya que la nube de puntos formada por cada uno de los sujetos sigue de una manera bastante fiel la diagonal de los rectángulos.

En los gráficos 12, 13 y 14, en los que se presentan tres o cuatro variables a la vez se ve también una buena correlación entre todas ellas.

TABLA 5. Tabla de Correlaciones.

		RT	RM	RZ	RA
RT	*	1.0000	.9891	.9208	.8366
	**	(120)	(120)	(120)	(120)
	***	P = .	P = .000	P = .000	P = .000
RM	*	.9891	1.0000	.9041	.8133
	**	(120)	(120)	(120)	(120)
	***	P = .000	P = .	P = .000	P = .000
RZ	*	.9208	.9041	1.0000	.9267
	**	(120)	(120)	(120)	(120)
	***	P = .000	P = .000	P = .	P = .000
RA	*	.8366	.8133	.9267	1.0000
	**	(120)	(120)	(120)	(120)
	***	P = .000	P = .000	P = .000	P = .

(*) Coeficiente.
(**) Número de casos.
(***) Significación bilateral.

GRÁFICO11. Correlaciones entre las cuatro variables

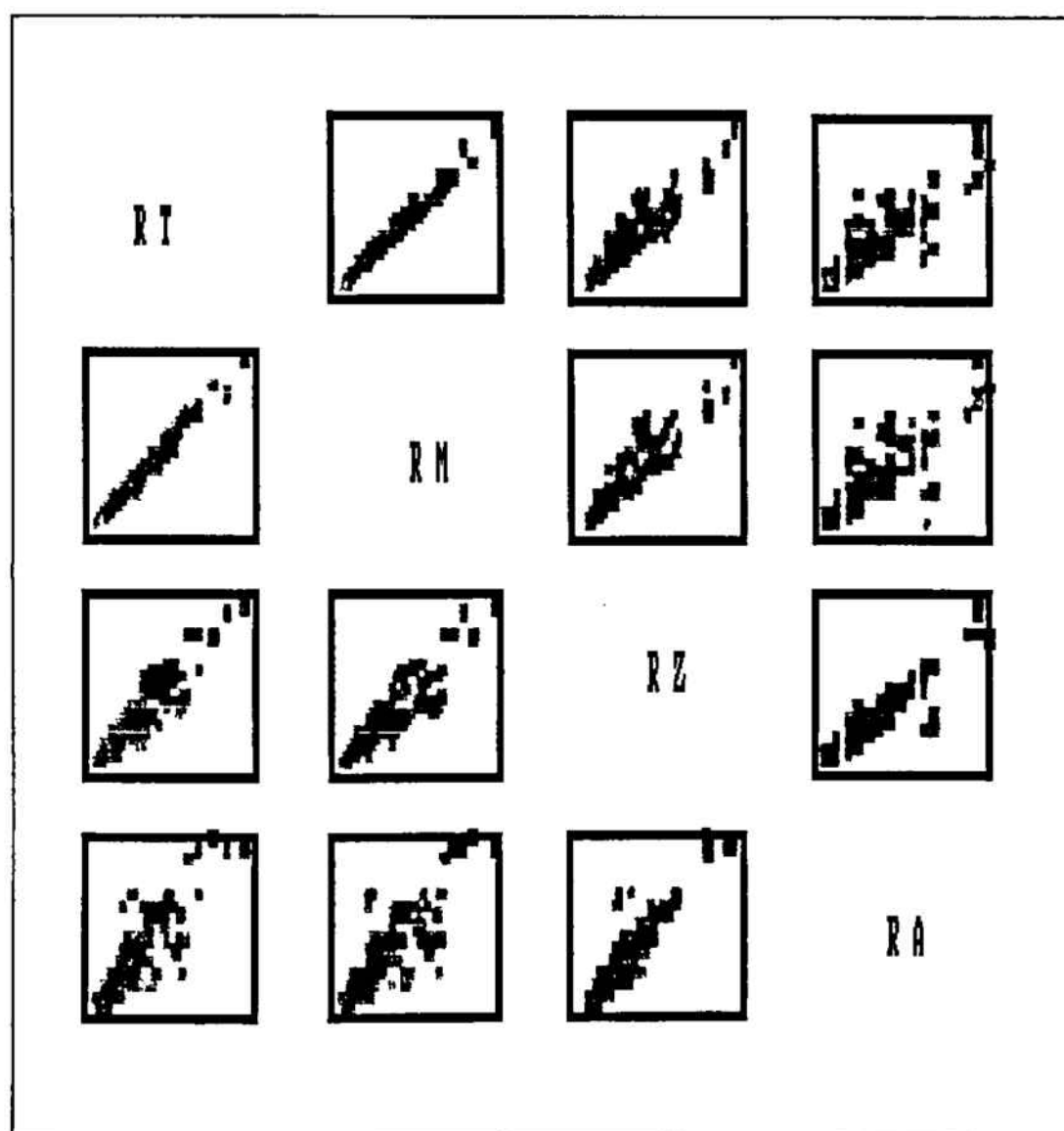


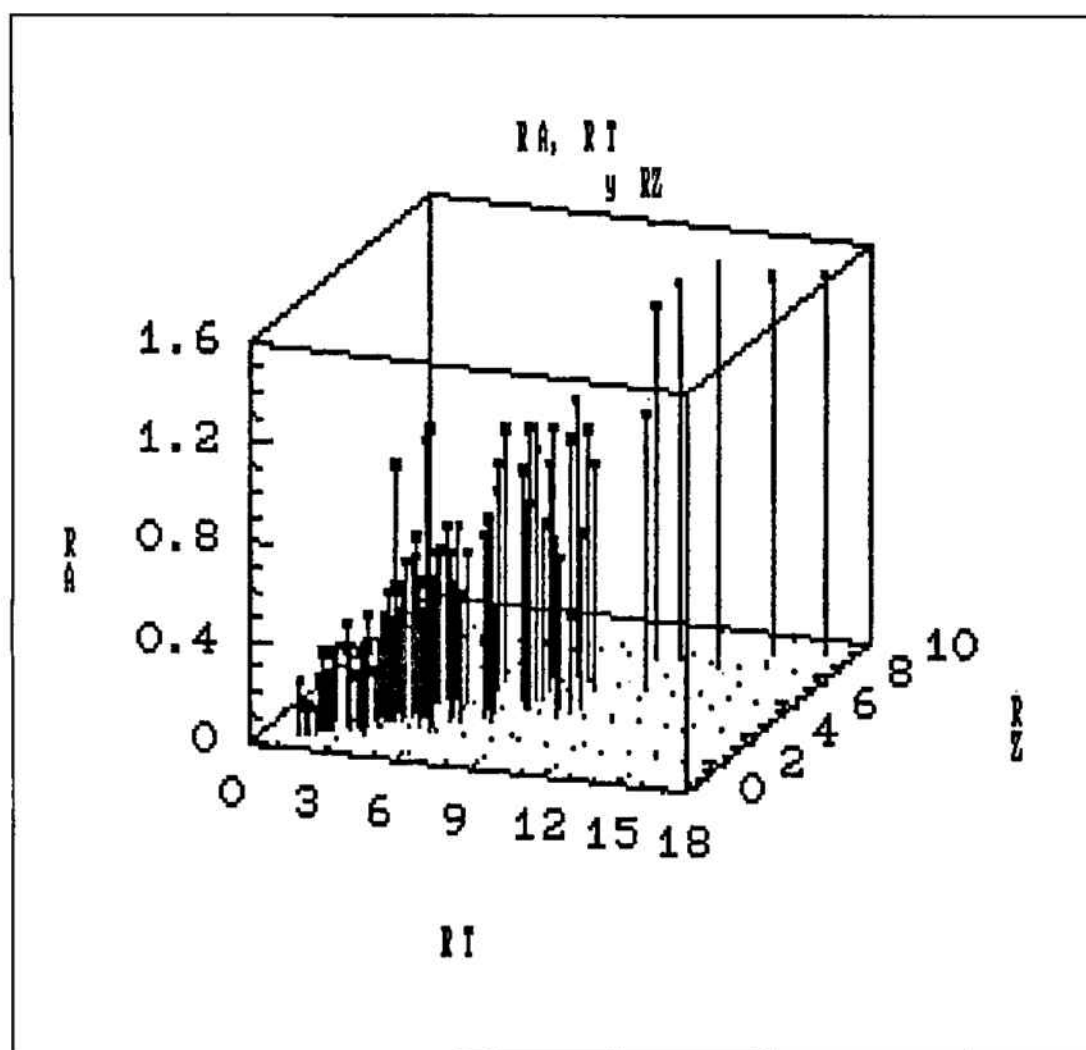
GRÁFICO 12. RA frente a RT y RZ.

GRÁFICO 13. RM frente a RT y RZ.

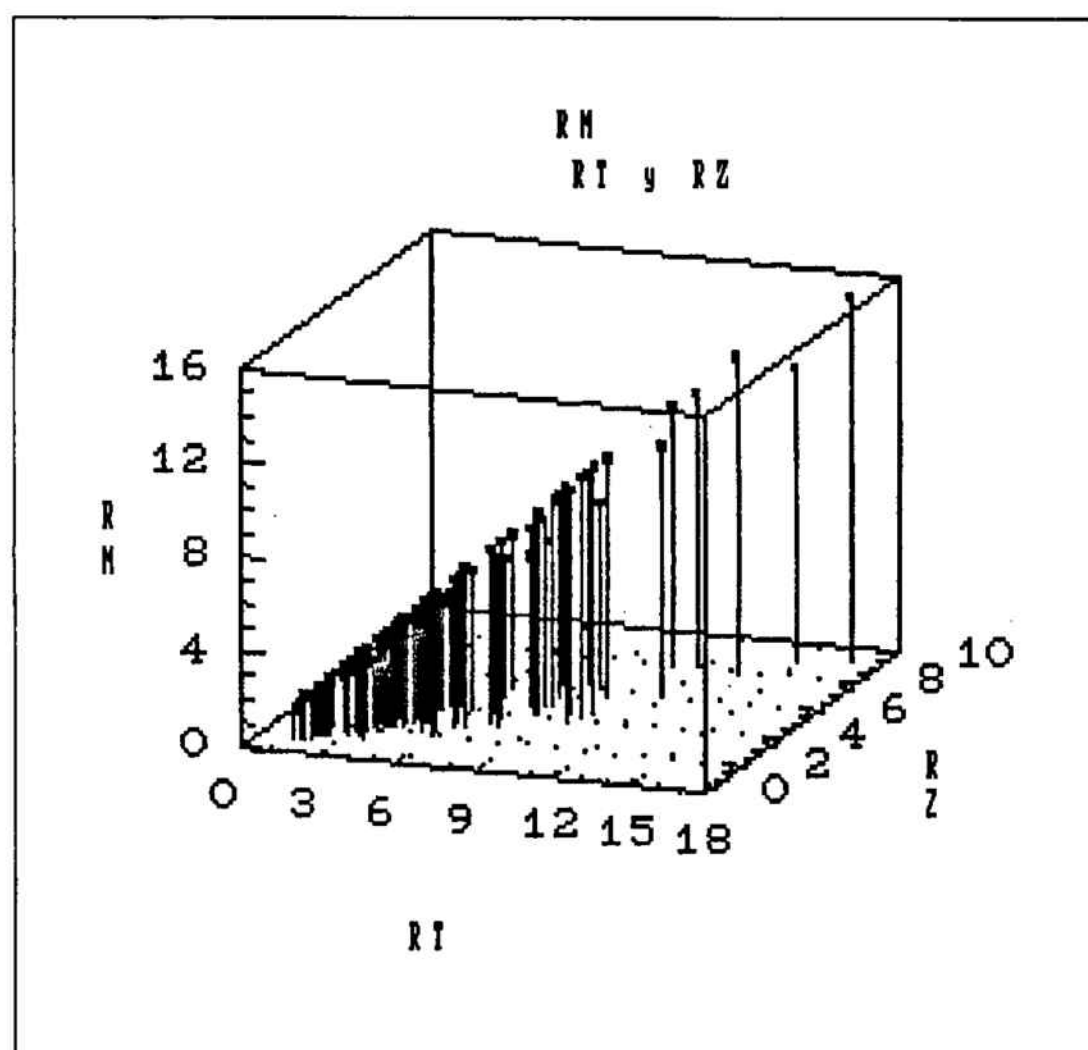
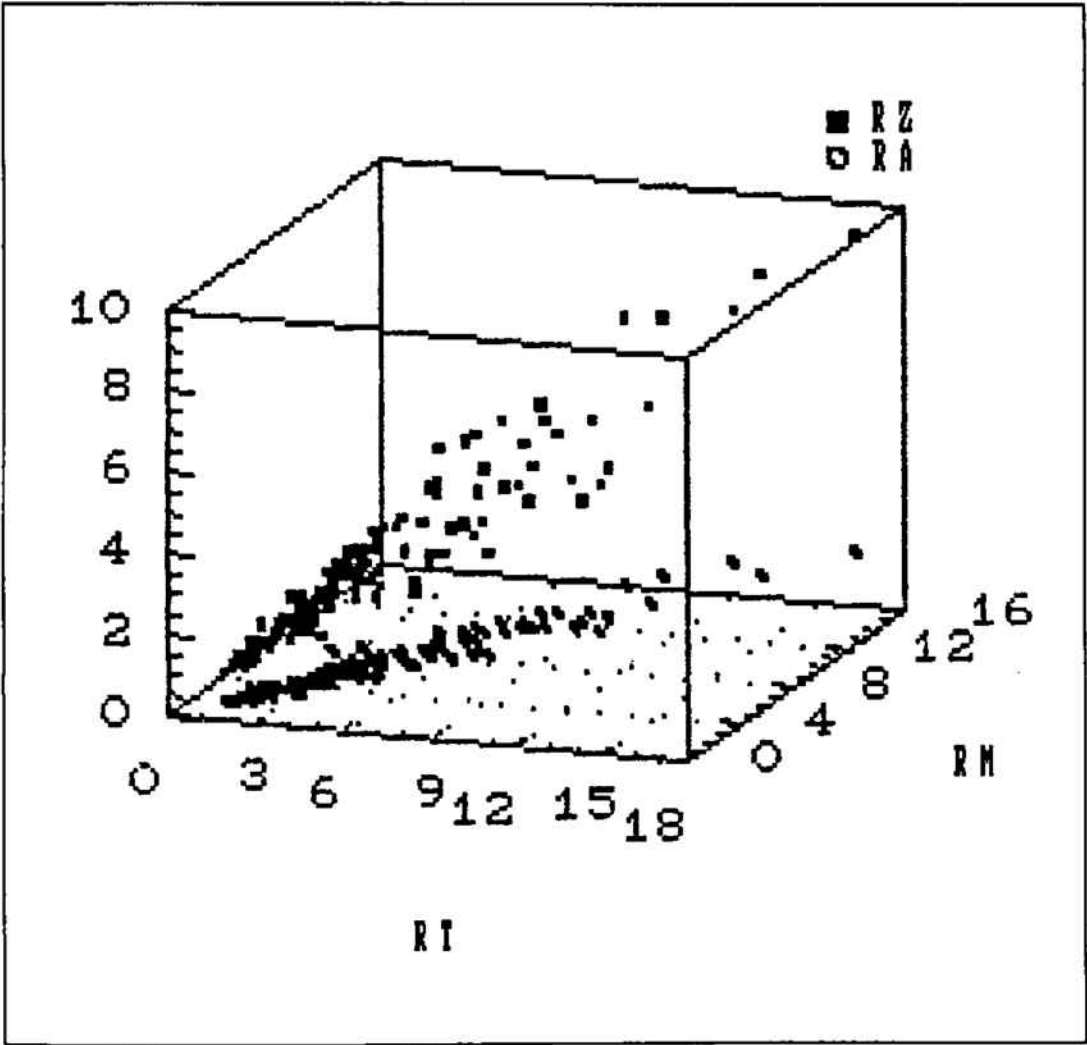


GRÁFICO 14. RZ y RA frente a RT y RM.



TEST DE COMPARACIÓN DE DOS MEDIAS. T DE STUDENT.

COMPARACIÓN DE LOS COMPOSITES TIPO I Y II

Vemos, aplicando la prueba de la t de Student que para RT, RM y RZ se obtienen globalmente mejores resultados utilizando el composite Tipo II ($p < 0.001$).

Para RA existe una diferencia en el mismo sentido que para las variables anteriores, sin embargo el nivel de significación está algo por debajo (tabla 6).

Con las pruebas no paramétricas se han obtenido resultados similares por lo que no se presentan aquí.

TABLA 6. T de Student.

RT

	Número de Casos	Media	Desviación Estandar	Error Estandar
Composite tipo I	60	6.1667	3.345	.432
Composite tipo II	60	4.3133	1.996	.258

t	Grados de	P
Valor	Libertad	Prob.
3.69	118	0.001

RM

	Número de Casos	Media	Desviación Estandar	Error Estandar
Composite tipo I	60	5.8367	3.207	.414
Composite tipo II	60	4.0117	1.907	.246

t	Grados de	P
Valor	Libertad	Prob.
3.79	118	0.001

RZ

	Número de Casos	Media	Desviación Estandar	Error Estandar
Composite tipo I	60	3.7717	2.012	.260
Composite tipo II	60	2.5533	1.034	.133

t	Grados de	P
Valor	Libertad	Prob.
4.17	118	0.001

RA

	Número de Casos	Media	Desviación Estandar	Error Estandar
Composite tipo I	60	.5867	.396	.051
Composite tipo II	60	.4700	.254	.033

t	Grados de	P
Valor	Libertad	Prob.
1.92	118	0.057

TEST DE COMPARACIÓN DE VARIAS MEDIAS. EFECTO DEL FACTOR ACABADO DENTRO DEL COMPOSITE TIPO I.

Estudiamos con ellas mediante un **análisis de la variancia** (ANOVA) y contraste «a posteriori» con la **prueba de Tukey** el efecto de los diferentes acabados sobre las distintas variables RT, RZ, RM y RA utilizando el composite Tipo I (tablas 7 a 12).

Para RT se obtiene un análisis de la variancia significativo por lo que procedemos a aplicar contrastes o comparaciones de efectos. Los mejores resultados se obtienen con discos, arkansas y tungsteno (b) (nivel 1); en el nivel 2, además de los dos últimos están tungsteno (a), y diamante. En el nivel 3 el de peores resultados (g. control).

Las diferencias significativas ($p < 0.05$, ver recuadro) marcadas con un asterisco (*) se observan entre discos (mejor) frente a tungsteno (a), diamante y g. control por un lado y por otro lado entre g. control (peor) y el resto de acabados (Tabla 7).

ABREVIATURAS UTILIZADAS:

GL: Grados de libertad.

SC: Suma de cuadrados.

MC: Media cuadrática.

F: F de SNEDECOR.

ANALISIS DE LA VARIANCIA - Composite Tipo I

TABLA 7. Prueba de Tukey - RT

Fuente de variación	GL	SC	MC	F	p< .05
Entre Grupos	5	364.88	72.98	13.34	
Residual	54	295.41	5.47		
Total	59	660.29			

Contrastes--Tukey-HSD
Rangos para el nivel .050

4.18 4.18 4.18 4.18 4.18

(*) Pares de grupos significativamente diferentes (p<.050)

		G r p	G r p	G r p	G r p	G r p	G r p	
Media	Grupo	4	1	6	2	3	5	
2.8700	Grp 4							1-arkansas
4.7100	Grp 1							2-tungsteno(a)
4.8400	Grp 6							3-diamante
6.5800	Grp 2	*						4-discos
7.3400	Grp 3	*						5-g.control
10.6600	Grp 5	*	*	*	*	*		6-tungsteno(b)

Grupos Homogéneos (Niveles de grupos de rango similar)

NIVEL 1			
Grupo	Grp 4	Grp 1	Grp 6
Media	2.8700	4.7100	4.8400

NIVEL 2				
Grupo	Grp 1	Grp 6	Grp 2	Grp 3
Media	4.7100	4.8400	6.5800	7.3400

NIVEL 3	
Grupo	Grp 5
Media	10.6600

ANÁLISIS DE LA VARIANCIA PARA RM PRUEBA DE TUKEY

El análisis de la variancia es significativo. El estudio de los contrastes mediante la prueba de Tukey da resultados idénticos que con la variable anterior, ello es debido como se ha indicado anteriormente a su elevada correlación. (Tabla 8).

ANALISIS DE LA VARIANCIA - Composite Tipo I

TABLA 8. Prueba de Tukey - RM

Fuente de variación	GL	SC	MC	F	p<
Entre Grupos	5	320.24	64.05	12.07	.05
Residual	54	286.50	5.31		
Total	59	606.74			

Contrastes--Tukey-HSD
Rangos para el nivel .050

4.18 4.18 4.18 4.18 4.18

(*) Pares de grupos significativamente diferentes (p<.050).

		G	G	G	G	G	G	
		r	r	r	r	r	r	
		p	p	p	p	p	p	
Media	Grupo	4	1	6	2	3	5	
2.6600	Grp 4							1-arkansas
4.6000	Grp 1							2-tungsteno(a)
4.6100	Grp 6							3-diamante
6.2400	Grp 2	*						4-discos
6.8700	Grp 3	*						5-g.control
10.0400	Grp 5	*	*	*	*	*		6-tungsteno(b)

Grupos Homogneos (Niveles de grupos de rango similar)

NIVEL 1				
Grupo	Grp 4	Grp 1	Grp 6	
Media	2.6600	4.6000	4.6100	
NIVEL 2				
Grupo	Grp 1	Grp 6	Grp 2	Grp 3
Media	4.6000	4.6100	6.2400	6.8700
NIVEL 3				
Grupo	Grp 5			
Media	10.0400			

ANÁLISIS DE LA VARIANCIA PARA RZ PRUEBA DE TUKEY

El análisis de la variancia es significativo para RZ. El estudio de los contrastes muestra cuatro niveles de efectos bien diferenciados, sin solapamiento entre ellos. El nivel 1, discos (mejor) con diferencias significativas sobre todos los demás. En el nivel 2 están, tungsteno (b) arkansas y tungsteno (a) mejores que los siguientes. En el 3 diamante y por último en el 4 (de peores resultados) g. control, con diferencias respecto de todos los anteriores. (Tabla 9).

ANALISIS DE LA VARIANCIA - Composite Tipo I
TABLA 9. Prueba de Tukey - RZ

Fuente de variación	GL	SC	MC	F	p< .05
Entre Grupos	5	180.81	36.16	33.69	
Residual	54	57.96	1.07		
Total	59	238.76			

Contrastes--Tukey-HSD
Rangos para el nivel .050

4.18	4.18	4.18	4.18	4.18
------	------	------	------	------

(*) Pares de grupos significativamente diferentes (p<.050)

Media	Grupo	G r p	G r p	G r p	G r p	G r p	G r p
1.5200	Grp 4	4	6	1	2	3	5
2.8900	Grp 6	*					
2.9000	Grp 1	*					
3.4400	Grp 2	*					
4.9500	Grp 3	*	*	*	*		
6.9300	Grp 5	*	*	*	*	*	

1-arkansas
2-tungsteno(a)
3-diamante
4-discos
5-g.control
6-tungsteno(b)

Grupos Homogéneos	(Niveles de grupos de rango similar).
NIVEL 1	
Grupo	Grp 4
Media	1.5200
NIVEL 2	
Grupo	Grp 6 Grp 1 Grp 2
Media	2.8900 2.9000 3.4400
NIVEL 3	
Grupo	Grp 3
Media	4.9500
NIVEL 4	
Grupo	Grp 5
Media	6.9300

ANÁLISIS DE LA VARIANCIA PARA LA PRUEBA DE TUKEY

Para RA el análisis de la variancia es significativo. Analizando los diferentes tipos de acabado por medio de los contrastes vemos en el nivel 1 a los acabados con discos, tungsteno (b) y tungsteno (a). En el nivel 2, tungsteno (b), tungsteno (a) y arkansas con solapamiento con el anterior, en el 3er nivel y totalmente diferenciado, acabado con diamante y en el 4to g. control.

