



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Estudio Geológico y Metalogenético del Basamento Precámbrico del Sáhara Occidental

Saleh Lehibb Nayem

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.

4.3. EL DOMINIO DE CHOUM-RAG EL ABIAD-LAYUAD: GEOQUIMICA DE ROCA TOTAL

4.3.1. INTRODUCCION

En el dominio de Choum-Rag el Abiad-Layudad se reconocen numerosos litotipos de rocas cristalinas, el estudio petrológico y geoquímico detallado de las cuales no puede realizarse en esta tesis, cuyo enfoque es regional.

No obstante, a fin de tener una visión preliminar de la geoquímica de algunas de las rocas más representativas del área, y para comparar la clasificación de algunas de estas rocas con la previamente obtenida con los datos de la microscopía óptica de luz transmitida, se ha estudiado la geoquímica de elementos mayores y trazas algunos de estos tipos de rocas. De este modo, nos hemos centrado especialmente en aquellas rocas que por sus características mineralógicas evidencian mayor complejidad y, obviamente, en las utilizadas para la obtención de datos geocronológicos. Por otra parte, se expone los datos disponibles por si pueden ser de interés para otros investigadores para completar en el futuro sus propias bases de datos.

Por consiguiente, en este apartado presentaremos datos geoquímicos de análisis de roca total y de elementos traza de algunos granitoides y gneises del basamento del dominio de Choum-Rag el Abiad-Layudad, así como de algunas rocas de tendencia alcalina del Paleoproterozoico de la misma zona. Con ello, se puede comparar la historia geológica de este sector con la de los sectores vecinos, en particular, con la del dominio de Tasiast-Tijirit-Auserd.

4.3.2. CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS SELECCIONADAS

En primer lugar, se ha representado algunas de las rocas de la zona, a efectos de clasificación, en el diagrama TAS de Cox et al. (1979), modificado por Wilson (1989) para

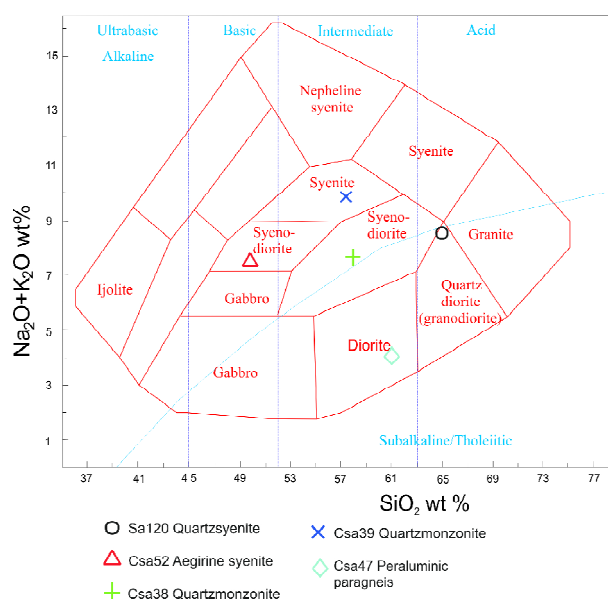


Figura 4.3.1. Representación de los análisis químicos de rocas ígneas de la zona de Choum-Rag El Abiad-Layudad en el diagrama TAS de Cox et al. (1979) modificado para rocas plutónicas por Wilson (1989).

Figure 4.3.1. Representation of the chemical analyses of igneous rocks from the Choum-Rag el Abiad-Layudad zone in the TAS diagram of Cox et al. (1979) modified for plutonic rocks after Wilson (1989).

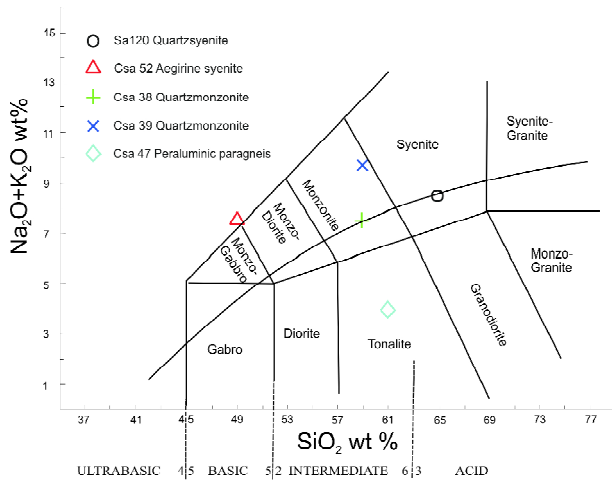


Figura 4.3.2. Representación de los análisis químicos de rocas ígneas de la zona de Choum-Rag El Abiad-Layudad en el diagrama de TAS adaptado a rocas plutónicas de Middlemost (1994).

Figure 4.3.2 Representation of the chemical analyses of igneous rocks from the Choum-Rag El Abiad-Layudad zone in the R1-R2 diagram adapted to plutonic rocks of Middlemost (1994).

las rocas plutónicas (fig. 4.3.1). Como puede apreciarse en este diagrama, la clasificación de cada una de las rocas que así se obtiene se corresponde a grandes rasgos con la obtenida con los métodos petrográficos cualitativos (análisis modal).