Hay diferencias significativas entre los tres primeros: discos, tungsteno (b), tungsteno (a) y los otros. El acabado con diamante es peor que todos los anteriores y mejor que el g. control. Por último, el acabado g. control es el peor de todos. (Tabla 10).

ANALISIS DE LA VARIANCIA - Composite Tipo I
TABLA 10. Prueba de Tukey - RA

Fuente de variación	GL	SC	MC	F	p< .05
Entre Grupos	5	6.96	1.39	32.54	
Residual	54	2.31	.04		
Total	59	9.27			

Contrastes--Tukey-HSD
Rangos para el nivel .050

4.18	4.18	4.18	4.18	4.18
------	------	------	------	------

(*) Pares de grupos significativamente diferentes (p.050).

Media	Grupo	G r p	G r p	G r p	G r p	G r p	G r p
		4	6	2	1	3	5
.1800	Grp 4						
.3800	Grp 6						
.4400	Grp 2						
.4700	Grp 1	*					
.8400	Grp 3	*	*	*	*		
1.2100	Grp 5	*	*	*	*	*	

1-arkansas
2-tungsteno(a)
3-diamante
4-discos
5-g.control
6-tungsteno(b)

Grupos Homogeneos	(Niveles de grupos de rango similar).
NIVEL 1	
Grupo	Grp 4 Grp 6 Grp 2
Media	.1800 .3800 .4400
NIVEL 2	
Grupo	Grp 6 Grp 2 Grp 1
Media	.3800 .4400 .4700
NIVEL 3	
Grupo	Grp 3
Media	.8400
NIVEL 4	
Grupo	Grp 5
Media	1.2100

TEST DE COMPARACIÓN DE VARIAS MEDIAS. EFECTO DEL FACTOR ACABADO DENTRO DEL COMPOSITE TIPO II

ANÁLISIS DE LA VARIANCIA PARA RT PRUEBA DE TUKEY

Para RT el análisis de la variancia es significativo. Hay dos niveles de efectos, el primero con g. control, tungsteno (b), discos, tungsteno (a) y arkansas con la misma eficacia y el segundo con arkansas y diamante. El peor es el acabado con diamante que no se diferencia de arkansas. (Tabla 11).

ANALISIS DE LA VARIANCIA - Composite Tipo II

TABLA 11. Prueba de Tukey. RT.

Fuente de variación	GL	SC	MC	F	p<.05
Entre Grupos	5	70.49	14.10	4.63	
Residual	54	164.48	3.06		
Total	59	234.97			

Contrastes--Tukey-HSD
Rangos para el nivel050

4.18	4.18	4.18	4.18	4.18
------	------	------	------	------

(*) Pares de grupos significativamente diferentes (p<.050)

		G	G	G	G	G	G	
		r	r	r	r	r	r	
		p	p	p	p	p	p	
Media	Grupo	5	6	4	2	1	3	
3.4900	Grp 5							1-arkansas
3.6600	Grp 6							2-tungsteno(a)
3.8000	Grp 4							3-diamante
3.9000	Grp 2							4-discos
4.3700	Grp 1							5-g.control
6.6600	Grp 3	*	*	*	*			6-tungsteno(b)

Grupos Homogéneos (Niveles de grupos de rango similar).

NIVEL 1

Grupo	Grp 5	Grp 6	Grp 4	Grp 2	Grp 1
Media	3.4900	3.6600	3.8000	3.9000	4.3700

NIVEL 2

Grupo	Grp 1	Grp 3
Media	4.3700	6.6600

ANÁLISIS DE LA VARIANCIA PARA RM PRUEBA DE TUKEY

Para RM el análisis de la variancia es también significativo. Los resultados de los contrastes o comparaciones de efectos entre los distintos tipos de acabados son idénticos a los de la tabla anterior (núm. 11). (Tabla 12).

ANALISIS DE LA VARIANCIA - Composite Tipo II

TABLA 12. Prueba de Tukey. RM.

Fuente de variación	GL	SC	MC	F	p<
Entre Grupos	5	52.87	10.57	3.53	.05
Residual	54	161.78	3.00		
Total	59	214.64			

Contrastes--Tukey-HSD

Rangos para el nivel .050

4.18 4.18 4.18 4.18 4.18

(*) Pares de grupos significativamente diferentes ($p < .050$)

Media	Grupo	G r p	G r p	G r p	G r p	G r p	G r p
3.3200	Grp 5	5	4	6	2	1	3
3.5100	Grp 4						
3.5200	Grp 6						
3.7600	Grp 2						
3.8900	Grp 1						
6.0700	Grp 3	*	*	*	*		

1-arkansas
2-tungsteno(a)
3-diamante
4-discos
5-g.control
6-tungsteno(b)

Grupos Homogéneos

(Niveles de grupos de rango similar).

NIVEL 1

Grupo	Grp 5	Grp 4	Grp 6	Grp 2	Grp 1
Media	3.3200	3.5100	3.5200	3.7600	3.8900

NIVEL 2

Grupo	Grp 1	Grp 3
Media	3.8900	6.0700

ANÁLISIS DE LA VARIANCIA PARA RZ PRUEBA DE TUKEY

Sirve lo mismo que lo indicado para la tabla precedente. De hecho el comparar los gráficos 6, 7 y 8 en la zona correspondiente al composite intuimos que va a suceder así, dado que los gráficos para los distintos tipos de acabado son superponibles. (Tabla 13).

ANALISIS DE LA VARIANCIA - Composite Tipo II

TABLA 13. Prueba de Tukey. RZ.

Fuente de variación	GL	SC	MC	F	p<
Entre grupos	5	26.21	5.24	7.68	.050
Residual	54	36.84	.68		
Total	59	63.05			

Contrastes--Tukey-HSD

Rangos para el nivel

4.18 4.1 4.18 4.18 4.18

(*) Pares de grupos significativamente diferentes (p.050)

Media	Grupo	G r p	G r p	G r p	G r p	G r p	G r p
1.8900	Grp 5	5	4	6	2	1	3
2.0700	Grp 4						
2.1600	Grp 6						
2.5000	Grp 2						
2.8400	Grp 1						
3.8600	Grp 3	*	*	*	*		

- 1-arkansas
- 2-tungsteno(a)
- 3-diamante
- 4-discos
- 5-g.control
- 6-tungsteno(b)

Grupos Homogéneos (Niveles de grupos de rango similar).

NIVEL 1

Grupo	Grp 5	Grp 4	Grp 6	Grp 2	Grp 1
Media	1.8900	2.0700	2.1600	2.5000	2.8400

NIVEL 2

Grupo	Grp 1	Grp 3
Media	2.8400	3.8600

ANÁLISIS DE LA VARIANCIA PARA RA PRUEBA DE TUKEY

Para RA el análisis de la variancia es significativo por lo que podemos pasar a realizar contrastes; en éstos se observan dos niveles de efectos, nivel 1 con: discos, g. control, tungsteno (b), tungsteno (a) y el 2 con: tungsteno (a), arkansas y diamante. Se obtienen diferencias significativas entre arkansas y diamante con resultados peores y los tres primeros del nivel 1, discos, g. control, tungsteno (b). (Tabla 14).

ANALISIS DE LA VARIANCIA - Composite Tipo II
TABLA 14. Prueba de Tukey. RA.

Fuente de variación	GL	SC	MC	F	p< .050
Entre grupos	5	1.35	.27	5.92	
Residual	54	2.46	.05		
Total	59	3.81			

Contrastes--Tukey-HSD
Rangos para el nivel .050

4.18	4.18	4.18	4.18	4.18
------	------	------	------	------

(*) Pares de grupos significativamente diferentes (p<.050).

Media	Grupo	G r p	G r p	G r p	G r p	G r p	G r p
		4	5	6	2	1	3
.2900	Grp 4						
.3600	Grp 5						
.3700	Grp 6						
.4600	Grp 2						
.6600	Grp 1	*	*	*			
.6800	Grp 3	*	*	*			

1-arkansas
2-tungsteno(a)
3-diamante
4-discos
5-g.control
6-tungsteno(b)

Grupos Homogéneos (Niveles de grupos de rango similar).

NIVEL 1

Grupo	Grp 4	Grp 5	Grp 6	Grp 2
Media	.2900	.3600	.3700	.4600

NIVEL 2

Grupo	Grp 2	Grp 1	Grp 3
Media	.4600	.6600	.6800

PLANES FACTORIALES

De todos los datos expuestos hasta ahora se observa que estudiados aisladamente los factores composite y acabado influyen en el resultado.

A partir de aquí vamos a utilizar el potente **análisis de la variancia de los planes factoriales** en los que estudiamos a la vez los factores composite y acabado para ver si utilizándolos conjuntamente siguen siendo importantes ambos factores o bien uno de ellos anula el efecto del otro.

En primer lugar empleamos un diseño aditivo de los efectos, utilizando el modelo lineal general para el estudio:

$$\text{Resultado} = \text{constante} + \text{efecto composite} + \text{efecto acabado} + \text{efecto interacción} + \text{término de error aleatorio.}$$

En el que incluimos a ambos factores a la vez y además su interacción o influencia mutua como tercer factor. Si la interacción composite por acabado no influye, podremos quedarnos con el estudio aislado de composite y acabado: si influye, dado que el concepto de interacción es de escasa aplicabilidad clínica (simplemente implica que composite y acabado se influyen mutuamente), pasamos al estudio de efectos simples eliminando del modelo, el efecto interacción mediante un **diseño anidado** «nested» trasladando el efecto de interacción a la investigación del efecto del acabado dentro de cada uno de los composites.

$$\text{Resultado} = \text{constante} + \text{efecto composite} + \text{efecto del acabado dentro del composite I} + \text{efecto del acabado dentro del composite II} + \text{término de error aleatorio.}$$

Se ha realizado un estudio de las condiciones de aplicación:

1. Las propias del modelo lineal se cumplen parcialmente dado que el estudio de la R^2 (completitud) oscila entre 51,34% y 72,62%. En todo caso esto no es importante, dado que no se busca un modelo predictivo en el que interesa hallar una **ecuación** predictiva de los resultados, sino sólo explicativo de lo que sucede.
2. Las del modelo explicativo con un estudio de los supuestos que rigen la **prueba F** se cumplen prácticamente siempre; se han realizado las pruebas de Cochran y Bartlett-Box implementadas en el programa Manova del SPSS/PC+, que indican ausencia de heterocedasticidades (no homogeneidad de variancias de los términos de error) excepto en contados casos, en los cuales la aplicación de la F conservadora ($F(1,11,0.05) = 4.84$) que representa un ajuste o corrección ha mostrado que sigue siendo válido aplicar la prueba F.

ANÁLISIS DE LA VARIANCIA

- Planes factoriales.
- Estudio de los efectos principales, composite, acabado y de su **interacción**.
- Variables RT - RM - RZ - RA. (Tablas 15, 16, 17 y 18).

El análisis de estas tablas muestra para todas las variables que el análisis de la variancia empleando un diseño en el que incluimos los factores composite, acabado y su interacción es significativo por lo que, como hemos definido en la introducción previa, pasamos a hacer un estudio de los efectos simples mediante un diseño anidado.

ANALISIS DE LA VARIANCIA - RT

TABLA 15. Estudio de la interacción

Fuente de variación	SC	GL	MC	F	p<
RESIDUAL	459.90	108	4.26		
CONSTANTE	3294.91	1	3294.91	773.76	.000
COMPOSITE	103.05	1	103.05	24.20	.000
ACABADO	231.28	5	46.26	10.86	.000
INTERACCION	204.09	5	40.82	9.59	.000

ANALYSIS DE LA VARIANCIA - RM

TABLA 16. Estudio de la interacción.

Fuente de variación	SC	GL	MC	F	p<
RESIDUAL	448.28	108	4.15		
CONSTANTE	2909.69	1	2909.69	701.01	.000
COMPOSITE	99.92	1	99.92	24.07	.000
ACABADO	201.21	5	40.24	9.69	.000
INTERACCION	171.90	5	34.38	8.28	.000

ANALISIS DE LA VARIANCIA - RZ

TABLA 17. Estudio de la interacción.

Fuente de variación	SC	GL	MC	F	p<
RESIDUAL	94.80	108	.88		
CONSTANTE	1200.17	1	1200.17	1367.32	.000
COMPOSITE	44.53	1	44.53	50.73	.000
ACABADO	109.98	5	22.00	25.06	.000
INTERACCION	97.03	5	19.41	22.11	.000

ANALYSIS DE LA VARIANCIA - RA

TABLA 18. Estudio de la interacción.

Fuente de variación	SC	GL	MC	F	p<
RESIDUAL	4.77	108	.04		
CONSTANTE	33.50	1	33.50	758.73	.000
COMPOSITE	.41	1	.41	9.25	.003
ACABADO	4.73	5	.95	21.44	.000
INTERACCION	3.58	5	.72	16.20	.000

ANÁLISIS DE LA VARIANCIA

- Planes factoriales.
- Estudio de los efectos simples.
- **Diseño anidado: estudio del efecto acabado dentro de cada uno de los composites.**
- Variables RT - RM - RZ - RA. (Tablas 19, 20, 21 y 22).

El análisis de estas tablas para RT, RM, RZ y RA muestra que son significativos los factores composites y acabado dentro de cada uno de los composites. Sin embargo aquí observamos algo destacable: es mucho más **importante el efecto de acabado dentro del composite Tipo I** que dentro del composite tipo II (comparando las F).

Los contrastes realizados (que no constan en las tablas para su simplificación) muestran que los efectos de los acabados son todos significativos dentro del composite Tipo I (comparando cada acabado con la media del grupo), en cambio dentro del composite Tipo II, algunos lo son y otros no. Ello es evidente revisando los gráficos 6 (RT), 7 (RM), 8 (RZ) y 9 (RA).

En los gráficos 6, 7 y 8 en el composite II destaca únicamente el efecto producido por el acabado con diamante (con peor resultado) que se diferencia claramente de los demás (no significativos al no diferenciarse de la media general). En el gráfico 9 (RA) en cambio se observan algunas diferencias más, los contrastes o comparaciones realizados muestran que los acabados con arkansas y diamante dan peores resultados y son significativos y el acabado con discos da mejor resultado, siendo también significativo; el resto de acabados no son significativos y no se diferencian de la media general.

ANALISIS DE LA VARIANCIA - RT

TABLA 19. Estudio anidado. Efectos simples.

Fuente de variación	SC	GL	MC	F	p<
RESIDUAL	459.90	108	4.26		
CONSTANTE	3294.91	1	3294.91	773.76	.000
COMPOSITE	103.05	1	103.05	24.20	.000
ACABADO D. COMPOSITE I	364.88	5	72.98	17.14	.000
ACABADO D. COMPOSITE II	70.49	5	14.10	3.31	.008

ANALISIS DE LA VARIANCIA - RM

TABLA 20. Estudio anidado. Efectos simples.

Fuente de variación	SC	GL	MC	F	p<
RESIDUAL	448.28	108	4.15		
CONSTANTE	2909.69	1	2909.69	701.01	.000
COMPOSITE	99.92	1	99.92	24.07	.000
ACABADO D. COMPOSITE I	320.24	5	64.05	15.43	.000
ACABADO D. COMPOSITE II	52.87	5	10.57	2.55	.032

ANALISIS DE LA VARIANCIA - RZ
TABLA 21. Estudio anidado. Efectos simples.

Fuente de variación	SC	GL	MC	F	p<
RESIDUAL	94.80	108	.88		
CONSTANTE	1200.17	1	1200.17	1367.32	.000
COMPOSITE	44.53	1	44.53	50.73	.000
ACABADO D. COMPOSITE I	180.81	5	36.16	41.20	.000
ACABADO D. COMPOSITE II	26.21	5	5.24	5.97	.000

ANALISIS DE LA VARIANCIA - RA
TABLA 22. Estudio anidado. Efectos simples.

Fuente de variación	SC	GL	MC	F	p<
RESIDUAL	4.77	108	.04		
CONSTANTE	33.50	1	33.50	758.73	.000
COMPOSITE	.41	1	.41	9.25	.003
ACABADO D. COMPOSITE I	6.96	5	1.39	31.53	.000
ACABADO D. COMPOSITE II	1.35	5	.27	6.11	.000

TEST DE COMPARACIÓN DE VARIAS MEDIAS

- Análisis de la variancia.
- **Comparaciones individuales (12 grupos) de las combinaciones de composite y acabados.**
- Prueba de Tukey RT - RM - RZ - RA. (Tabla 23, 24, 25 y 26).

En estas tablas estudiamos los 12 tipos distintos de tratamiento que hemos realizado combinando composites (2 tipos) y acabados (6 tipos).

A través de estos resultados podremos estudiar para cada variable las combinaciones de composites y acabados averiguando las que dan mejores y peores resultados y constatando la significación estadística de las comparaciones realizadas.

El análisis de la variancia es significativo para todos ellos por lo que pasamos a analizar los contrastes, para RT, RM, RZ y RA.

PARA RT

Existen cuatro niveles de efectos de mejor a peor:

NIVEL 1.		Grupos
Discos composite	I	4
G. control composite	II	11
Tungsteno (b) composite	II	12
Discos composite	II	10
Tungsteno (a) composite	II	8
Arkansas composite	II	7
Arkansas composite	I	1
Tungsteno (b) composite	I	6

NIVEL 2.		Grupos
Tungsteno (b) composite	II	12
Discos composite	II	10
Tungsteno (a) composite	II	8
Arkansas composite	II	7
Arkansas composite	I	1
Tungsteno (b) composite	I	6
Tungsteno (a) composite	I	2
Diamante composite	II	9

NIVEL 3.		Grupos
Arkansas composite	II	7
Arkansas composite	I	1
Tungsteno (b) composite	I	6
Tungsteno (a) composite	I	2
Diamante composite	II	9
Diamante composite	I	3,4,11,12,10,8

NIVEL 4.		Grupos
G. Control composite	I	5

Las diferencias significativas se observan entre los grupos señalados con asterisco (ver tabla 23).

En los grupos 4 y 11 son mejores los resultados que en los grupos 2, 9 3 y 5 de forma significativa.

El grupo 3 es peor que 4, 11, 12, 10 y 8.

El grupo 5 por último es el de peores resultados y además de forma estadísticamente significativa en relación con los 11 restantes (ver tabla 23).

ANALISIS DE LA VARIANCIA - Contrastes individuales

TABLA 23. Prueba de Tukey. RT

Fuente de variación	GL	SC	MC	F	p<.05
Entre grupos	11	538.41	48.95	11.49	
Residual	108	459.90	4.26		
Total	119	998.31			

Contrastes--Tukey-HSD
Rangos para el nivel .050

4.72 4.72

(*) Pares de grupos significativamente diferentes (p<.050)

Media	Grupo	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
		r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
		p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p
		4	1	2	0	8	7	1	6	2	9	3	5
2.8700	Grp 4												
3.4900	Grp 11												
3.6600	Grp 12												
3.8000	Grp 10												
3.9000	Grp 8												
4.3700	Grp 7												
4.7100	Grp 1												
4.8400	Grp 6												
6.5800	Grp 2	*	*										
6.6600	Grp 9	*	*										
7.3400	Grp 3	*	*	*	*	*							
10.6600	Grp 5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

GRUPOS	1-ARKANSAS	COMPOSITE TIPO I	7-ARKANSAS	COMPOSITE TIPO II
	2-TUNGSTENO(A)	*	8-TUNGSTENO(A)	*
	3-DIAMANTE	*	9-DIAMANTE	*
	4-DISCOS	*	10-DISCOS	*
	5-G.CONTROL	*	11-G.CONTROL	*
	6-TUNGSTENO(B)	*	12-TUNGSTENO(B)	*

ANALISIS DE LA VARIANCIA - Contrastes individuales

TABLA 23 (continuación). Prueba de Tukey. RT.

Grupos Homogéneos (Niveles de grupos de rango similar)

NIVEL 1					
Grupo	Grp 4	Grp 11	Grp 12	Grp 10	Grp 8
Media	2.8700	3.4900	3.6600	3.8000	3.9000
.....	Grp 7	Grp 1	Grp 6		
.....	4.3700	4.7100	4.8400		
NIVEL 2					
Grupo	Grp 12	Grp 10	Grp 8	Grp 7	Grp 1
Media	3.6600	3.8000	3.9000	4.3700	4.7100
.....	Grp 6	Grp 2	Grp 9		
.....	4.8400	6.5800	6.6600		
NIVEL 3					
Grupo	Grp 7	Grp 1	Grp 6	Grp 2	Grp 9
Media	4.3700	4.7100	4.8400	6.5800	6.6600
.....	Grp 3				
.....	7.3400				
NIVEL 4					
Grupo	Grp 5				
Media	10.6600				

PARA RM (Tabla 24)

Existen 4 niveles de efectos de mejor a peor:

- Nivel 1. Grupos 4, 11, 10, 12, 8, 7, 1 y 6.
- Nivel 2. Grupos 11, 10, 12, 8, 7, 1, 6, 9 y 2.
- Nivel 3. Grupos 7, 1, 6, 9, 2 y 3.
- Nivel 4. Grupo 5.

Las diferencias significativas se observan entre:

- Los grupos 4 mejor que 9, 2, 3 y 5.
- Grupo 3 peor, respecto de 4, 11, 10, 12 y 8.
- Grupo 5 el de peores resultados como la tabla anterior para la variable RT.

ANALISIS DE LA VARIANCIA - Contrastes individuales
TABLA 24. Prueba de Tukey. RM.

Fuente de variación	GL	SC	MC	F	p<.05
Entre grupos	11	473.03	43.00	10.36	
Residual	108	448.28	4.15		
Total	119	921.30			

Contrastes--Tukey-HSD
Rangos para el nivel .050

4.72472

(*) Pares de grupos significativamente diferentes (p<.050)

Media	Grupo	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
		r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
		p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p
		4	1	0	2	8	7	1	6	9	2	3	5
2.6600	Grp 4												
3.3200	Grp 11												
3.5100	Grp 10												
3.5200	Grp 12												
3.7600	Grp 8												
3.8900	Grp 7												
4.6000	Grp 1												
4.6100	Grp 6												
6.0700	Grp 9	*											
6.2400	Grp 2	*											
6.8700	Grp 3	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*
10.0400	Grp 5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

GRUPOS	1-ARKANSAS	COMPOSITE TIPO I	7-ARKANSAS	COMPOSITE TIPO II
	2-TUNGSTENO(A)	*	8-TUNGSTENO(A)	*
	3-DIAMANTE	*	9-DIAMANTE	*
	4-DISCOS	*	10-DISCOS	*
	5-G.CONTROL	*	11-G.CONTROL	*
	6-TUNGSTENO(B)	*	12-TUNGSTENO(B)	*

ANALISIS DE LA VARIANCIA - Contrastes individuales
TABLA 24 (continuación). Prueba de Tukey. RM.

Grupos Homogéneos (Niveles de grupos de rango similar)

NIVEL 1					
Grupo	Grp 4	Grp 11	Grp 10	Grp 12	Grp 8
Media	2.6600	3.3200	3.5100	3.5200	3.7600
.....	Grp 7	Grp 1	Grp 6		
.....	3.8900	4.6000	4.6100		
NIVEL 2					
Grupo	Grp11	Grp 10	Grp 12	Grp 8	Grp 7
Media	3.3200	3.5100	3.5200	3.7600	3.8900
.....	Grp 1	Grp 6	Grp 9	Grp 2	
.....	4.6000	4.6100	6.0700	6.2400	
NIVEL 3					
Grupo	Grp 7	Grp 1	Grp 6	Grp 9	Grp 2
Media	3.8900	4.6000	4.6100	6.0700	6.2400
.....	Grp 3				
.....	6.8700				
NIVEL 4					
Grupo	Grp 5				
Media	10.0400				

PARA RZ (Tabla 25)

Existen 5 niveles de efectos ó resultados:

- Nivel 1. Resultados mejores, más bajos, son para los grupos: 4, 11, 10, 12, 8, 7, 6 y 1.
- Nivel 2. Grupos 10, 12, 8, 7, 6, 1 y 2.
- Nivel 3. Grupos 8, 7, 6, 1, 2 y 9.
- Nivel 4. Grupos 9 y 3.
- Nivel 5. Grupo 5.

Las comparaciones de efectos significativos se observan entre:

- 1. El grupo 4 y 11 mejores, respecto del 2, 9, 3 y 5.
- 2. El grupo 9 (peor) respecto al 4, 11, 10 y 12.
- 3. El grupo 3 (peor) respecto al 4, 11, 10, 12, 8, 7, 6, 1 y 2.
- 4. El grupo 5 peor que el resto.

ANALISIS DE LA VARIANCIA - Contrastes individuales
TABLA 25. Prueba de Tukey. RZ.

Fuente de variación	GL	SC	MC	F	p< .05
Entre grupos	11	251.54	22.87	26.05	
Residual	108	94.80	.88		
Total	119	346.34			

Contrastes--Tukey-HSD
Rangos para el nivel .050

4.72 4.72

(*) Pares de grupos significativamente diferentes (p<.050)

Media	Grupo	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
		r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
		p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p
		4	1	0	2	8	7	6	1	2	9	3	5
1.5200	Grp 4												
1.8900	Grp 11												
2.0700	Grp 10												
2.1600	Grp 12												
2.5000	Grp 8												
2.8400	Grp 7												
2.8900	Grp 6												
2.9000	Grp 1												
3.4400	Grp 2	*	*										
3.8600	Grp 9	*	*	*	*								
4.9500	Grp 3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6.9300	Grp 5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

GRUPOS	1-ARKANSAS	COMPOSITE TIPO I	7-ARKANSAS	COMPOSITE TIPO II
	2-TUNGSTENO(A)	▪	8-TUNGSTENO(A)	▪
	3-DIAMANTE	▪	9-DIAMANTE	▪
	4-DISCOS	▪	10-DISCOS	▪
	5-G.CONTROL	▪	11-G.CONTROL	▪
	6-TUNGSTENO(B)	▪	12-TUNGSTENO(B)	▪

ANALISIS DE LA VARIANCIA - Contrastes individuales

TABLA 25 (continuación). Prueba de Tukey. RZ.

Grupos Homogéneos (Niveles de grupos de rango similar)

NIVEL 1					
Grupo	Grp 4	Grp 11	Grp 10	Grp 12	Grp 8
Media	1.5200	1.8900	2.0700	2.1600	2.5000
.....	Grp 7	Grp 6	Grp 1		
.....	2.8400	2.8900	2.9000		
NIVEL 2					
Grupo	Grp 10	Grp 12	Grp 8	Grp 7	Grp 6
Media	2.0700	2.1600	2.5000	2.8400	2.8900
.....	Grp 1	Grp 2			
.....	2.9000	3.4400			
NIVEL 3					
Grupo	Grp 8	Grp 7	Grp 6	Grp 1	Grp 2
Media	2.5000	2.8400	2.8900	2.9000	3.4400
.....	Grp 9				
.....	3.8600				
NIVEL 4					
Grupo	Grp 9	Grp 3			
Media	3.8600	4.9500			
NIVEL 5					
Grupo	Grp 5				
Media	6.9300				

PARA RA (Tabla 26)

Los niveles de efectos de mejor a peor son 5:

Nivel 1. Grupos: 4, 10, 11, 12, 6, 2, 8 y 1.

Nivel 2. Grupos: 11, 12, 6, 2, 8, 1 y 7.

Nivel 3. Grupos: 12, 6, 2, 8, 1, 7 y 9.

Nivel 4. Grupos: 7, 9, 3.

Nivel 5. Grupo: 5.

Las diferencias significativas se observan entre:

1. Grupos 4 y 10 mejores; respecto al 7, 9, 3 y 5.
2. Grupo 11 (mejor) respecto al 9, 3 y 5.
3. Grupo 3 (peor), respecto al 4, 10, 11, 12, 6, 2, 8 y 1.
4. Grupo 5 que es el que (como en tablas anteriores) da los peores resultados comparándolo con los 11 grupos restantes.

ANALISIS DE LA VARIANCIA - Contrastes individuales
TABLA 26. Prueba de Tukey. RA.

Fuente de variación	GL	SC	MC	F	p< .05
Entre grupos	11	8.72	.79	17.95	
Residual	108	4.77	.04		
Total	119	13.48			

Contrastes--Tukey-HSD
Rangos para el nivel .050

4.724.72

(*) Pares de grupos significativamente diferentes (p<.050)

Media	Grupo	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
		r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
		p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p
			1	1	1								
		4	0	1	2	6	2	8	1	7	9	3	5
.1800	Grp 4												
.2900	Grp 10												
.3600	Grp 11												
.3700	Grp 12												
.3800	Grp 6												
.4400	Grp 2												
.4600	Grp 8												
.4700	Grp 1												
.6600	Grp 7	*	*										
.6800	Grp 9	*	*	*									
.8400	Grp 3	*	*	*	*	*	*	*	*				
1.2100	Grp 5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

GRUPOS	1-ARKANSAS	COMPOSITE TIPO I	7-ARKANSAS	COMPOSITE TIPO II
	2-TUNGSTENO(A)	*	8-TUNGSTENO(A)	*
	3-DIAMANTE	*	9-DIAMANTE	*
	4-DISCOS	*	10-DISCOS	*
	5-G.CONTROL	*	11-G.CONTROL	*
	6-TUNGSTENO(B)	*	12-TUNGSTENO(B)	*

ANALISIS DE LA VARIANCIA - Contrastes individuales

TABLA 26 (continuación). Prueba de Tukey. RA.

Grupos Homogéneos (Niveles de grupos de rango similar)

NIVEL 1					
Grupo	Grp 4	Grp 10	Grp 11	Grp 12	Grp 6
Media	.1800	.2900	.3600	.3700	.3800
.....	Grp 2	Grp 8	Grp 1		
.....	.4400	.4600	.4700		
NIVEL 2					
Grupo	Grp 11	Grp 12	Grp 6	Grp 2	Grp 8
Media	.3600	.3700	.3800	.4400	.4600
.....	Grp 1	Grp 7			
.....	.4700	.6600			
NIVEL 3					
Grupo	Grp 12	Grp 6	Grp 2	Grp 8	Grp 1
Median	.3700	.3800	.4400	.4600	.4700
.....	Grp 7	Grp 9			
.....	.6600	.6800			
NIVEL 4					
Grupo	Grp 7	Grp 9	Grp 3		
Media	.6600	.6800	.8400		
NIVEL 5					
Grupo	Grp 5				
Media	1.2100				

Como **síntesis** de los datos estadísticos expuestos, podemos realizar las siguientes **consideraciones**:

1. Los valores absolutos más altos, se dan en el parámetro RT, por definición de parámetro (ya que corresponden a la distancia entre la profundidad máxima y mínima).
2. Los valores de RA son los menores en todos los casos, ya que es el valor medio eliminando los picos de rugosidades máximas, encima y debajo de la línea horizontal divisoria del gráfico.
3. Existen 24 mediciones de RT cuyos valores absolutos coinciden con los de RM, para el composite de microrrelleno, es decir, el 40% de los resultados. Para el composite híbrido hay 26 valores de RT que coinciden con el RM, por tanto, es el 43,3% de los resultados.
4. Existe una elevada correlación entre estos cuatro parámetros, RT, RM, RZ y RA, lo que significa, que si en una muestra, una de ellas es elevada, lo son las otras tres y a la inversa. (Gráficos 11, 12, 13 y 14. Tabla 5).
5. Los valores de RT, RM, RZ y RA son inferiores utilizando el composite tipo II respecto al composite I, si consideramos la media global de ambos grupos, siendo estadísticamente significativas dichas diferencias, para RT, RM y RZ ($P < 0,001$), estando en el límite de la significación para RA ($P = 0,057$). (Tabla 6).
6. Los factores: composite, acabado y su interacción, alcanzan significación estadística para RT, RM, RZ y RA. El composite tipo I es más sensible al acabado que el tipo II. (Tablas 15, 16, 17 y 18) ($P < 0,001$).
7. Dado que existe interacción entre composites y acabados hemos aplicado un modelo estadístico de **planes factoriales** para poder valorar esta interacción de material y métodos utilizados conjuntamente. Se ha descompuesto el efecto interacción, entre composite y acabado por

medio de un estudio anidado de efectos simples, estudiando el efecto acabado dentro de cada uno de los composites. Para RT, RM, RZ y RA, es significativo el efecto del factor composite ($P < 0,001$), acabado dentro del composite I y acabado dentro del composite II, aunque menor que el anterior. (Tablas 19, 20, 21 y 22).

8. Si tenemos en cuenta el **RT y RM**, el orden de prioridad en la utilización de instrumentos (estudiando el test de comparación de varias medias), de mejor a peor sería: Para el **composite I (Silux)**, primero: discos, después piedra de Arkansas, tungsteno (b) y tungsteno (a). Por último diamante y grupo control. (Tablas 7 y 8).

En RZ sería: discos, tungsteno (b), Arkansas, tungsteno (a) (tabla 9) y **en RA**: discos, tungsteno (b), tungsteno (a) y Arkansas. Por último (igual que en RT y RM) diamante y grupo control. (Tabla 10).

Para el composite Tipo II (Herculite) quedaría en el siguiente orden ($P < 0,05$).

En RT quedaría el orden preferente para el grupo control, después tungsteno (b), discos, tungsteno (a), Arkansas y diamante. (Tabla 11).

Si observamos resultados **en RM y RZ**, el grupo control es el de mejor resultado, después alterna el orden del grupo anterior dando valores inferiores para discos, seguido de tungsteno (b). (Tabla 12 y 13).

En RA, discos, grupo control y tungsteno (b), coincidiendo en RM, RZ y RT en los tres resultados siguientes: tungsteno (a), Arkansas y diamante. (Tabla 14).

Resumiendo este apartado 8:

Composite I	RT y RM	RZ	RA
	Discos Arkansas Tungsteno (b) Tungsteno (a)	Discos Tungsteno (b) Arkansas Tungsteno (a)	Discos Tungsteno (b) Tungsteno (a) Arkansas
	diamante grupo control	diamante grupo control	diamante grupo control
Composite II	RT	RM y RZ	RA
	grupo control Tungsteno (b) Discos	grupo control Discos Tungsteno (b)	Discos grupo control Tungsteno (b)
	Tungsteno (a) Arkansas Diamante	Tungsteno (a) Arkansas Diamante	Tungsteno (a) Arkansas Diamante

9. Si hacemos comparaciones individuales entre los doce grupos formados por los **dos tipos de composite** y los **seis acabados**, hemos observado que el mejor resultado se obtiene con discos para el acabado del composite tipo I ó microrrelleno. Si evaluamos los parámetros **RT**, **RM** y **RZ** el valor inferior corresponde para el grupo control seguido

de los discos, tungsteno (b), tungsteno (a) y Arkansas en el híbrido.

Al estudiar el **RA**, el orden cambia ligeramente ya que después del tratamiento con discos y microrrelleno, los mejores resultados nos los proporcionan los discos, grupo control y tungsteno (b) con el híbrido, seguido de tungsteno (b) y tungsteno (a) en el microrrelleno.

Resumiendo el apartado 9, tenemos el orden siguiente para los 12 grupos, de mejor a peor:

→ RT, RM y RZ →		→ RA	
→ Discos →	→ Comp. (I)	→ Discos	Comp. (I)
→ G. control →	→	→ Discos	Comp. (II)
→ Discos →	→	→ G. control	Comp. (II)
→ Tungsteno (b) →	→ Comp. (II)	→ Tungsteno (b)	Comp. (II)
→ Tungsteno (a) →	→	→ Tungsteno (b)	Comp. (I)
→ Arkansas →	→	→ Tungsteno (a)	Comp. (I)

5. ESTUDIO CON EL M.E.B.

1A5. Composite de microrrelleno y acabado con piedra de Arkansas.

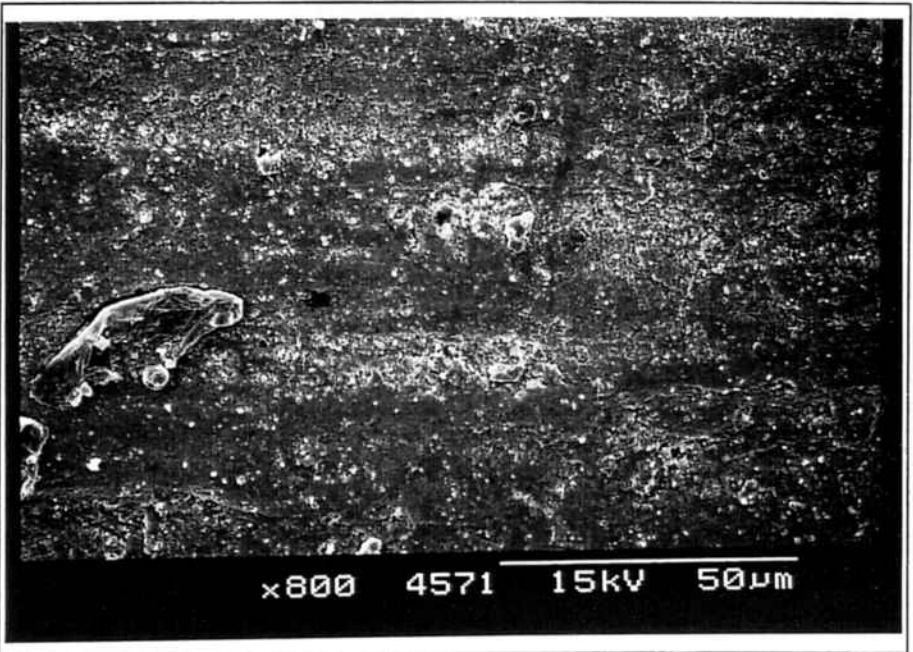
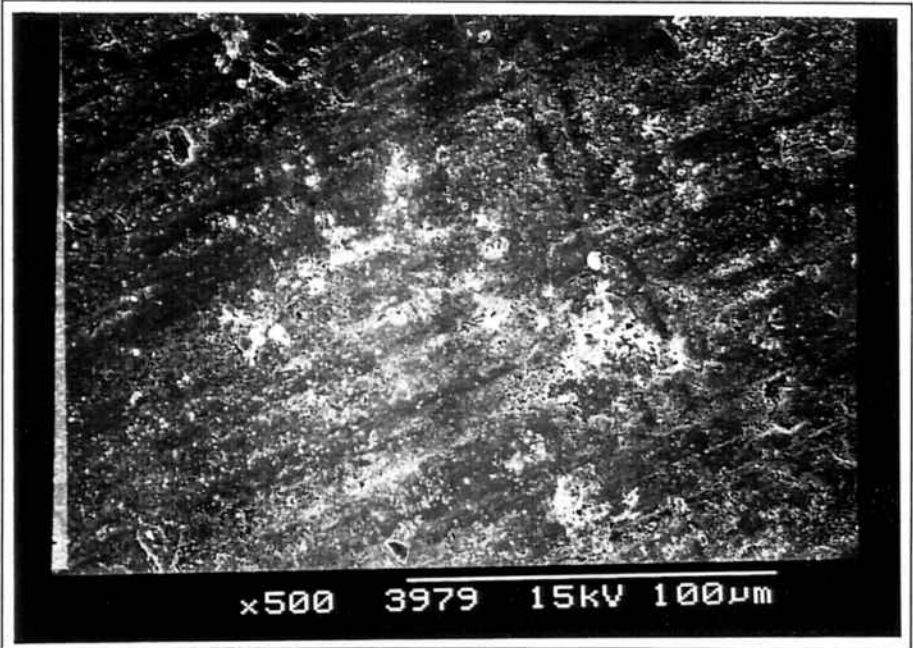
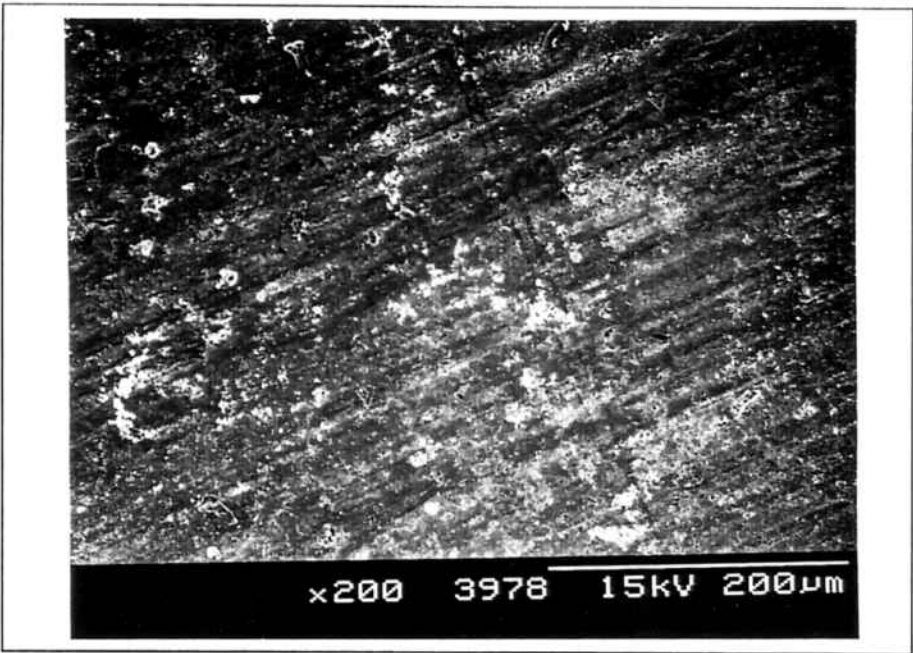
La obturación de composite pulida con piedra de Arkansas nos proporciona una superficie homogénea y lisa.

A 200 aumentos observamos porosidades de formas casi homogéneas y alguna partícula irregular sobreelevada (fig. 1 a).

A 500 aumentos distinguimos los defectos que dejan entrever la subsuperficie y alguna partícula suelta sobreelevada (fig. 1 b).

A 800 aumentos se percibe una superficie piqueteada con algún poro, alguna partícula suelta y un fragmento de partícula de tamaño entre 40-50 μm a punto de desprenderse (fig. 1 c).

FIGURA 1
(a,b,c):
Composite de
microrrelleno y
acabado con
piedra de
Arkansas
(a x 200),
(b x 500),
(c x 800).



1B7. Obturación con composite I y pulida con fresas de carburo de tungsteno (a).

El composite de microrrelleno nos proporciona una superficie con estriaciones muy ligeras y pequeños defectos irregulares.

A 200 aumentos los defectos se observan como cráteres alternándose con zonas de partículas arrancadas de diferentes tamaños y formas (fig. 2 a).

Si lo apreciamos en otra magnificación (x500) observamos las estrías del instrumento de forma leve y los cráteres, mostrando la superficie con zonas lisas y rugosas según donde las observemos (fig. 2 b).

A 800 aumentos se ven partículas adheridas, agrietadas en el fondo de los cráteres y algunas de ellas a punto de desprenderse (fig. 2 c).

FIGURA 2

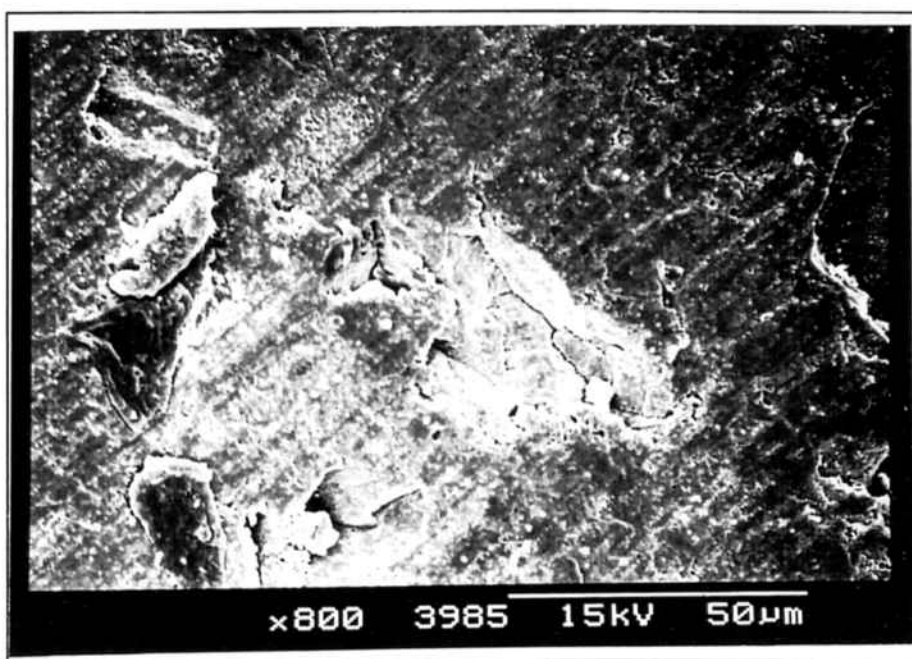
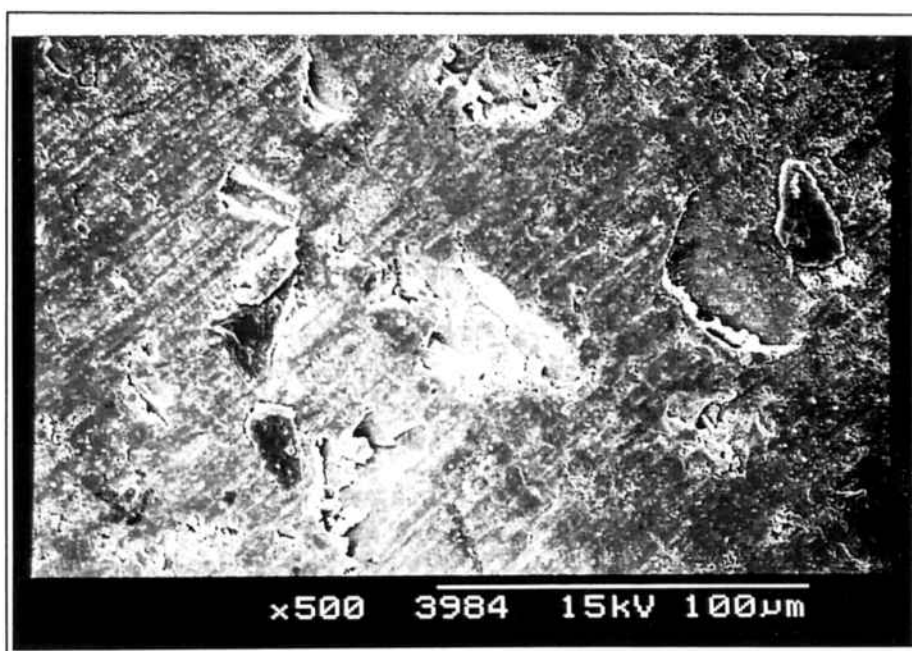
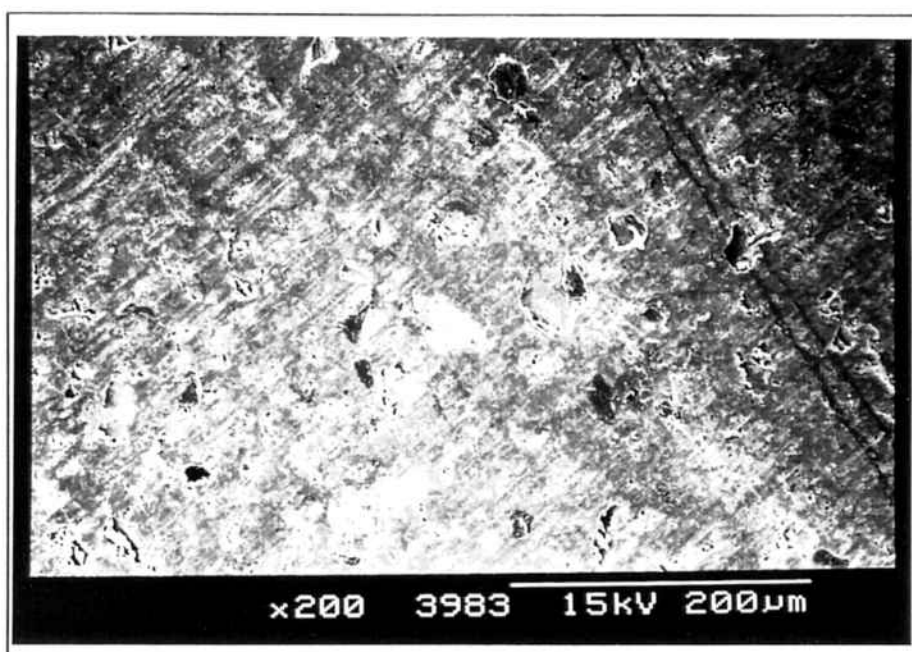
(a,b,c):

Composite de
microrrelleno y
acabado con
fresa de
carburo de
tungsteno (a)

(a x 200),

(b x 500),

(c x 800).



1C4. Obturación con composite I y acabado con fresa de diamante.

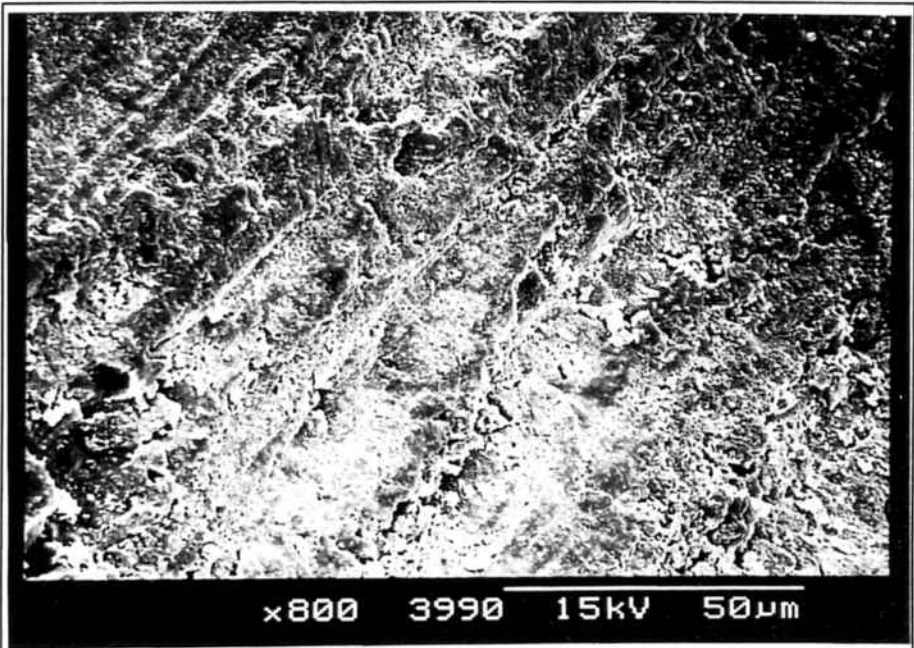
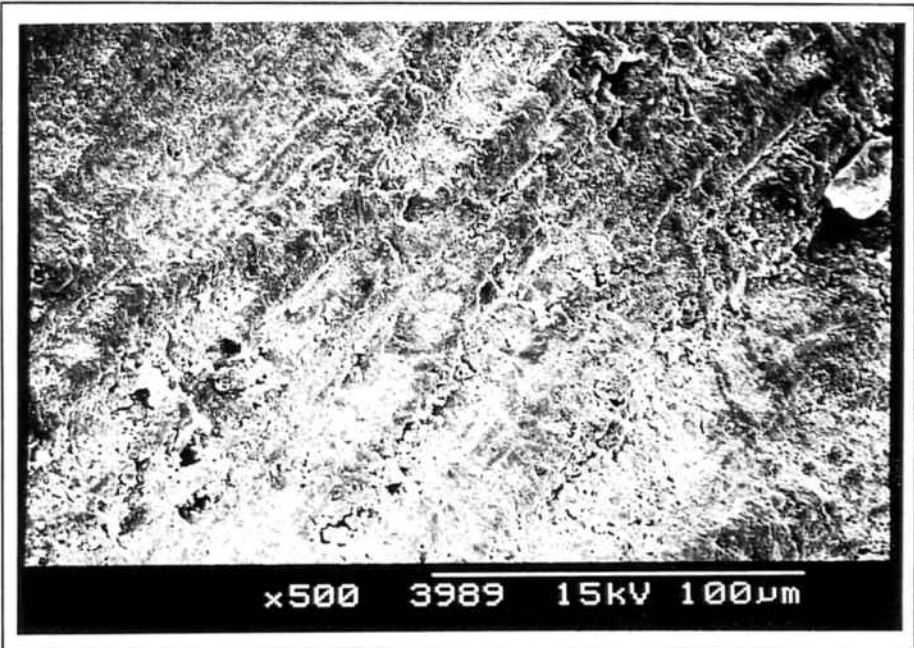
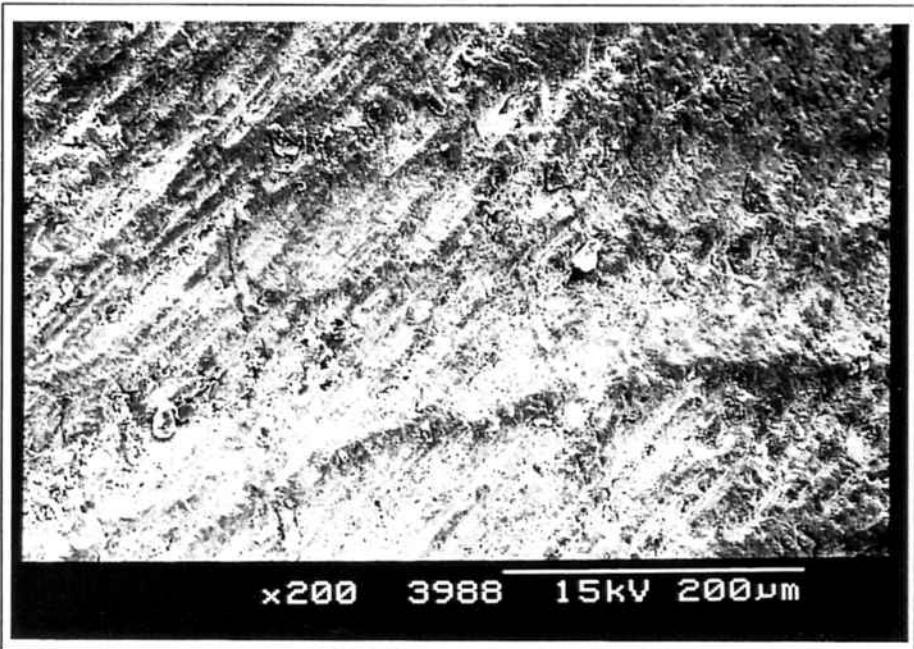
Este composite pulido con diamante se aprecia irregular con estrías o surcos marcados.

A 200 aumentos el aspecto general es de surcos horizontales y verticales inclinados como suelo arado (fig. 3 a).

Apreciamos en cambio, a 500 aumentos que dentro de los surcos hay zonas rugosas con poros en su interior sobre todo en el ángulo inferior izquierdo y partículas desprendidas en otras zonas (fig. 3 b).

A 800 aumentos se ven irregularidades o valles sinuosos y profundos, así como partículas depositadas y desprendidas o arrancadas (fig. 3 c).

FIGURA 3
(a,b,c):
Composite de
microrrelleno y
acabado con
fresa de
diamante
(a x 200),
(b x 500),
(c x 800).



1D2. Composite I y acabado con discos de Óxido de Aluminio.

Esta preparación nos muestra una superficie muy lisa y sin rugosidades.

Si lo observamos a 200 aumentos vemos una zona izquierda con fondo más liso, un cráter y alguna partícula inorgánica dispersa y en la parte derecha más irregular y escabroso (fig. 4 a).

A 500 aumentos se aprecian ligeras estriaciones y alguna partícula depositada, pero no se aprecian cráteres (fig. 4 b).

A 800 aumentos se percibe o intuye un ligero arrastre de resina que hace prolongar los surcos de la matriz (fig. 4 c).

FIGURA 4

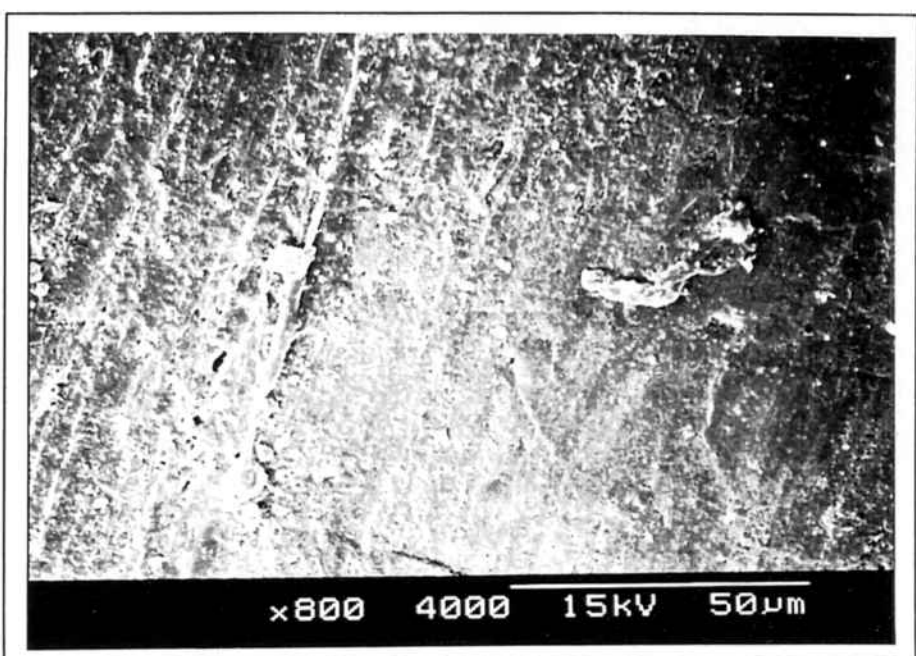
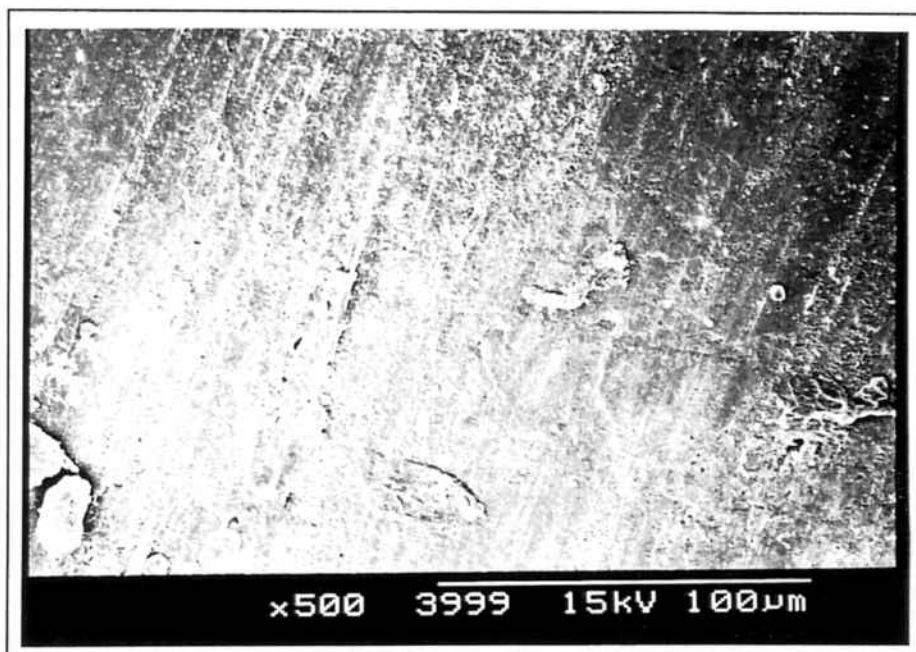
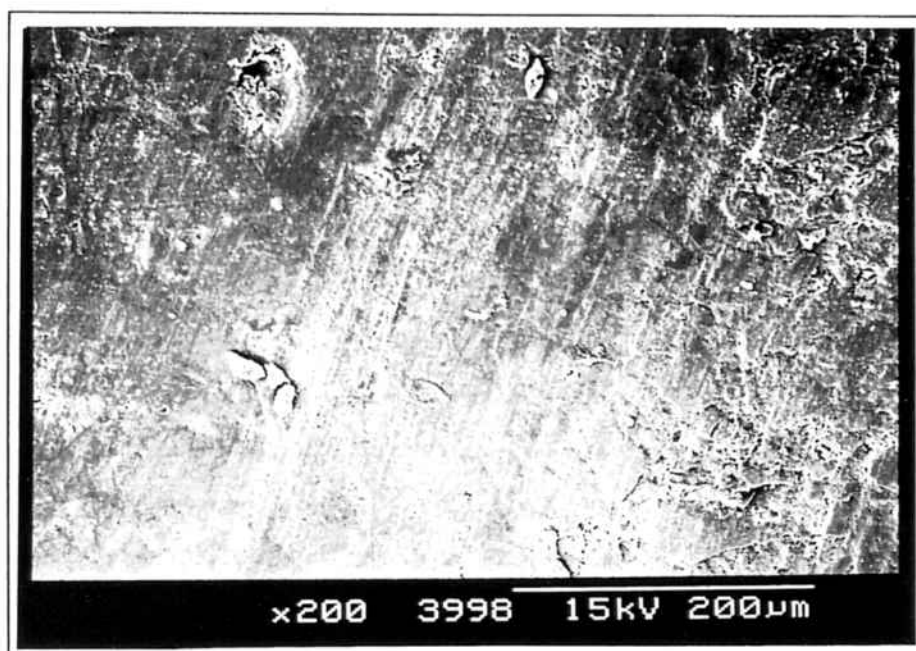
(a,b,c):

Composite de
microrrelleno y
acabado con
discos de Óxido
de Aluminio

(a x 200),

(b x 500),

(c x 800).



1E2. Grupo control y composite I.

La obturación realizada con microrrelleno y acabada de modelar con pincel nos muestra un aspecto rugoso en superficie.

A 200 aumentos el granualdo simula un panal de abejas con zonas puntiformes sobresalientes que dejan concavidades entre ellas (fig. 5 a).

Si lo vemos a 500 aumentos los picos y valles que se insinúan dejan entrever el aire que queda atrapado entre ellos (fig. 5 b).

A 800 aumentos vemos un aspecto anfractuoso e irregular generalizado (fig. 5 c).

FIGURA 5

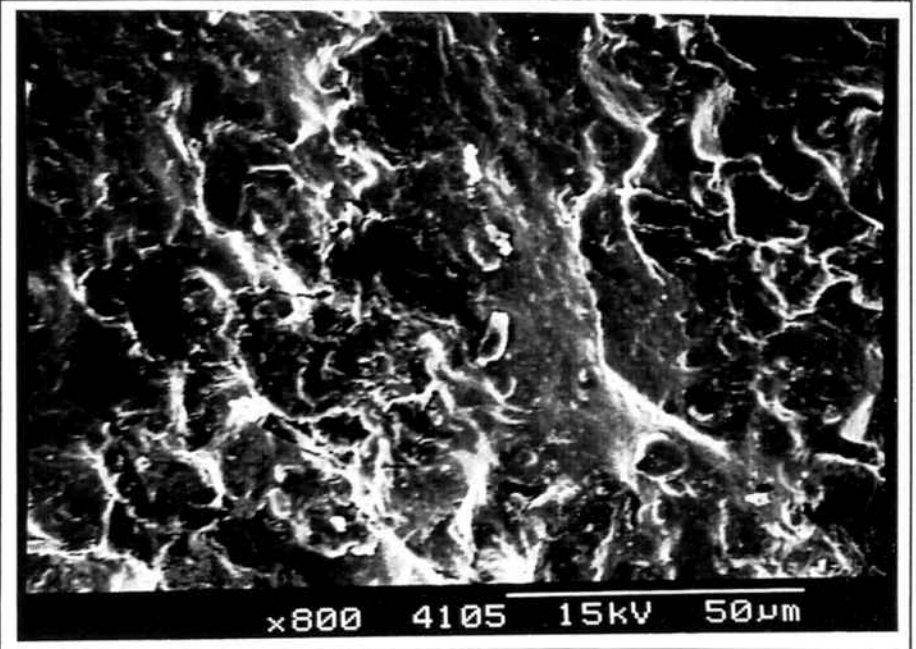
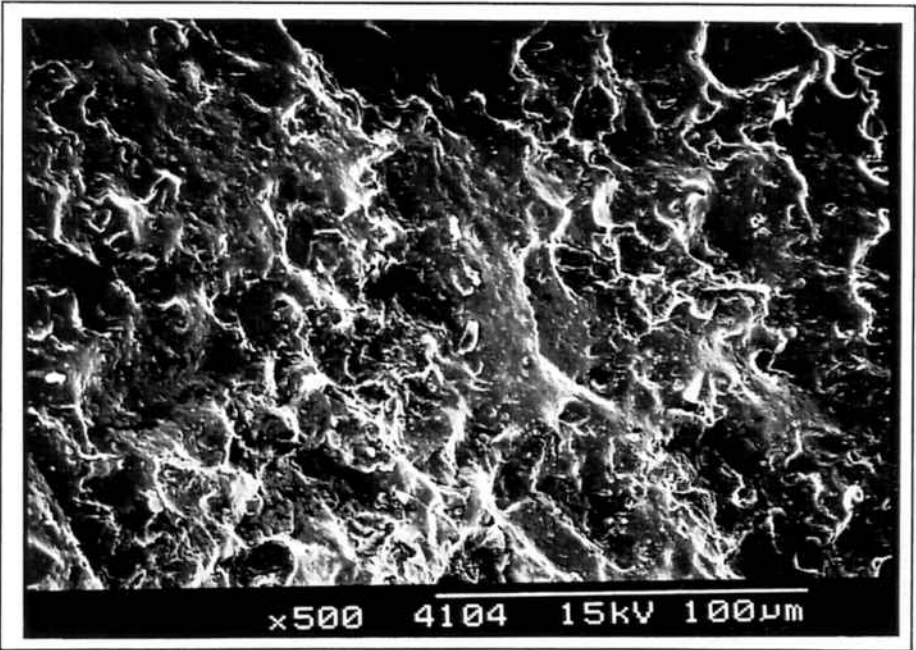
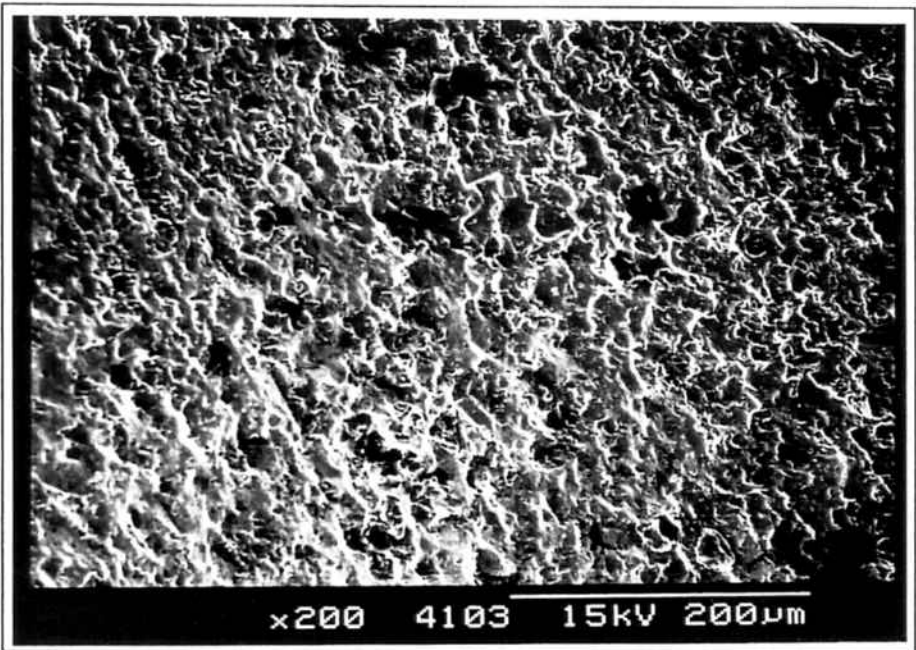
(a,b,c):

Composite de
micorrelleno,
grupo control

(a x 200),

(b x 500),

(c x 800).



1F1. Composite I y acabado con fresa de carburo de tungsteno (b) de 12 y 30 hojas.

Esta muestra nos presenta un aspecto liso y homogéneo con muy pocas partículas de relleno en superficie.

A 200 aumentos se aprecia un fondo liso pero con cráteres, algunos de ellos profundos en la parte derecha, con pocas partículas desprendidas (fig. 6 a).

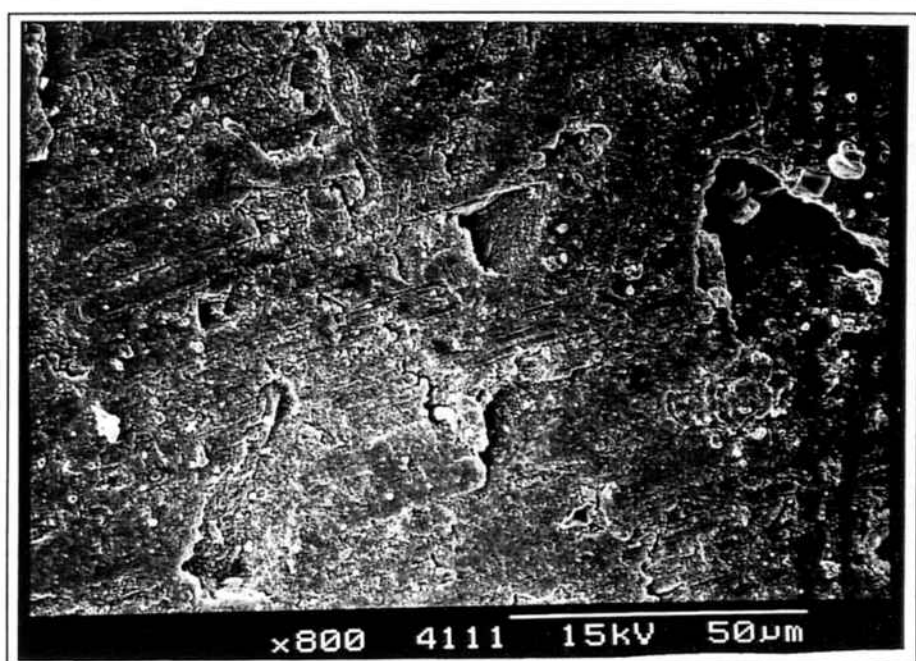
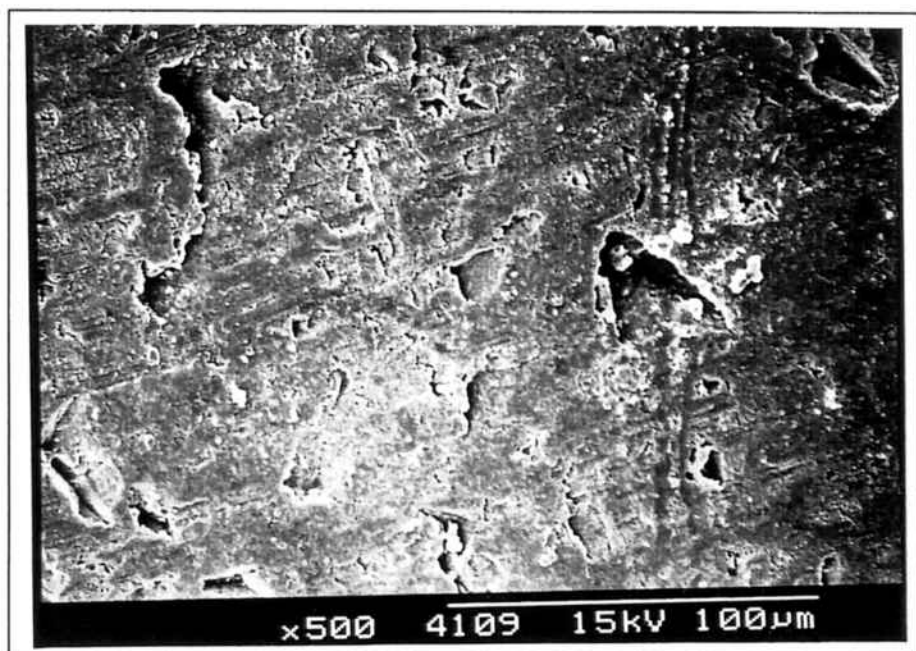
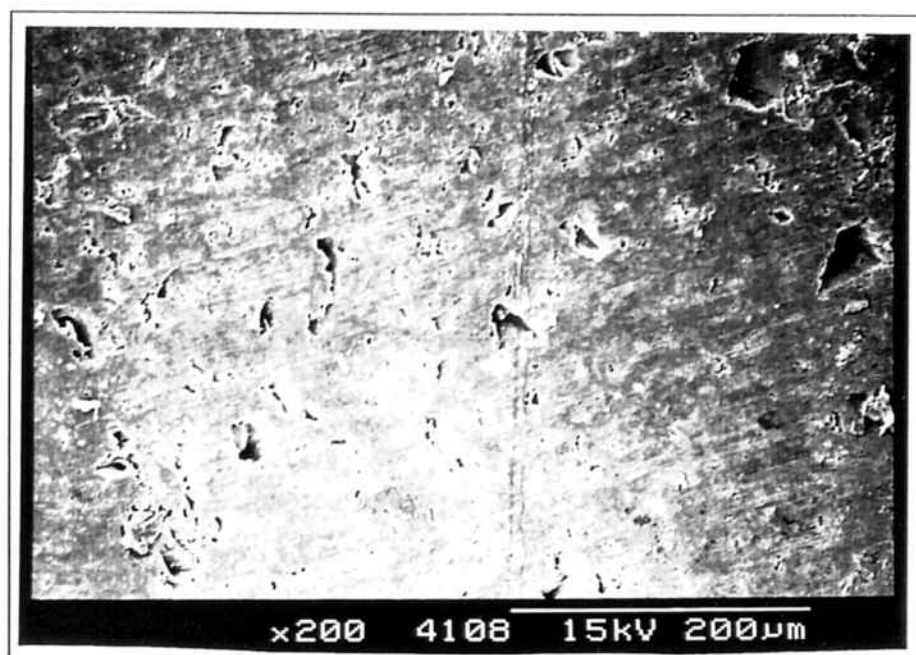
A 500 aumentos se distinguen los cráteres con subsuperficie a veces lisa y otras con partículas desprendidas (fig. 6 b).

A 800 aumentos se aprecia pérdida de sustancia y desprendimiento de partículas con ligeras líneas o surcos (fig. 6 c).

FIGURA 6

(a,b,c):

Composite de
microrrelleno y
acabado con
fresa de
Carburo de
Tungsteno (b)
de 12 y 30 hojas.
(a x 200),
(b x 500),
(c x 800).



2A8. Composite de tipo híbrido II y acabado con piedra de Arkansas.

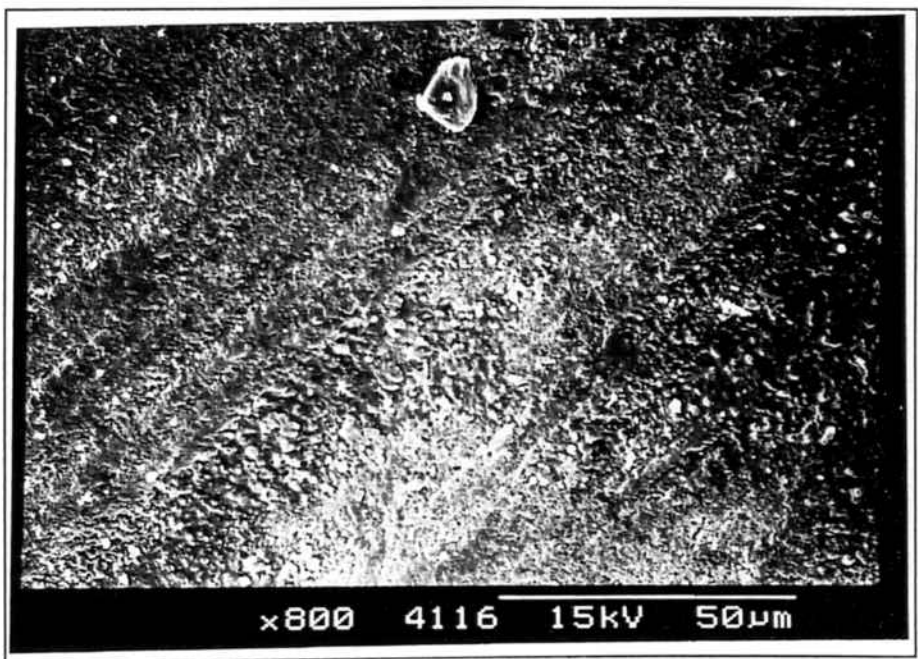
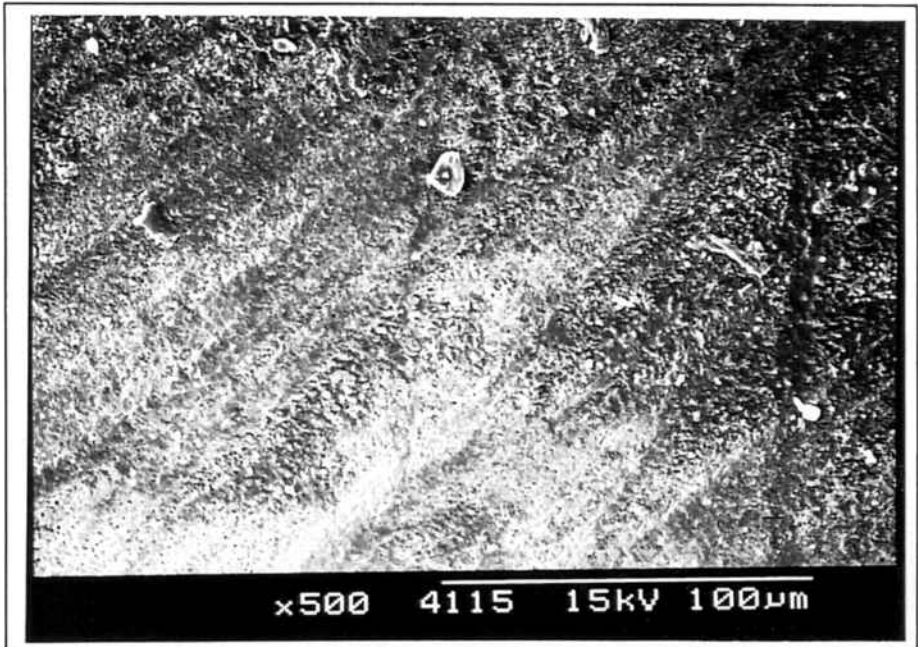
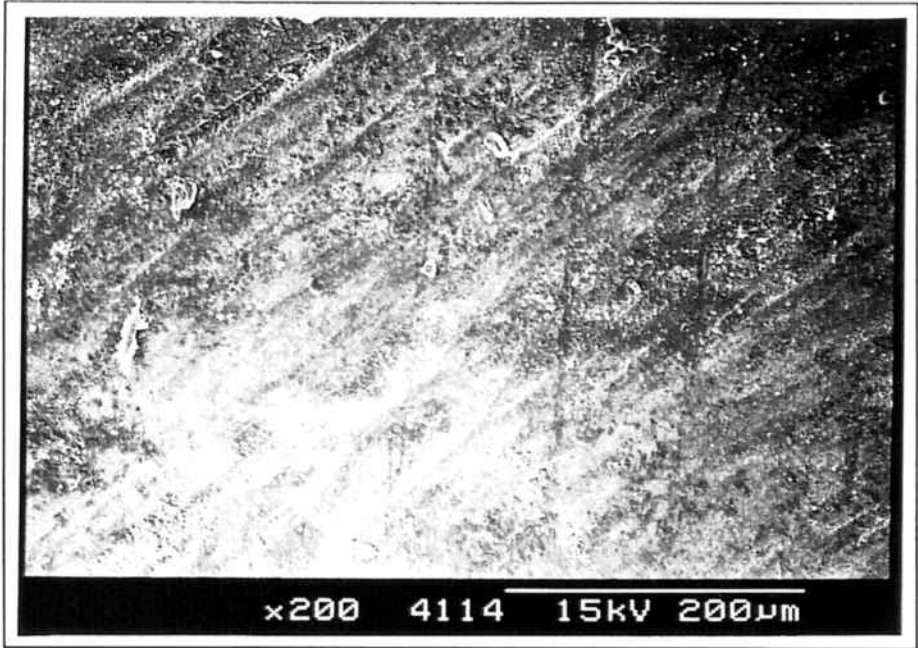
A 200 aumentos apreciamos pequeñas partículas dispersas en escasa cantidad con un fondo bastante liso (fig. 7 a).

Si lo aumentamos de magnificación a 500, vemos los surcos sin profundidad con poca sinuosidad, no hay cráteres y queda alguna partícula inorgánica desprendida (fig. 7 b).

A 800 aumentos se aprecia una partícula de mayor tamaño de unos 25 μm con fondo ligeramente globulillar o en forma de granos de mijo que corresponde a las partículas inorgánicas del composite (fig. 7 c).

FIGURA 7

(a,b,c):
Composite
híbrido y
acabado con
piedra de
Arkansas
(a x 200),
(b x 500),
(c x 800).



2B3. Composite tipo II y fresa de carburo de tungsteno (a).

A 200 aumentos se observan pequeñas partículas sobreelevadas desprendidas (fig. 8 a).

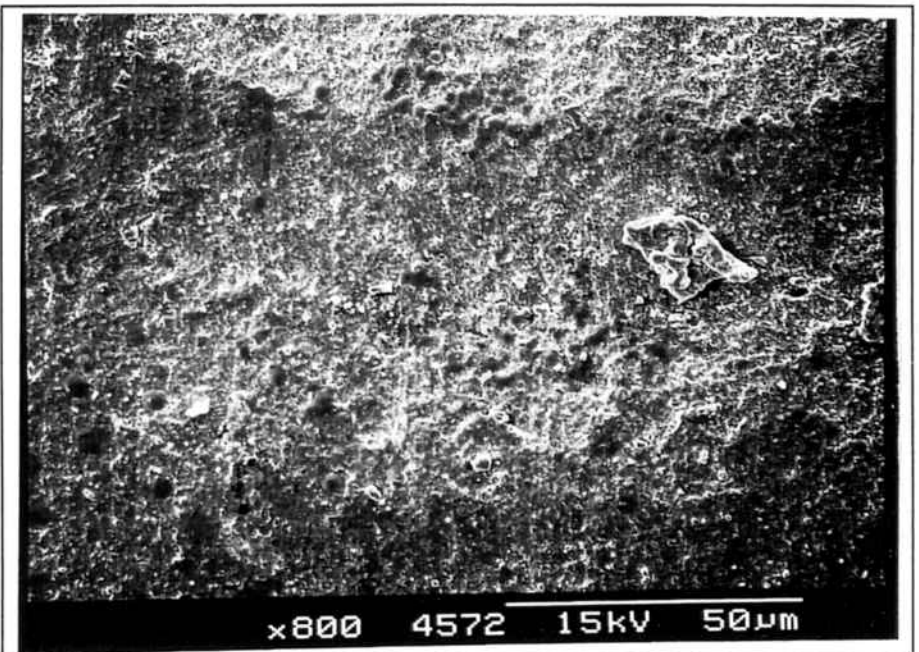
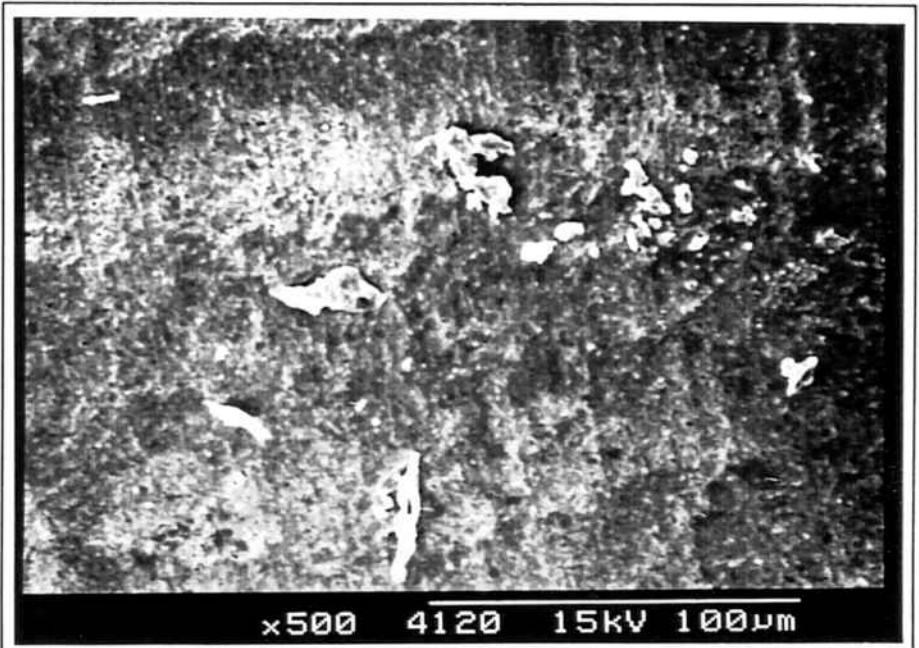
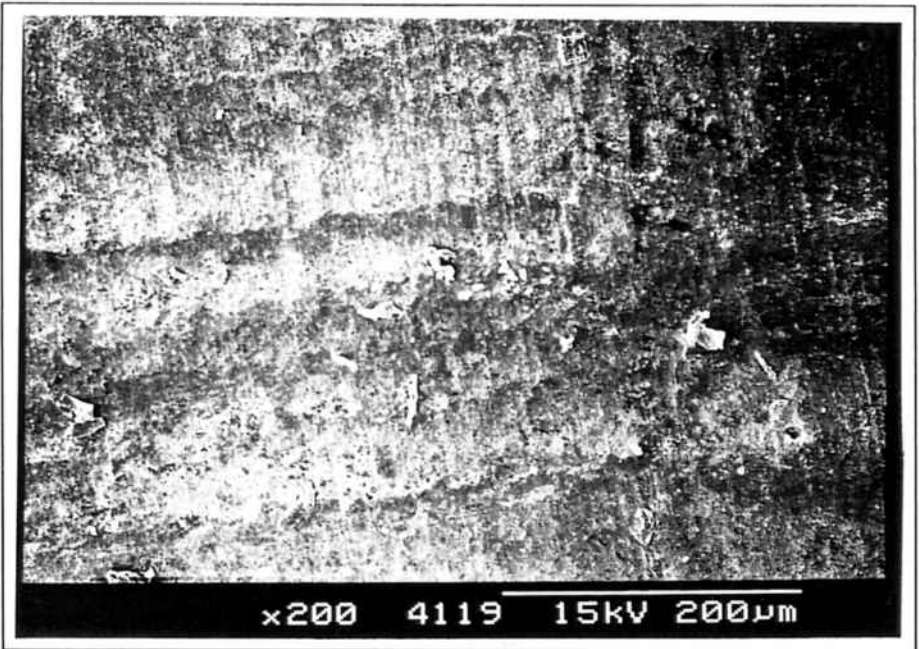
A 500 aumentos vemos que la sinuosidad de los surcos no es importante. No hay cráteres (fig. 8 b).

A 800 aumentos se distingue una partícula inorgánica desprendida de unos 25 μm . El resto aparece con sobreelevaciones redondeadas pero de contorno suave (fig. 8 c).

FIGURA 8

(a,b,c):

Composite
híbrido y
acabado con
fresa de
carburo de
Tungsteno (a)
(a x 200),
(b x 500),
(c x 800).



2C5. Composite tipo II y acabado con fresa de diamante.

A 200 aumentos no se distinguen partículas de relleno en superficie ni tampoco vacíos o cráteres (fig. 9 a).

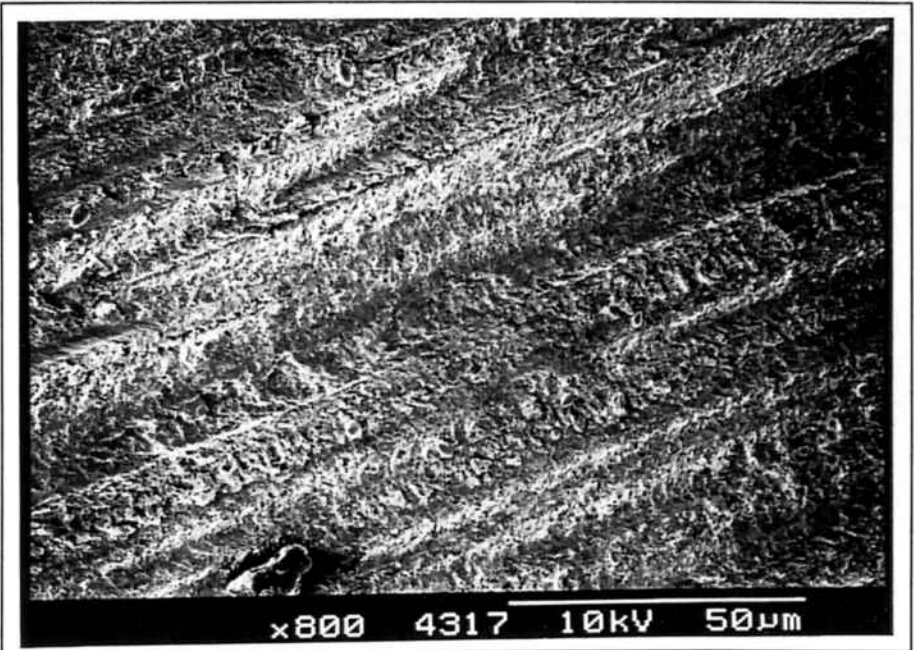
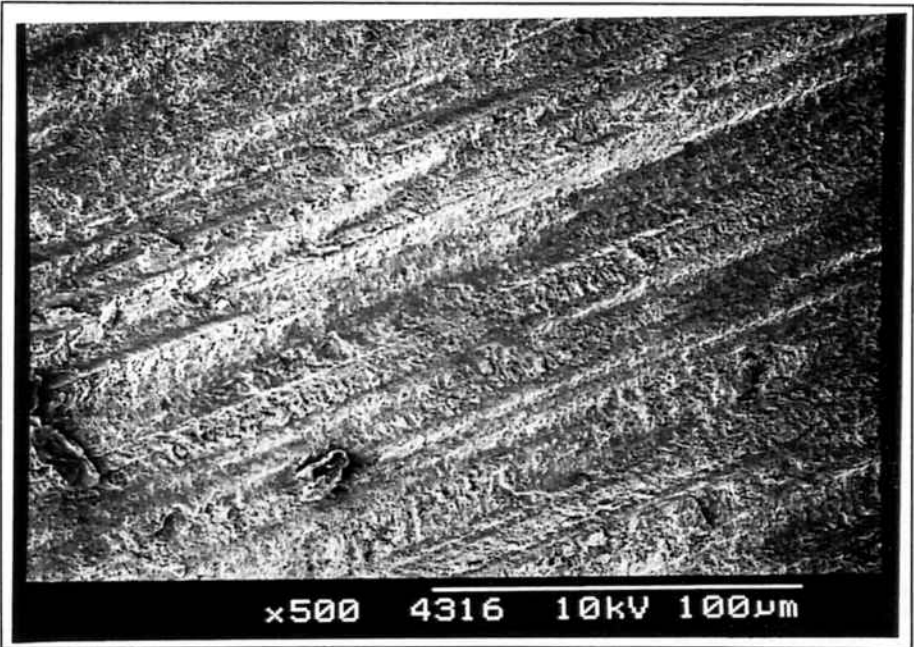
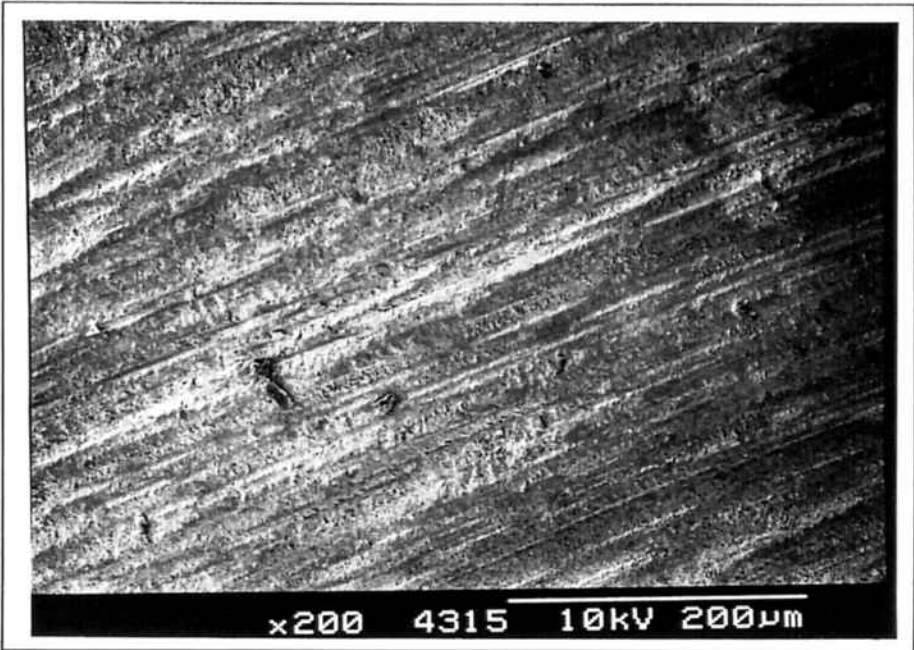
A 500 aumentos se observa la superficie en forma de rayas marcadas. Alguna partícula de relleno desprendida (fig. 9 b).

A 800 aumentos se percibe algún poro pequeño en el seno de la matriz de resina y el conjunto de aspecto muy rugoso (fig. 9 c).

FIGURA 9

(a,b,c):

Composite tipo
II y acabado
con fresa de
diamante (a,b,c)
(x 200, x 500,
x 800).



2D7. Composite tipo II y acabado con discos de Óxido de Aluminio.

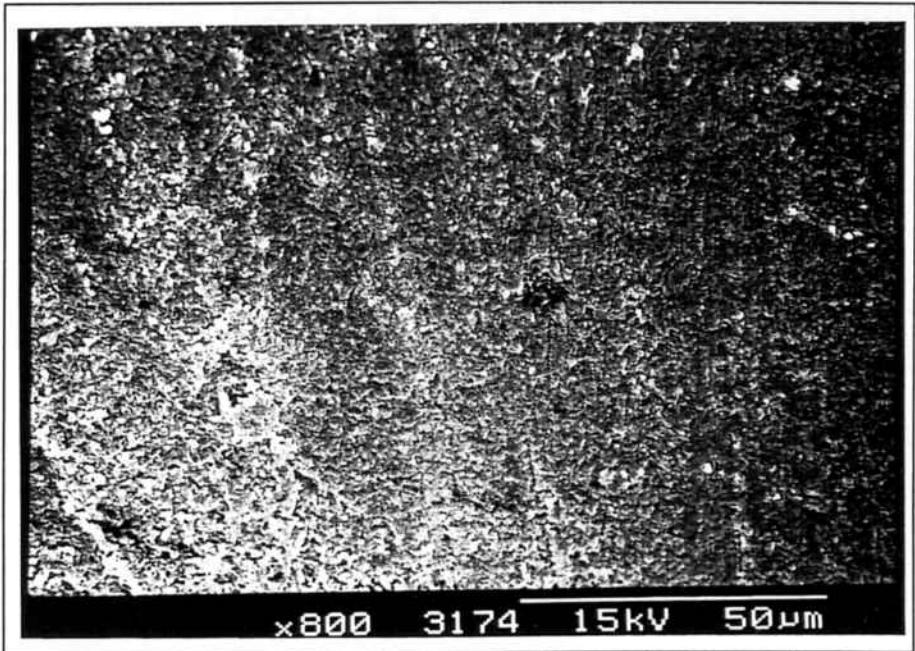
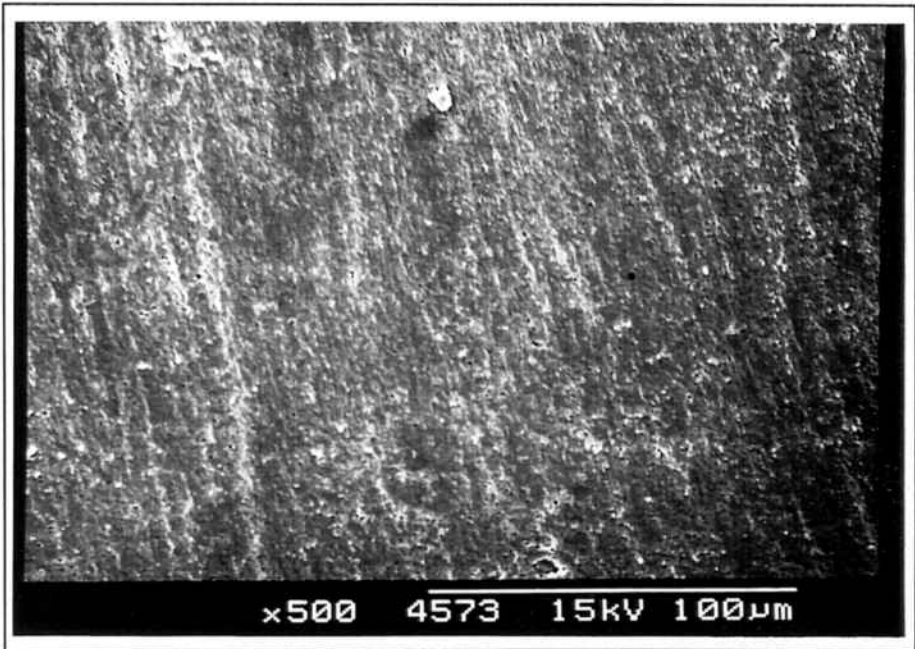
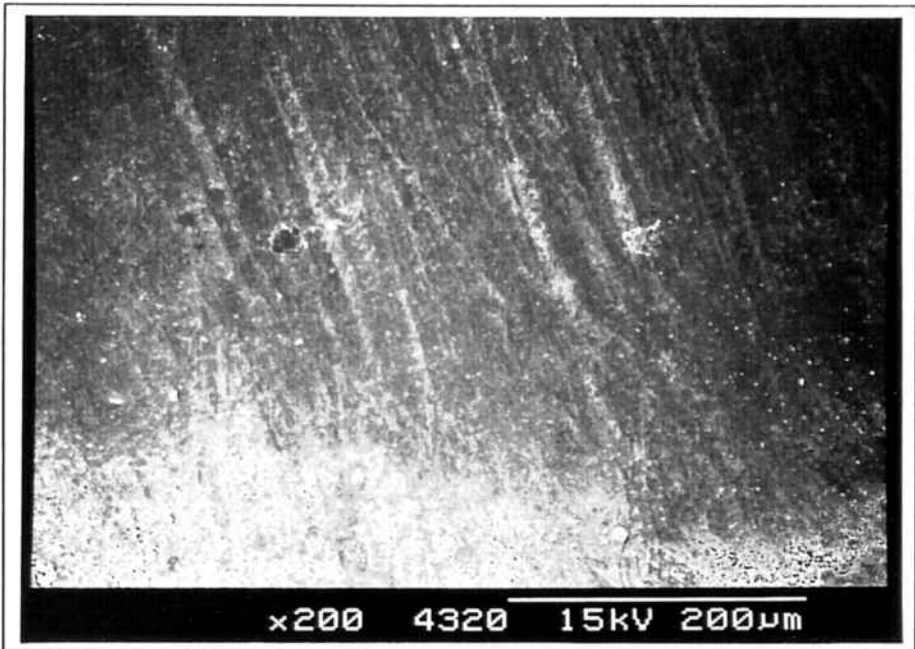
A 200 aumentos se perciben escasos acúmulos de partículas sobre una superficie en general lisa. En el extremo inferior se aprecia una zona algo más rugosa correspondiente al reborde del contorno de la obturación (fig. 10 a).

A 500 aumentos se observa la superficie lisa con ligeras líneas o rayas. Escasas partículas (fig. 10 b).

A 800 aumentos se ven ligeras rugosidades insinuando un pequeño granulado de la matriz del composite, formada por arrastre del material (fig. 10 c).

FIGURA 10

(a,b,c):
Composite tipo
II y acabado
con discos de
Óxido de
Aluminio (a,b,c)
(x 200, x 500,
x 800).



2E4. Composite híbrido (grupo control).

A 200 aumentos se observa una superficie muy lisa. Existe una partícula desprendida y en la zona de la izquierda un artefacto (fig. 11 a).

A 500 aumentos toda la superficie se estima como muy aceptable, lisa, con ligero piqueteado redondeado (fig. 11 b).

A 800 aumentos se distinguen formas redondeadas, lisas, homogéneas, sin cráteres, poros o partículas inorgánicas desprendidas (fig. 11 c).

FIGURA11

(a,b,c):

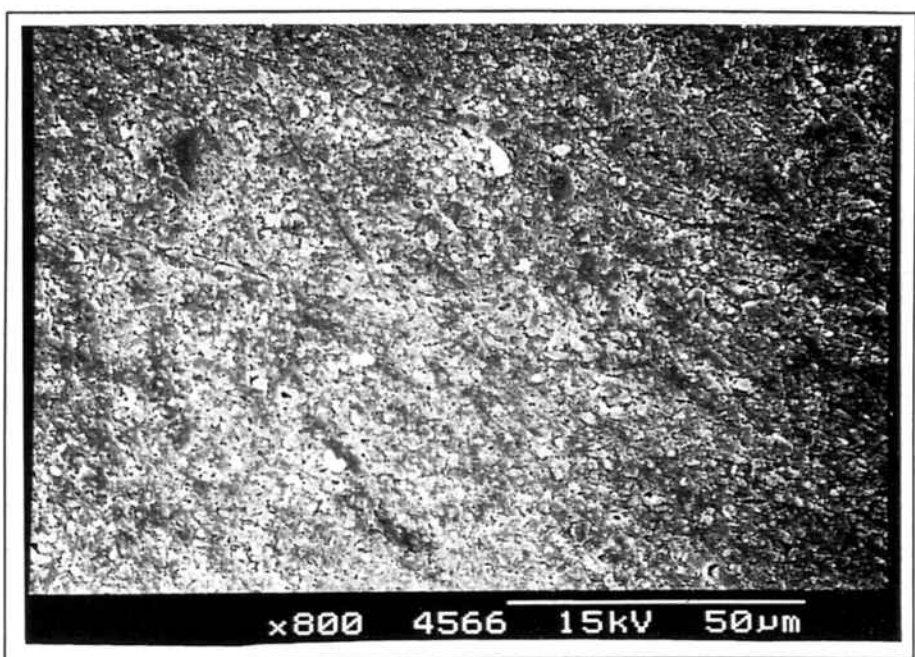
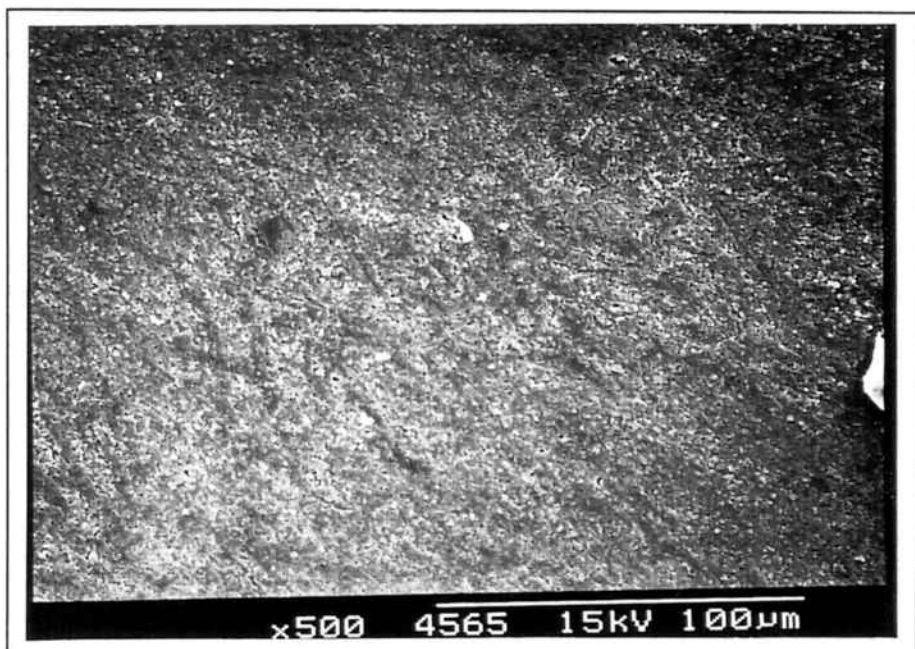
Composite

híbrido grupo

control (a,b,c)

(x 200, x 500,

x 800).



2F5. Material híbrido y acabado con fresa de carburo de tungsteno (b) de 12 y 30 hojas).

A 200 aumentos se distinguen rayas y surcos algo más pronunciados (fig. 12 a).

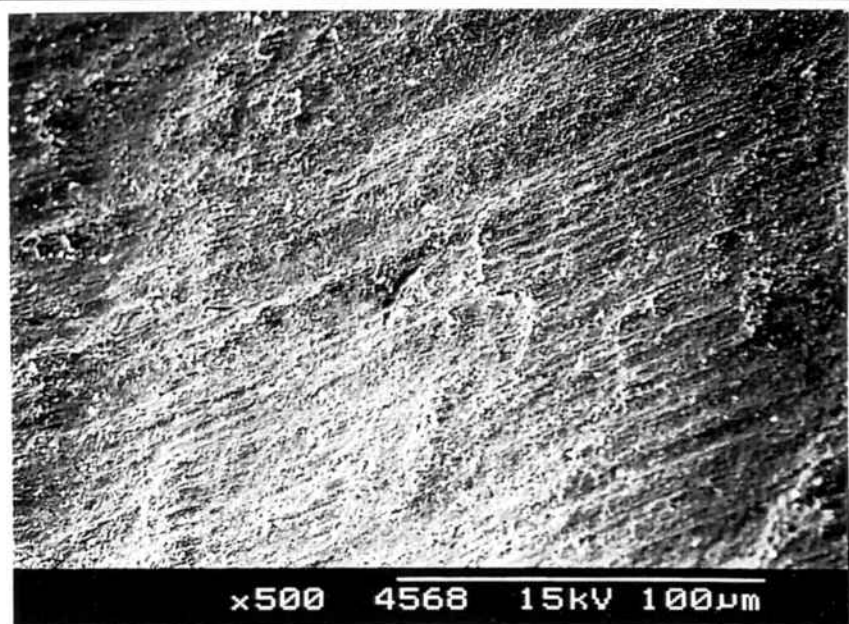
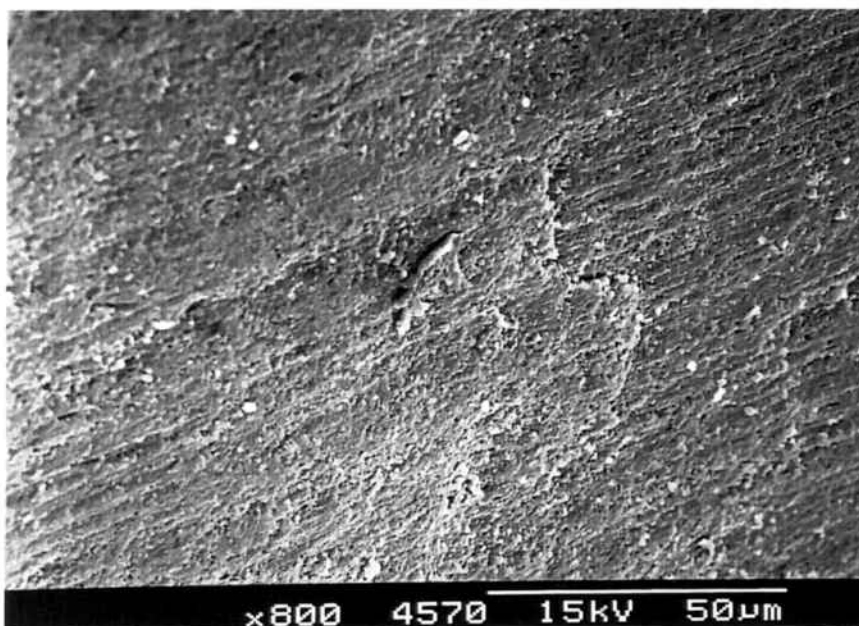
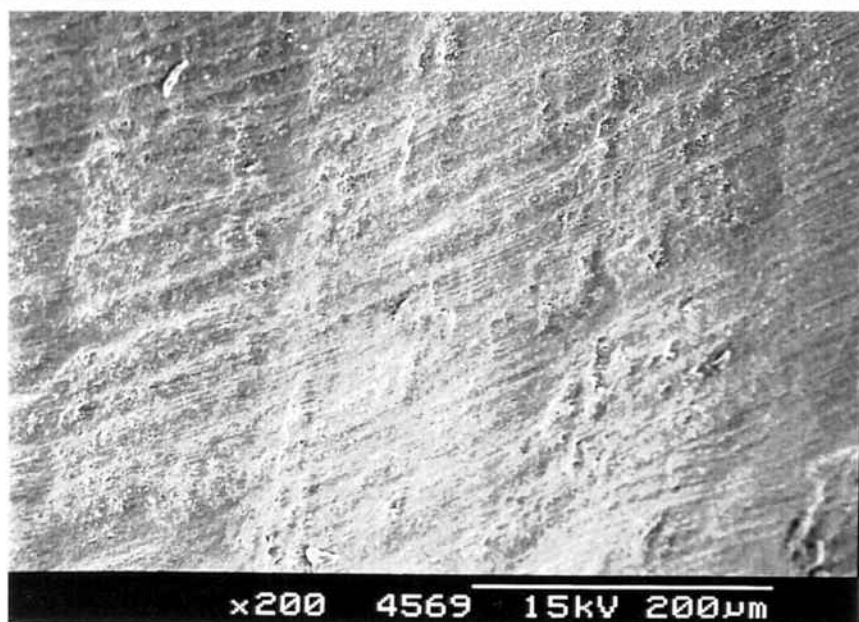
A 500 aumentos se observan las irregularidades citadas anteriormente, pero el conjunto de la superficie queda homogéneo (fig. 12 b).

A 800 aumentos se ve alguna irregularidad o poro en el material pero el conjunto es de bastante lisura, sin partículas desprendidas (fig. 12 c).

FIGURA 12

(a,b,c):

Material híbrido
y acabado con
fresas de
carburo
de tungsteno (b)
de 12 y 30 hojas
(a,b,c)
(x 200, x 500,
x 800).



Como **síntesis** de los resultados obtenidos en M.E.B. podemos realizar las siguientes **consideraciones**:

En el composite de microrrelleno se observan en general mayores irregularidades de superficie en forma de cráteres, poros y otras alteraciones.

En el composite de tipo híbrido se aprecia una superficie más lisa en general y surcos menos pronunciados, tolerando mejor las fresas que el composite de microrrelleno, poniéndonos de manifiesto, que este composite tipo I, es más sensible al acabado que el composite tipo II.

IV. DISCUSIÓN

1. CONSIDERACIONES SOBRE LA TÉCNICA

El predominio actual de las obturaciones estéticas en operatoria dental, nos cuestiona muchas preguntas en la práctica diaria, y nos ha inclinado a trabajar en este amplio terreno de investigación.

En el trabajo experimental, se intenta reproducir fielmente, el tratamiento que se aplica habitualmente a los pacientes en clínica, y poder extrapolar los resultados tanto en cuanto a materiales como a técnica.

Elegimos piezas dentarias del grupo anterior, por ser las que requieren más exigencia estética en nuestro trabajo y adecuadas para poder resaltar al máximo, las posibilidades de acabado y pulido, dando la máxima lisura, brillo y traslucidez. Además, son las piezas dentarias que el paciente está más motivado a conservar.

El diseño de cavidades fue de tipo V tal como (Lambrecht y col. 1982; Grundy, 1985, y Lutz, 1983), utilizaron en sus trabajos. En la preparación de la cavidad al utilizar materiales adhesivos, nos permite modificar el concepto preconizado por Black, no siendo necesarias las preparaciones retentivas ni las formas de resistencia.

La selección de materiales ha sido motivada por las indicaciones habituales en clínica. Con un material de microrrelleno y otro híbrido podemos tratar las diferentes lesiones de piezas anteriores y posteriores.

El material de microrrelleno, es el que utilizaremos por excelencia en cavidades tipo V y en todos los casos que el requerimiento estético es el factor prioritario.

- Hemos elegido el material de obturación de microrrelleno o tipo I (en muestra clasificación) con un 52% de relleno inorgánico, el tamaño medio de partícula es $0,04 \mu$, fotopolimerizable, pulible y con guía de colores aceptable.

Como sistema de adhesión del material al esmalte y dentina empleamos ésteres fosfóricos en solución alcohólica, uniéndose a dentina por medio de enlaces covalentes entre iones Ca^{++} de la hidroxiapatita y el P^- del adhesivo.

El composite híbrido está indicado en clases I, II, IV y en las sometidas a tensión, que también requieren estética.

Este material de obturación clasificado tipo II por nosotros, es un material de 78% de relleno inorgánico y tamaño medio de partícula de $0,6 \mu$, con el 75% de ellas, de menos de 1μ y el 25% de ellas de 1 a 10μ , siendo también fotopolimerizable.

Hemos utilizado como sistema de adhesión, a esmalte y dentina, el sistema fosforado, del hidroxi-etil-metacrilato uniéndose al Ca^{++} de la dentina.

A la vista de los resultados, coincidimos con diversos autores como Macchi y Graig (1969); Lee y Swartz (1970); Dennison y Graig (1972); Glantz y Larson (1972); Lui y Low (1982); McLundie y Murray (1972); Mannerberg (1977); Mac Cabe y Caddick (1978), opinando que los composites no pueden ser acabados con una superficie lisa, totalmente, lo cual es un inconveniente.

También otros autores opinan que la superficie lisa, constituye un requisito esencial para toda restauración satisfactoria y remarcan la importancia en el conjunto oral (Chandler, Bowen y Paffenbarger, 1971; Johnson, Jordan y Lynn, 1971; Glantz y Larson 1972; McLundie y Murray, 1974; Heath y Wilson, 1976).

Estamos de acuerdo con los citados autores en cuanto que la lisura de la superficie influye en la restauración y en su entorno, el sistema estomatognático, ya que los valores de los resultados obtenidos, son diferentes y su comportamiento clínico, también lo será. Nuestro objetivo por tanto, será alcanzar el máximo de lisura, sin porosidades, que provoquen desgastes, y retenciones de placa bacteriana.

El uso de agua en la técnica, creemos que puede ayudar en el arrastre de las partículas desprendidas para que no produzcan nuevas erosiones y el pulido posterior, dé más lisura a la zona abrasionada, tal como investigan Wet y Hardwick (1984), pero diferimos de ellos en su indicación de hacerlo con diamantes y piedras blancas, si posteriormente no se hace un pulido final.

Davidson en 1981 por el contrario, sugiere que el hacer el acabado en seco, el acúmulo de residuo (smear), de la superficie, beneficia la restauración.

Hassan en 1980, pospone el pulido a 7, 15 minutos y 7 días, disminuyendo en rugosidad conforme se atrasa el pulido, coincidiendo con Hayashi y col. (1974).

El realizar el pulido posponiéndolo en el tiempo para otra sesión en clínica, creemos que se podría justificar para evitar que las partículas abrasionadas penetren en el posible fallo marginal producido por la contracción de polimerización no habiendo tenido lugar aún, la expansión higroscópica del material que tiene lugar en boca. En nuestros estudios no se ha tenido en cuenta este factor tiempo ya que Matsura (1982); Savoca y

Felkner (1980), no observan diferencias en el resultado, al posponer el acabado final, y la investigación llevada a cabo por nosotros ha sido *in vitro*.

Para Van Noort y Davis (1984) en su estudio de composites posteriores, el efecto de los discos Sof-lex fue mejor en resultados que las pastas de alúmina, al visualizarlos en M.E.B., cuando el composite no excede de 6 μ . Si es mayor el tamaño de la partícula, no mejora el pulido con las pastas.

Otro aspecto a considerar en investigaciones sucesivas sería la de estudiar estas pastas de pulido y sus diferencias de comportamiento, pues difieren en las micras del tamaño de la partícula, tal como Horton y col. (1977) indican en sus estudios de perfilometría.

También Northeast y Van Noort (1988) estudian las pastas de pulido de aluminio y afirman la mejoría de la restauración con ellas, por el contrario Momoi (1982) indica mejores resultados con discos Sof-lex, que con pastas de pulido.

Según Dennison (1981), si se deja modelada la obturación con tira de acetato, la resina de la superficie sufre un desgaste en la cavidad oral, que da lugar a la exposición de las partículas de relleno. Esta porosidad superficial puede influir en la rugosidad de la superficie, estabilidad del color, desintegración de la masa y desgaste.

Así, Davidson en 1981, nos indica que si la obturación se puede revestir de una capa protectora, resistente al uso, se pueden aumentar considerablemente, los buenos resultados de las restauraciones con composite.

En nuestra investigación, no se ha estudiado el efecto de la matriz de poliéster por considerar que ya está demostrado, deja mayor regularidad en la superficie y tal como indican McLundie y Murray (1974); Grundy y col. (1985); Dennison (1981), tenemos que proceder siempre al perfilado posterior.

Para conseguir una superficie más suave, las partículas de relleno, podrían ser cubiertas, por una fina capa de resina glaseada, o resina sin relleno (Bassionuy, 1980). Esta afirmación tendría que ser corroborada con estudios de desgaste, posteriormente.

Otro aspecto a investigar sería, sobre los instrumentos que utilizamos, ya que las porosidades y estrías disminuyen utilizando el instrumento mojado de alcohol, según Bauer y col. 1983, pero aumentan las rugosidades.

Para nuestro estudio de M.E.B., no se creyó necesario cortar las raíces, tal como Bassionuy (1980) describe en su estudio, ya que el área de la platina que se introduce en el tubo del M.E.B., era del tamaño del espécimen.

Tampoco, hemos necesitado realizar réplicas, para nuestra investigación tal como sugiere Fontarnau (1987).

Respecto a los composites y profilaxis bucal nos parecen alentadores los resultados de Cooley y col. (1986) en el sentido que nuestros composites actuales polimerizados por luz, tras exposición a abrasión por profilaxis se mantengan inalterables pasados 5 segundos de exposición, y en los quimiopolimerizables, aumenta la rugosidad conforme pasa el tiempo de exposición a los ultrasonidos.

En nuestros pacientes periodontales pueden tener importancia conocer los resultados de Vitasek y col. (1988), ya que, tras el tratamiento con ultrasonidos empeora la superficie de los composites de microrrelleno.

2. CONSIDERACIONES SOBRE LOS RESULTADOS

La compleja estructura de una superficie, no puede tipificarse de forma absoluta, utilizando exclusivamente las determinaciones de su rugosidad. Por ello no resulta apropiado extraer conclusiones sobre la idoneidad clínica de un instrumento de acabado, basándose sólo en las rugosidades. Combinándolo con un análisis de M.E.B., que permite una evaluación del potencial destructor del instrumento de acabado, es posible hacer unas predicciones más válidas sobre su eficacia clínica, Hannah y col. (1973); Johnson y col. (1971).

Coincidimos con los citados autores y también tenemos que afirmar que el estudio cualitativo con M.E.B. confirma los resultados del análisis de la rugosidad.

Los resultados cualitativos experimentados mediante M.E.B., manifiestan en general, mayor rugosidad en las muestras de composite de microrrelleno, con respecto a las de composite híbrido, tratados de la misma forma en su acabado y pulido, ya que el primero es más sensible al acabado como se demuestra estadísticamente.

En el composite de microrrelleno se observa en general más cantidad de cráteres, poros, surcos o partículas desprendidas, así como sub-superficie más irregular, si se le trata con fresas. Si se le trata con discos de óxido de aluminio, no se manifiestan tan marcadas estas alteraciones.

En el composite de tipo híbrido se aprecia más lisura; menos cantidad de partículas desprendidas, poros, cráteres, así como surcos menos pronunciados, tolerando mejor las fresas que el composite de microrrelleno.

La proyección de partículas originada a consecuencia del relleno contenido en el material es una característica bastante frecuente. Estas partículas pueden ser subsuperficiales, o proyectarse libremente. Las pri-

meras se sitúan inmediatamente por debajo de la superficie recubierta por la película de resina y pueden aparecer aisladas o en grupos, ofreciendo un aspecto guijarroso.

La combinación de partículas de relleno inorgánicas y duras en una matriz fijadora de resina, relativamente blanda, no se presta a los procedimientos de acabado. La resina blanda se desgasta por la abrasión con mucha mayor rapidez que los rellenos, lo que hace que las partículas sean desprendidas, dejando tras de sí las correspondientes depresiones y acentuando todavía más las irregularidades y asperezas de la superficie.

- **Respecto a los instrumentos de acabado y pulido tenemos que indicar lo siguiente:**

Las piedras montadas, raras veces son perfectamente redondeadas y concéntricas, de ahí que den lugar a un tipo de efecto como de martilleo. Tampoco son perfectas en sus estriaciones, presentando a veces alteraciones de superficie, Lutz y col. (1983).

Coincidiendo con el autor anterior las partículas abrasivas de las piedras blancas, apenas salen del componente fijador circundante y son claramente menos afiladas y duras que las partículas de diamante, su abrasión es moderada y para compensarlo suele aplicarse más presión durante los procedimientos de acabado, dando un resultado de efecto de arado, más que de abrasión (fig.7, a,b,c).

En el caso de los microrrellenos, las partículas prepolimerizadas son sacudidas y destruidas, apareciendo cráteres en la superficie (fig 2,a,b,c).

Otros fenómenos observados en M.E.B. son: **abrasión de partículas**, presentando surcos paralelos sugerentes de que hayan sido cortados por partículas abrasivas en rotación (fig. 9,a,b,c).

Fragmentación, poniendo de manifiesto que las partículas se han roto en múltiples fragmentos aunque sigan retenidas en la matriz de resina (fig. 2,a,b,c).

Reducción equilibrada de la resina y del relleno tras la aplicación de discos (fig. 10,a,b,c).

«**Smearing**» o capa de barro residual. Lo demuestra alguna preparación en la que se ha perdido el aspecto típico, con algunas partículas, presentando una superficie amorfa como de barro residual (fig. 4,a,b,c).

También podemos apreciar una cierta pérdida de resinas con lo que las partículas de relleno, sobresalen y quedan pulidas (fig. 8, a,b,c).

Otras imágenes que hemos podido apreciar han sido de grietas, guijarros, racimos aislados o en grupos, rayas, huecos y cráteres. El tamaño de los orificios varía desde 10 hasta 40-50 μ .

El subsuelo también nos ha merecido atención, al observar fragmentaciones (fig. 2, a) o lisura de su estructura a través de la forma de la superficie que nos impresiona la subsuperficie (fig. 12,a).

La fresa de Tungsteno muestra el efecto pulido de la fresa como una imagen ondulada en la superficie de la restauración (fig. 12,a).

Las depresiones podrían atribuirse al efecto de contracción de polimerización, mientras que las partículas de relleno resistirían la contracción.

Coincidimos con Grundy (1985), en su estudio de M.E.B., en que se consigue más lisura de la superficie, con la matriz, pero deben utilizarse otros instrumentos para modelar la obturación en las zonas donde hay prominencias o rebordes positivos y además si son zonas no accesibles a los discos habría que utilizar un abrasivo que se introduzca en superficies cóncavas. Para Lambrecht y col. (1982), en su estudio de M.E.B. y perfilometría; Grundy y col. (1985) en su estudio de M.E.B.; Quiroz

(1985), en su estudio de microrrelenos e híbridos, los mejores resultados se obtuvieron con discos Sof-lex.

Para Chandler y col. (1971), las partículas de diamante unidas a discos de papel dan mejores resultados que discos de otros componentes. Creemos que la partícula de diamante, tal como se expone en nuestro estudio, abrasiona los microrrelenos y deja la superficie rugosa. En los híbridos sucede algo semejante, ya que los mejores resultados no son para el grupo tratado con diamante. (Ver gráfico 8).

Lutz y col. (1983), encuentran, que las fresas de diamante fino presentan suavidad de acabado en comparación con el daño producido en superficie y subsuperficie de las piedras blancas, atribuyendo este efecto, al martilleo y sobrepresión utilizada.

Nuestra opinión respecto al comportamiento de fresas de diamante comparadas con las de Arkansas, es que tanto en el microrreleno como en el híbrido el diamante da peores resultados de rugosimetría. (Ver gráfico 3).

Estamos de acuerdo con Razaboni (1983), en su estudio de perfilometría, en que los mejores resultados de pulido se logran con discos Sof-lex; las puntas diamantadas nos dan peores resultados.

Por el contrario la dureza del composite híbrido tolera mejor las fresas, provocando en él menos alteraciones en la superficie.

Si tenemos en cuenta que las fresas de carburo de tungsteno y diamante tienen dureza MOHS = 10; y las piedras de Arkansas = 7, así como los discos de óxido de aluminio = 9, el peor efecto de las piedras de Arkansas respecto a los discos podríamos atribuirlo a la presión y velocidad que se ejerce con la turbina, ya que los discos, los utilizamos a menos velocidad y son flexibles, por tanto la presión es menor.

Tal como manifiestan Lui (1982); Dennison (1981); Wet y Hardwik (1984); Wet y Ferreira (1982); Kelsey (1984); Christensen (1981),

los composites de microrrelleno son más pulibles que los de tipo híbrido, pero tendremos que matizar la afirmación con nuestros resultados ya que, si no se pulen adecuadamente los composites de microrrelleno, o se pulen igual que los híbridos, los resultados son peores (ver tabla de resultados nº 2, 3 y gráfico 10). Satou y col. (1984), coinciden con los autores anteriores en que el pulido de los microrrellenos, es mejor que el de los híbridos al estudiar pigmentaciones en los dos grupos.

Nuestros resultados de rugosimetría, se contradicen con los de Hassan (1980), ya que en el grupo control sin pulir (1E), del composite microrrelleno son los peores. En cambio en el composite híbrido, el grupo control sin pulir (2E) es el que proporciona mejores resultados para el RT, para RM y RZ. Para RA, el de mejor resultado son los discos (2D) seguidos del grupo control sin pulir (2E). (Gráficos 6, 7, 8 y 9).

No coincidimos con Chen y col. (1988) en cuanto que las puntas de diamante, para nosotros no están en el segundo lugar de nuestra evaluación con el microrrelleno, pero sí, en que los discos de óxido de aluminio proporcionan el mejor resultado. (Gráficos 2, 3, 4 y 5).

Estamos de acuerdo con Lutz (1983), en que las fresas deben utilizarse sin presión, con generoso spray de agua y con movimiento de frote continuo para evitar la formación de surcos.

Creemos poco indicada utilizar la turbina de aire a alta velocidad, con fresas de diamante por el mismo motivo (ver tabla resumen) y en M.E.B. las superficies son más rugosas.

Algunos autores como Bassionuy (1980) atribuye al sistema de dos pastas, el encontrar burbujas de aire en el material. Podemos aportar al respecto, que las burbujas de aire que vemos en nuestras imágenes de M.E.B., en el grupo control del composite de microrrelleno, están producidas como, por arrastre del pincel, dejando la superficie en forma de panal de abeja (fig. 5, a,b,c).

Christensen y col. (1981) recomiendan el uso de fresas de carburo de tungsteno de 12 hojas para la eliminación grosera y discos de óxido de Aluminio para el acabado final, coincidiendo con ellos en esta técnica y en el criterio a aplicar al acabar las obturaciones, ya que el ritmo de corte depende de la dureza del relleno inorgánico y el instrumento empleado.

En nuestros valores de rugosidad, las fresas de carburo de tungsteno de 8 hojas dan cifras superiores a los discos de óxido de aluminio, tanto en el composite I como en el II. (Ver gráficos 6, 7 y 8). Para el RA, los valores son parecidos (gráfico 9).

Lui (1982), en su estudio con M.E.B. sugiere que el acabado de los composites es rugoso y recomienda el uso de un abrasivo más duro que las partículas de relleno inorgánico. Respecto a la dureza de los instrumentos hemos de decir, que nuestra investigación nos sugiere algo semejante, ya que las fresas dejan rayas, forman cráteres y desprenden partículas en el composite de microrrelleno (ver fig. 1 a y 2 c).

Anderson (1988) nos proporciona valores promedio (RA en μ) de rugosidad, en composites de microrrelleno e híbridos:

	Microrrelleno	Híbridos
Discos de $Al_3 O_2$ = Piedra blanca	0,10 0,20	0,20 0,30
Nuestros resultados son proporcionales: Discos $Al_3 O_2$ Piedra blanca	0,18 0,47	0,29 0,66 (ver tabla resumen)

Boghossian y col. (1987), interpretan en M.E.B., que los resultados con fresas de carburo de tungsteno de 30 hojas y diamante de pulir de 15 μ empeoran el acabado realizado por fresas de 12 hojas y diamante más grueso.

Nuestros resultados con fresas de 12 y 30 hojas de carburo de tungsteno, tanto en microrrelleno como en híbrido, son menores en valores de μ de rugosidad que las fresas de 8 hojas del mismo material y creemos indicado utilizarlas secuencialmente, primero la de 12 y después la de 30 hojas. (Ver gráficos 6, 7, 8 y 9).

En nuestras imágenes de M.E.B., las fresas de 12 y 30 hojas en el microrrelleno, producen alteraciones de la superficie importantes y semejantes.

En el composite tipo II los resultados son mejores, apreciándose esta mejoría con más claridad en los pulidos con la fresa de 30 hojas.

Tal como indican Wet y Ferreira (1982), la diferencia de rugosidad observada por ellos entre las distintas marcas de composites pulidas, puede deberse a las diferencias de composición, o a la variación en el tamaño, distribución y forma de las partículas de relleno pulverizadas.

Estamos de acuerdo con Grundy (1985) en que, si es posible, no se debe tratar la superficie del composite híbrido. Grupo control (2E).

Un aspecto a tener en cuenta dentro de esta línea de investigación, sería la de estudiar los márgenes de las restauraciones y el esmalte circundante. Price y col. (1988), comprueban que pueden resquebrajar el esmalte las fresas de tungsteno de 30 hojas y el diamante superfino produce menos grietas.

También Cristensen y col. (1981), estudian el esmalte circundante y la ruptura de los bordes, valorando de 1 a 5 la máxima suavidad y rugosidad.

Lutz y col. (1983), estudian mediante M.E.B. la periferia de las restauraciones o cualidades marginales, valorando las fisuras o fracturas marginales de la restauración y del esmalte.

PARTE IV

CONCLUSIONES

Se estudiaron los acabados superficiales de dos materiales de resinas compuestas, uno de microrrelleno y otro híbrido. Para evaluar el pulido entre ambos materiales, realizado por distintos métodos, se recurrió a fotografías obtenidas en el Microscopio Electrónico de Barrido y a los resultados de medición de superficies con Rugosímetro.

Del presente estudio pueden sacarse las siguientes:

CONCLUSIONES

1. Con ningún procedimiento de pulido se obtiene una superficie totalmente lisa.
2. Los composites de microrrelleno muestran más rugosidad que los híbridos, tratados con la misma técnica de pulido, excepto para los discos de Óxido de Aluminio. Estos resultados son estadísticamente significativos: ($P < 0,001$).
3. En los composites de microrrelleno se observan a Microscopio Electrónico de Barrido más alteraciones de la superficie si se pulen con fresas. El acabado y pulido con discos demuestra menores alteraciones.
4. Si un híbrido se ha modelado con pincel es preferible no tocar la superficie con fresas, si la morfología obtenida lo permite. En ningún caso estaría indicado dejar los microrrellenos sin pulir.
5. Cuando se requiera un acabado en los híbridos el mejor resultado se obtiene eliminando el exceso con fresas de Carburo de Tungsteno de 12 hojas y puliendo con la de 30 hojas o discos de Óxido de Aluminio.

6. Las fresas de Diamante, Arkansas y Tungsteno de menos hojas, en un composite, se deben usar para eliminar excesos y acabado basto, posteriormente se necesita pulir con discos o fresas de 30 hojas, si la zona es cóncava y no accesible a los discos.
7. Existe relación entre las imágenes de Microscopia Electrónica de Barrido y los hallazgos de perfilometría. Los resultados cualitativos con Microscopio Electrónico de Barrido, confirman los resultados cuantitativos de Rugosimetría.
8. Los dos tipos de metodología, tanto Microscopia Electrónica de Barrido, como Rugosimetría, utilizados en esta investigación, creemos que son válidas para estudiar los resultados de acabado y pulido de los composites. Con la primera, a pesar de la dificultad de su valoración, se observa el comportamiento clínico de los instrumentos de pulido. Con la segunda, podemos cuantificar la rugosidad.
9. El modelo estadístico utilizado de planes factoriales ha demostrado su utilidad en este tipo de estudios, en los que interesa comprobar el efecto de composites y acabados pero no aisladamente, sino a la vez y puede ser útil para nuevas investigaciones.
10. Las pruebas estadísticas nos demuestran que el factor acabado es más importante que el factor composite, por tanto, tenemos que seleccionar el método de pulido, en función del composite que estamos utilizando ya que existe interacción.

BIBLIOGRAFIA

- ALBERS, H.F. (1988) *Odontologia Estética*, pp. 3-147. Labor, Barcelona.
- AL-KHAFABI, A.H. y JACOBSEN, P.H. (1982) Cavity design for polymeric restorative materials. *Journal of Dental Research*, 61, 555.
- ANDERLINI, G. (1988) *Manuale per compositi*, pp. 35-65. Ghezzi, Milano.
- ANDERSON, J.N. y McCABE, J.F. (1988) *Materiales de aplicación dental*, pp. 143-158. Salvat, Barcelona.
- ANÓNIMO-STATGRAPHICS. USER'S GUIDE. (1986) STSC, Maryland.
- ANÓNIMO (1986) Llegint entre les línies dels assaigs clínics. *Butlletí Terapeutic de la Residencia de la Vall d'Hebron* 2, 1-6.
- ASMUSEN, E. (1984) Softening of Bis-GMA based polymers by ethanol and by organic acids of plaque. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 92, 257-261.
- ASMUSSEN, E. (1982) Factors affecting the quantity of remaining double bonds in restorative resin polymers. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 90, 490-496.
- ASMUSSEN, E. (1985) Clinical relevance of physical, chemical, and bonding properties of composite resins. *Operative Dentistry*, 10, 61-73.
- ASMUSSEN, E. (1977) Penetration of restorative resins into acid etched enamel II. Dissolution of entrapped air in restorative resin monomers. *Acta Odontologica Scandinavica*, 35, 183-189.
- BASCONES, A. (1987) *Periodoncia para el Higienista Dental*, pp. 31-35. Publisalud, Madrid.
- BASSIONUY, M.A. y GRANT, A.A. (1980) The surface finish of a visible light-cured composite resin. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 44, 175-182.
- BAUER, J.G. y CAPUTO, A.A. (1983) The Surface of composite resin finished with instruments and matrices. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 50, 351-356.
- BAUM, L., PHILLIPS, R.W. y LUND M.R. (1987) *Tratado de operatoria dental*, 2ª edición, pp. 210-252. Interamericana, México.

- BAUME, L.O. (1985) Dental Lexicon, 2ª edición, Federation Dentaire Internationale, London.
- BLUNCK, J. y ROULET, F. (1988) In vitro, marginal quality of dentin bonded composites in class, V, cavities. *Journal of Dental Research*, 67, 284.
- BOGHOSIAN, A.A., RANDOLPH, R y JEKKALS, V. (1987) Rotary instrument finishing of microfilled and small particle hybrid composite resins. *Journal of the American Dental Association*, 115, 299-301.
- BOWEN, R.L., COBB, E.N. y RAPSON, J.E. (1982) Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues: Improvement in bond strength to dentin. *Journal of Dental Research*, 61, 1070-1076.
- BOWEN, R.L. y REED, L.E. (1976) Semiporous reinforcing fillers for composite resins: II Heat treatments and etching characteristics. *Journal of Dental Research*, 55, 748-756.
- BOWEN, R.L. (1970) Crystalline dimethacrylate monomers. *Journal of Dental Research*, 49, 810.
- BUONOCORE, M.G. (1955) A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of Dental Research*, 34, 849-853.
- BUONOCORE, M.G. (1981) Resinas compuestas en odontología. *Clínicas Odontológicas de Norteamérica* 2, 217-227.
- CERVO, A.L. y BERVIAN, P.A. (1980) Metodología científica, pp 53-76. Latinoamericana, Bogotá.
- CHARBENAU, G.T. (1984) Operatoria dental, principios y práctica, 2ª edición, pp. 274-304. Médica Panamericana, Buenos Aires.
- CHANDLER, H.H., BOWEN, R.L., y PAFEEENBARGER, G.C. (1971) Method for finishing composite restorative materials. *Journal of the American Dental Association*, 83, 344-348.
- CHASTEEN, J. (1981) Principios de clínica Odontológica, pp. 222-227. El Manual Moderno, México.

- CHEN, R.C., CHAND, D.C. y CHAN, K. (1988) A quantitative study of finishing and polishing tecnics for a composite. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 59, 292-297.
- CHEN, T.M. y BRAUER, G.M. (1982) Solvent effects on bonding organosilane to silica faces. *Journal of Dental Research*, 61, 1439.
- CHOMAYEB, A.A. (1988) Comparison of microleakage experimental and commercially available bonding sistems. *Journal of Dental Research*, 67.
- CHRISTENSEN, R.P. y CHRISTENSEN, G.J. (1981) Comparison of instruments and commercial pastes used for finishing and polishing composite resins. *General of Dentistry*, 29, 40-45.
- CLINICAL RESEARCH ASSOCIATES (1988) Micron aluminum oxide paste excellent for final polish of restorations. 12, 4.
- COOLEY, R.L., LUBOW, R.M.y PATRISSI, G.A. (1986) El efecto de un instrumento neumático abrasivo sobre los composites de resina. *Archivos de Odonto Estomatología*, 2, 78-80.
- COUNCIL ON DENTAL MATERIALS (1986) Empleo de las resinas compuestas en dientes posteriores. *Archivos de Odonto Estomatología*, 2, 151-154.
- COUNCIL ON DENTAL MATERIALS (1988). Puesta al día sobre resinas composites para posteriores. *Revista Española de Estomatología*, 36, 157-158.
- CRAIG, R.G., O'BRIEN, W.J. y POWERS, J.M. (1985) *Materiales dentales*, 3ª edición, pp. 58-77. Interamericana, México.
- CRAIG, R.G. y PHILIPS, R. (1981) *Resinas compuestas en Odontología. Clínicas Odontológicas de Norteamérica*. 2, 199-245.
- CRISP, S. y WILSON, A.D. (1973) Formation of a glass ionómer cement based on an ion-leachable glass and polyacrylic acid. *Journal of Applied Chemical Biotechnology*, 23, 811.

- DAVIDSON, de G. y FEILZER, C. (1986). El conflicto entre la adhesión del composite a la dentina y la contracción de polimerización. *Revista Española de Estomatología*, 34, 373-374.
- DAVIDSON, C.L., DUYSTERS, S.C., DE LANGE, A. y BAUSCH, J.R. (1981) Structural changes in composite surface material after dry polishing. *Journal of Oral Rehabilitation*, 8, 431-439.
- DENNISON, J.D., FAUCE, F.R. y col. (1986) Adhesivos con luz halógena. *Archivos de Odonto Estomatología*, 2, 140-150.
- DENNISON, J.B. y CRAIG, R.G. (1972) Physical properties and finished surface texture of composite restorative resin. *Journal of the American Dental Association*, 85, 101.
- DENNISON, J.B., FAN, P.L., y POWERS, J.M. (1981) Surface roughness of microfilled composites. *Journal of the American Dental Association*, 102, 859-862.
- DENNISON, J.B. (1972) Physical properties and finished surface texture of composite restorative resins. *Journal of the American Dental Association*, 85, 101-108.
- DEPEW, D.D. y PASHLEY, D.M. (1988) Reduction of microleakage by Dentin Adhesives in composite restorations. *Journal of Dental Research*, 67, 195.
- DERKSON, G. (1984) Clinical evaluation of composite resin and amalgam posterior restorations, three year results. *Canadian Dental Association Journal*, 50, 478-480.
- DOGON, I.L., CROSS, M. y DOUGLAS, W. (1982). Clinical and laboratory studies on a fine grind composite. *Journal of Dental Research*; 61 (Suppl. 214), Abstract 320.
- DOMENECH, J.M. (1982) Bioestadística. Métodos Estadísticos para Investigadores. 4ª edición. Herder, Barcelona.
- DRAUGHN, R.A. (1979) Compressive fatigue limits of composite restorative materials. *Journal of Dental Research*, 58, 1093-1096.

- DRAUGHN, R.A., BOWEN, R.L. y MOFFA, J.P. (1985) *Restaurative Dental Materials*, pp. 75-96, Quintessence, London.
- EAKLE, W.S. (1986) Fracture resistance of teeth restored with Class II bonded composite resin. *Journal of Dental Research*, 65, 149-153.
- EAMES, W.B. (1976). Composite plain talk. *Journal of the American Dental Association*, 92, 550-554.
- ECCLES, J.D.y ; GREEN, R.M. (1978) *La conservación de los dientes*, pp. 127-142. Salvat, Barcelona.
- ESPELID, A.B., TREIT, R.L., ERICKSON, S.C., KECK y E.A. GRASSPOOLE (1987) Radiopacity of posterior composite restorations and radiographic detection of secondary caries. Documento nº 825, presentado en *Journal of the American Dental Research*. Chicago.
- FONTARNAU, R.y BEA, A. (1987) A Quick, simple method of replicating for scanning electron microscopy. Applied to the oberthäutohen micro-ornamentation study. *Journal of Herpetology*, 21, 366-368.
- FORSTEN, L. (1977) Fluoride releasee from a glass ionomer cement. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 85, 503.
- GARBER, D.A. *Nuevos horizontes en la Estética Odontológica*. Disertación. Barcelona, Abril 1989.
- GARCIA BARBERO, E. (1986) *Estudio comparativo de diferentes métodos complementarios de retención mecánica en operatoria dental*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- GELB, M.N. y SIMONSEN, B. (1988) Resistance to cusp fracture in Class II prepared and restored premolars. *Journal of prosthetic Dentistry*, 55, 184-185.
- GERALD, J. (1981) Fracture resistance of mandibular molars with occlusal Class I amalgam preparations. *Journal of the American Dental Association*, 103, 580-583.

- GILMORE, H.W., LUND, M.R., BALES, D.J. y VERNETTI, J.P. (1985) *Operatoria Dental*, 4ª Edición, pp. 191-201. Interamericana, México.
- GLANTZ, P.O. y LARSSON, L.A. (1972) Surface roughness of composite resins before and after finishing. *Acta Odontológica Scandinavica*, 30, 335.
- GOLDSTEIN, R.E. (1980) *Estética Odontológica* pp. 3-17. Interamericana, Buenos Aires.
- GOLDSTEIN, R.E. (1988) Blanqueamiento de dientes: Renovada importancia gracias a los nuevos materiales. *Archivos de Odonto Estomatología*, 4, 301-310.
- GOTFREDSEN, P., HORSTED, P., y KRAGSTRUP, J. (1983) Porosity of Restorative Resins. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 91, 312-315.
- GRABER, T.H. (1974) *Ortodoncia teoría y práctica*, pp. 198-209. Interamericana, México.
- GRIMSTONE, A.V. (1981) El microscopio electrónico en biología. *Cuadernos de biología*, pp. 54-61. Omega, Barcelona.
- GRUNDY, J.R. (1985) Finishing posterior composites. *Restorative Dentistry*, 1, 149-158.
- GUILLAUMIN, D. (1980) La pratique du microscope electronique a balayage en biologie. *Techniques de Laboratoire*, nº 3, Masson, Paris.
- GWINETT, A.J. (1981) El grabado ácido. *Clínicas Odontológicas de Norteamérica*, 2, 245-262.
- GWINETT, A.J. (1982) Bonding factors in technique which influence clinical success. *N.Y. State Dental Journal*, 48, 223.
- HAMPSON, E.L. (1984) *Odontología Operatoria*, 4ª Edición, pp. 85-96. Salvat, Barcelona.
- HANNAH, C. y SMITH G.A. (1973) The surface finish of composite restorative materials, *British Dental Journal*, 135, 483-488.

- HANSEN, E.K. y col. (1984) Clinical short term study of marginal integrity of resin restorations. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 92, 374-379.
- HASSAN, F.M. (1980) An investigation about the effect of start polishing time on surface roughness of composite restoratives. *Egyptian Dental Journal*, 26, 97-102.
- HAUSEN, E.K. y ASMUSSEN, E. (1985) A comparative study of dentin adhesives. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 93, 280-287.
- HAYASHI, H. y col. (1974) In vitro Study of discoloration of composite resins. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 32, 66-69.
- HEATH, J.R. y WILSON, H.J. (1976) Surface roughness of restorations. *British Dental Journal*, 140, 131-137.
- HEMBREE, J.M. (1988) Infiltración in vitro de los nuevos sistemas adhesivos dentinarios. *Revista Española de Estomatología*, 36, 159.
- HOOD, J.A. y MALCOLM, P.J. (1981) Determination of residual stresses in the tooth crown. *Journal of Dental Research*, 60, 1075.
- HORTON, C.B., PAULUS, H.M., PELIEN, G.B. y RUDOLPH, J.J. (1977) An evaluation of commercial pastes for finishing composite resin surfaces. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 37, 674-679.
- HOUP, M. y col. (1985) Occlusal composite restorations: 4 year results. *Journal of the American Dental Association*, 110, 351-353.
- HUNGERFORD, M. (1878) Molly Brown.
- HUNT, P.R. (1988) Futuro de la Odontología estética. *Archivos de Odontología Estomatología*, 4, 325-332.
- HUNTSBERGER, J.R. (1965) Adhesion to teeth: Mechanisms and structure. NIDR. Report, 7-16.
- IBSEN, R. y NEVILLE, R. (1977) Odontología restauradora adhesiva, pp. 41. Panamericana, Buenos Aires.
- JACOBSEN, P.H. (1981) The current status of composite restorative materials. *British Dental Journal*, 150, 15.

- JACOBSEN, P.H. (1984) The restoration of Class II cavities by polymeric materials. *Journal of Dental Research*, 12, 47-52.
- JOHNSON, L.N., JORDAN, R.E. y LYNN, J.A. (1971) Effects of various finishing devices on resin surfaces. *Journal of the American Dental Association*, 83, 321-331.
- JORDAN, R.E., y col. (1987). Adhesión dentaria. Composites en Odontología estética. *Técnicas y Materiales*, pp.184-214. Salvat, Barcelona.
- JORDAN, R.E., SUZUKY, M. y GWINETT, A.J. (1981) Conservative applications of acid etch resin techniques. *The Dental Clinics of North America*, 25, 307.
- JORDAN, R.E., SUZUKY, M., GWINETT, A.J. y HUNTER, J.D. (1977) Restoration of fractured and hypoplastic incisors by the acid etch technique. *Journal of the American Dental Association*, 95, 795.
- JORDAN, R.E. (1987) Composites en Odontología estética. *Técnicas y materiales*, pp. 6-20. Salvat, Barcelona.
- JORDAN, R.E. Composites y amalgamas; Nuevos materiales y técnicas. *Disertación*. Barcelona, febrero 1986.
- JORGENSEN, K. y ASMUSSEN, E. (1978) Occlusal abrasion of a composite restorative resin with ultrafine filler, an initial study. *Quintessence International*, 9, 73-78.
- JOYNT, R.B. (1987) Effects of composite restorations on resistance to cuspal fracture in posterior teeth. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 57, 431-435.
- KATZ, S., McDONALD, J.L., STOOKEY, G.K. (1982) *Odontología preventiva en acción*, 3ª Edición, pp. 112-123, Médica Panamericana, Buenos Aires.
- KAY, R.F. (1987) Analysis of primate dental microwear using image processing techniques. *Scanning Microscopy*, 1, 657-662.
- KELSEY, W.P., BLANKENAU, R.J., CAVEL, W.T. y WARNER, R. (1984) Variables affecting surface finish for traditional and hybrid composite resin restorative systems. *Chronicle*, 47, 50-54.

- KENNETH, D., y SNAWDER, D.M. (1984) Manual de Odontopediatría Clínica, pp. 112-140. Labor, Barcelona.
- KIERKES, M.J. (1988) La belleza de la cara desde el punto de vista de la ortodoncia. Archivos de Odonto Estomatología, 4, 311-319.
- KONRAD, D. (1965) Tablas científicas, 6ª Edición. Geigy, Basilea.
- KUDMANN, W. (1988) Investigación sobre la superficie de los composites híbridos. Revista Española de Estomatología, 36, 159-160.
- KUROSAVA, T., HIRABAYASHI, S., HARASHIMA, I. y AIZAWA, M. (1982) Finishing and abrasion of microfilled composites. Tsurumi-Shisaku, 8, 303-308.
- LAMBRECHTS, P., BRAEM, H. y VANHERLE, G. (1988) Roughness of human enamel as additional acceptance standard for posterior composites. Journal of Dental Research, 67, 262.
- LAMBRECHTS, P. y VANHERLE, G. (1982) Observation and comparison of polished composite surfaces with the aid of S.E.M. and Profilometer. Journal of Oral Rehabilitation, 3, 203-216.
- LAMBRECHTS, P., BRAEM, M. y VANHERLE, G. (1987) Evaluation of clinical performance for posterior Composite Resins and Dentin Adhesives. Operative Dentistry, 12, 53.
- LARSON, T.D. (1981) Effect of prepared cavities on the strength of teeth. Operative Dentistry, 61, 2-5.
- LASFARGUES, J.J. y LUSARDI, L. (1986) Dentisterie restauratrice adhésive. Les composites posterieurs. Actualités Odontoestomatologiques, 155, 359.
- LEE, H.L. y ORLOWSKI, J.A. (1977) Differences in the physical properties of composite dental restoratives: suggested causes and clinical effects. Journal of Oral Rehabilitation, 4, 227.
- LEE, H.L. y SWARTZ, M.L. (1970) Scanning Electron Microscope study of composite restorative materials. Journal of Dental Research, 49, 149.
- LEINFELDER, K.F. y LEMONS, J. (1988) Clinical Restorative Material and Techniques. Lea y Febiger, Philadelphia.

- LEINFELDER, K.F. (1985) Odontología restauradora. Resinas compuestas. *Clínicas Odontológicas de Norteamérica*, 29, 377-389.
- LEINFELDER K.F. y col. (1983). Clinical evaluation of posterior composite resin. *General Dentistry*, 275-280.
- LOCQUIN, M. y LANGERON, M. (1985) Manual de microscopia, pp. 101-105 Labor, Barcelona.
- LUI, J.L. y LOW, T. (1982) The surface finish of the new microfile restorative materials. *Journal of Oral Rehabilitation*, 9, 67-82.
- LUTZ, F., LUESCHER, B., OCHSEIVBEIN, K. y MÜHLEMANN, H.R. (1976) *Adhäsive Zahnheilkunde*, 1ª edición, pp. 101-186. Junis Druck y Verlag, Zürich.
- LUTZ, F., y PHILLIPS, R.W. (1983a) A classification and evaluation of composite resin systems. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 50, 480-488.
- LUTZ, F., SETCOS, J.C., PHILLIPS, R.W. y ROULET, J.F. (1983b) Materiales dentales. *Clínicas odontológicas de Norteamérica*, 27, 707-743.
- LUTZ, F., SETCOS, J.C. y PHILLIPS, R.W. (1983c) New finishing instruments for composite resins. *Journal of the American Dental Association*, 107, 575-580.
- LUTZ, F., PHILLIPS, R.W., ROULET, J.F. y SETCOS, J.C. (1984) In vivo and in vitro wear of potential posterior composites. *Journal of Dental Research*, 63, 914-920.
- LUTZ, F., IMFELD, T., MEIER, C.H. y FIRESTONE, A.R. (1979) Composites versus amalgam-comparative measurements of in vivo wear resistance: 1-year report. *Quintessence International Dental Digest*, 10, 77.
- MACCHI, R.L. y GRAIG, R.G. (1969) Physical and mechanical properties of composite restorative materials. *Journal of the American Dental Association*, 78, 328.
- MANNERBERG, F. (1977) Isosit, a new material for restoration of anterior teeth. *Quintessence International Dental Digest*, 8, 23.

- MATSUURA, J. (1982) Surface roughness of composite resin polished by various techniques. *Kokubyo Gakkai Zasshi*, 49,63-72.
- MAYORAL, J. y MAYORAL, G. (1987) *Técnica Ortodóntica. Fundamentos biológicos y mecánicos*, pp. 56. Labor, Barcelona.
- McCABE, J.F. y CADDICK, R.J. (1978) The finishing of composite restorations. *British Dental Journal*, 145,101-104.
- McLAUGHLIN, (1987) Retenedores de adhesión directa, pp. 28-31. *Médica Panamericana*, Buenos Aires.
- McLEAM, J.W. y; WILSON, A.D. (1977) The clinical development of the glass ionomer cements. Formulation and properties. *Australian Dental Journal*, 22,31.
- McLUNDIE, A.C. y MURRAY, F.D. (1974) Comparison of methods used in finishing composite resin. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 31,163-171.
- McLUNDIE, A.C. y MURRAY, F.D. (1972) Silicate cements and composite resins-a scanning electron microscope study. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 27,544.
- MERTZ-FAIRHURST, E.J. y col. (1988) Resultados clínicos de restauraciones con composites colocados sobre caries, en comparación con restauraciones con amalgama. *Archivos de Odonto Estomatología*, 4,204-210.
- MOMOI, Y.(1982) Soflex polishing Strips. *Tsurumi-shigaku*, 8,223-236.
- MONDELLI, J. (1980) Fracture strength of human teeth with cavity preparations. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 43,419-422.
- MORIN, D., DELON, D. (1984) Cusp reinforcement by the acid-etch technique. *Journal of Dental Research*, 63,1075-1078.
- MORRIS, A. (1987) *Las especialidades Odontológicas en la práctica general*. 1ª edición, pp. 179-210. Labor, Barcelona.
- MUNKSGAARD, E.C., IRIE, M. y ASMUSSEN, E. (1985) Dentin-polymer bond promoted by Gluma and various resins. *Journal of Dental Research*, 64,1409-1411.

- NADAL-VALLDAURA, A. (1987) Patología Dentaria. pp.165-177. Rondas, Barcelona.
- NAVAJAS, J.M. (1988) Estudio in vitro sobre la microfiltración gingival en restauraciones de clase II con composites. Avances en Odonto Estomatología, 4,193-198.
- NAVAJAS, J.M. (1987) Influencia de la capa residual dentinaria (Smear layer) sobre la fuerza de adhesión de dos tipos diferentes de adhesivos dentinarios. Avances en Odonto Estomatología, 3, 328-332.
- NAVAJAS, J.M. (1983) Consideraciones sobre el estado actual de las resinas compuestas como material restaurador. Revista Española de Estomatología, 31,181-189.
- NEWMAN, S.M. y PISKOR-DUBLENSKI, R. (1983) Effect of composite restorations on strength of posterior teeth. Journal of Dental Research, 63,523.
- NORTHEAST S.E. y VAN NOORT, R. (1988) Surface Characteristics of finished posterior composite resins. Journal of Dental Materials, 4,278-288.
- NORUSIS, M.J. (1985) Advanced Statistics. SPSS/PC+ for the IBM PC/XT/AT. SPSS inc. Chicago.
- NORUSIS, M.J. (1986) SPSS/PC+ for the IBM PC/XT/AT. SPSS inc., Chicago.
- O'BRIEN, R. (1980) Materiales dentales y su selección. pp.64-82. Médica Panamericana, Buenos Aires.
- PARULA, N. (1975) Resinas acrílicas de autopolimerización. Clínica de operatoria dental. 4ª edición, pp. 187-208. ODA, Buenos Aires.
- PEREZ, I. (1988) Estudio comparativo sobre la recuperación de la resistencia del diente cavitado al obturarlo con diversos materiales. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- PEYTON, F. (1964) Materiales Dentales Restauradores, pp. 371-375. Mundi, Buenos Aires.

- PHILLIPS, R. (1981) Resinas compuestas en odontología, Clínicas Odontológicas de Norteamérica, 2, 199-255.
- PHILLIPS, R.W., AVERY, D.R. MEHHIA, R. y col. (1972) Observations on a composite resin for class II restorations: Two year report. Journal of Prosthetic Dentistry, 28,164.
- PHILLIPS, R.W. (1973) Skinner's Science of Dental Materials, 7ª edición. W.B. Saunders, Philadelphia.
- PINCUS, C. (1967) Cosmetics the psychological fourth dimension in full mouth rehabilitation. The Dental Clinics of North America, 71-88.
- PRICE, R.B. y SUTON, E.J. (1988) Micrographic and profilometric evaluation of the finish produced by diamond and tungsten carbide finishing burs on enamel and dentin. The Journal of Prosthetic Dentistry, 60,311-316.
- PULIDO, M. (1987). Cómo estructurar una tesis doctoral. Archivos de Odonto Estomatología, 3,1-3.
- QUIROZ, L. Odontología Estética. Disertación. Barcelona, abril 1987.
- QUIROZ, L. y LENTZ, D. (1985) The effect of polishing procedures on light-cured composite restorations. Compendium Continual Education in Dentistry, 6,437-439.
- RAZABONI, A.M., VINHA, D., BARBOSA, R., PANZERI, H. y GABRIELLI, F. (1983). Estudo da associaao de Pontas e Discos no tratamento superficial de compositos. RGO, 31,76-81.
- REINHARDT, J.W., DENEHY, G.E., CHAN, K.C., RITTMAN, B.J.,; HEITKAMP, D.J. y SMITH, T.F. (1983) Determining Smoothness of polished microfilled composite resins. Journal of Prosthetic Dentistry, 49,485-490.
- REISBICK, M.H. (1985) Materiales Dentales en Odontología clínica, 1ª Edición, pp. 75-106. Manual Moderno, México.
- RIBA, M.D. (1987) Modelo lineal de análisis de la variancia. Documentos del laboratorio de Psicología Matemática. Universidad autónoma de Barcelona. Bellaterra.

- RING, M.E. (1989) Historia de la Odontología. pp. 16-26. Doyma, Barcelona.
- ROBERT, C.S. (1988) A quantitative study of finishing and polishing techniques for a composite. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 59,292-297.
- ROCK, W. (1974) The effect of etching enamel upon bone strengths with fissure sealant resins. *A. Oral Biology*, 19,875.
- ROTH, F. (1983) Quinze ans d'histoire; trois generations on l'evolution des materiaux composites. *Revue d'Odontoestomatologie*, 12,11-18.
- ROULET, J.F. y BESANCON, H. (1983) Die porosita et von komposits S.S.O., 93,953-959.
- SATOU, N., YUKIHIRO, A., KAGIYANA, Y., YAMANE, I. y; SATOU, J. (1984) Effect of polishing on staining of composite resins with various coloring agents. *Hiroshima Daigaku Shigaku Zasshi*, 16,283-290.
- SAVOCA, D.E., y FELKNER, L.L. (1980) The effect of finishing composite resin surfaces at different times. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 44,167-170.
- SCHLUGER, S. y YUODELIS, R. (1981) Enfermedad periodontal, fenomenos básicos, manejo clínico e interrelaciones oclusales y restauradoras, pp. 110-116. Continental, México.
- SCHWARTZ, D. (1985) Métodos estadísticos para médicos y biólogos. Herder, Barcelona.
- SCHWARTZ, A.M. y GALLIGAN, J.D. (1965) Tooth conditioning agents for promoting adhesion in restorative materials. En: *Adhesive Restorative Dental Materials II*. NIDR Work-shop: U.S. Public Health Service Publication, 1494.
- SEIDE, L. (1983) Odontología restauradora. Enfoque dinámico e integral, pp. 487-489. Panamericana, Buenos Aires.
- SENOUSSI, J. (1986) Dentisterie restauratrice adhesive. *Actualités Odonto Stomatologiques*, 155, 427-433.

- SHEETS, C.G. (1988) La odontología moderna y el paciente preocupado por la estética. *Archivos de Odonto Estomatología*, 4, 320-324.
- SILVERSTONE, F. (1981) El microscopio electrónico en biología. Cuadernos de biología. Omega, Barcelona.
- SIMONSEN, R., THOMPSON, V. y BARRACK, G. (1984) Técnica de grabado ácido en prótesis de puentes. *Puentes de Maryland*, pp. 37-38. Panamericana, Buenos Aires.
- SODERHOLM, K.J. (1983) Leaking of fillers in dental composites. *Journal of Dental Research*, 62,126.
- SODERHOLM, K.J., ZIGAN, M., RAGAN, M. y col. (1984) Hydrolytic degradation of dental composites. *Journal of Dental Research*, 63,124-128.
- STAMPALIA, L.L (1986) Fracture resistance of teeth with resin-bonded restorations. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 55,694-698.
- STURDEVANT, C.M. (1986) Arte y ciencia de la operatoria dental, 2ª edición. pp. 331-363. Médica Panamericana, Buenos Aires.
- SUÑOL, L. (1986) Obturaciones estéticas en posteriores. Análisis de la situación actual. *Revista Española de Estomatología*, 6,417-427.
- TEMPLE B.J. (1974) Principles and techniques of Scanning Electron Microscopy, biological applications, pp. 2-29. M.A. Hayat, USA.
- TOBIAS, R.S. y col. (1978) Pulpal response to a glass ionomer cement. *British Dental Journal*, 144, 345.
- TOUATI, B. XXV Congreso Nacional y V Internacional de Odontología y Estomatología. Curso de Nuevos horizontes en materiales y técnicas para la prótesis adhesiva. Disertación. Torremolinos, Junio 1989.
- VALE, W.A. (1956) Cavity Preparation. *Irish Dental Revue*, 2,33-41.
- VALENTINE, C.W. (1988) Restauraciones con resinas compuestas en odontología estética. *Archivos de Odonto Estomatología*, 4,261-267.
- VAN NOORT, R. y DAVIS, L.G. (1984) The surface finish of composite resin restorative materials. *British Dental Journal*,157,360-364.

- VANHERLE, G. y SMITH, D.C. International Symposium on posterior Composite Resin dental Restorative Materials. Minnesota, 1985.
- WEITMAN, R.T. (1975) Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *Journal of the American Dental Association*, 91,101-106.
- WET, F.A. y FERREIRA, M.R. (1982) Polishing procedurs for microfilled resins. *Taundheelkd ver South Afrika*, 37,797-803.
- WET, F.A. y HARDWICK, F.K. (1984) New polishing instruments for resin restoratives. *Taundheelkd ver South Afrika*, 39,204-205.
- WILDER, A.D., MAY, K.N. y LEINFELDER, K.F. (1983) Three year clinical study of U.V. cured composite resins in posterior teeth. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 50,26-30.
- WILDER, A.D. y col. (1984) Five years clinical study of U.V. polymerized composites in posterior teeth. *Journal of Dental Research*, 63,1497.
- WU, W. y McKINNEY, J.E. (1982) Influence of chemicals on wear of dental composites. *Journal of Dental Research*, 61,1180.
- ZIDAN, O., ASMUSSEN, E. y JORGENSEN, K.D. (1982) Microscopical analysis of fractured restorative resin etched enamel bonds. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 90,286-291.