Por otra parte, en el gráfico TAS adaptado a rocas plutónicas por Middlemost (1994) se evidencian rocas básicas alcalinas, que pueden clasificarse como essexitas (muestra csa52), si bien la mayor parte de rocas quedaría comprendida en el dominio intermedio y sólo una (sa120, intrusivo granítico de Layudad) se podría representar en el campo más ácido; fig. 4.3.2). Además, puede observarse que buena parte de los gneises de la zona son de afinidad monzónica, como también lo son algunos de los intrusivos tardíos.

En cuanto a los gneises peraluminicos, los diagramas que hemos utilizado no evidencian este carácter peraluminico, de modo que se representan en el campo calcoalcalino, representándose en los campos tonalíticos o dioríticos según el diagrama utilizado (caso de la muestra csa47).

En cambio, la representación de los mismos análisis en el diagrama R1-R2 de De la Roche et al. (1980) adaptado por Le Bas (2006) ofrece ligeras divergencias con lo observado en la petrografía, especialmente en lo que atañe a las rocas monzónicas, una de las cuales se desplaza hacia el campo de la sienita (fig. 4.3.3).

Todas estas variaciones pueden ser atribuibles a modificaciones locales de la composición química inducidas por la circulación generalizada de fluidos hidrotermales por las zonas de cizalla contiguas a los intrusivos. Estas zonas de cizalla son muy continuas en todo el Sáhara Occidental.

Por otra parte, en la zona considerada hay abundantes diques de diabasas cuya intrusión muy generalizada y desarrollada a escala muy penetrativa (con diques paralelos situados a muy poca distancia, a veces pocas decenas de metros el uno del otro) puede haber inducido asimismo una circulación general de fluidos hidrotermales que puede haber contribuido a modificar la composición química original de la roca.

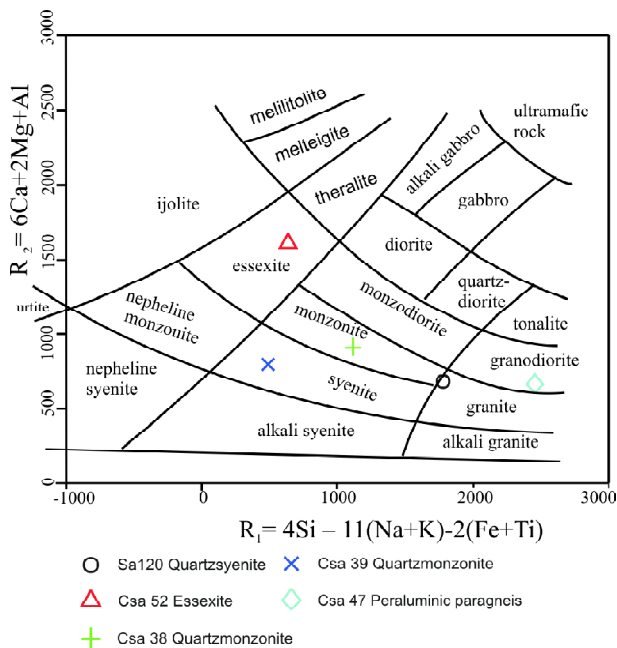


Figura 4.3.3. Representación de los análisis químicos de rocas ígneas de la zona de Choum-Rag El Abiad-Layudad en el diagrama de milicaciones R1-R2 de De la Roche et al. (1980) revisado or Le Bas (2006).

Figure 4.3.3 Representation of the chemical analyses of igneous rocks from the TChoum-Rag El Abiad-Layudad zone in the R1-R2 diagram of De la Roche et al. (1980), revised by Le Bas (2006).

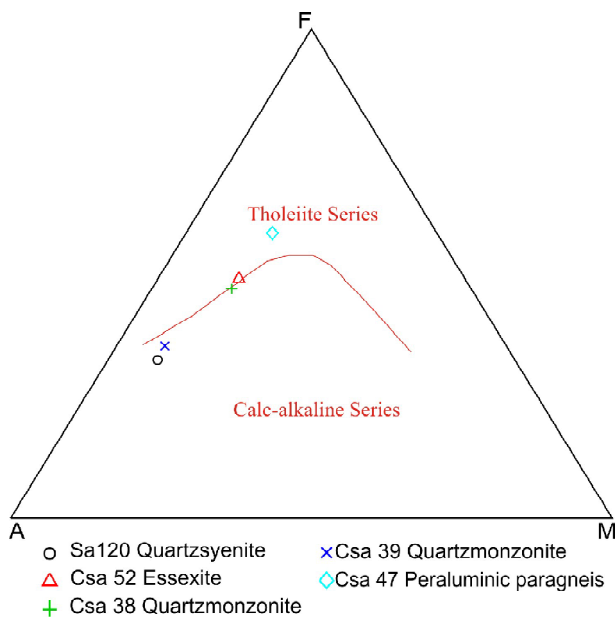


Figura 4.3.4. Representación de los datos de la norma CIPW de rocas de Choum-Rag El Labiad-Layuad en el diagrama AFM de Irvine y Baragar (1971).

Figure 4.3.4. Ternary plot of the normative CIPW data of trocks from the Choum-Rag El Labiad-Layuad domain in the AFM diagram by Irvine and Baragar (1971).

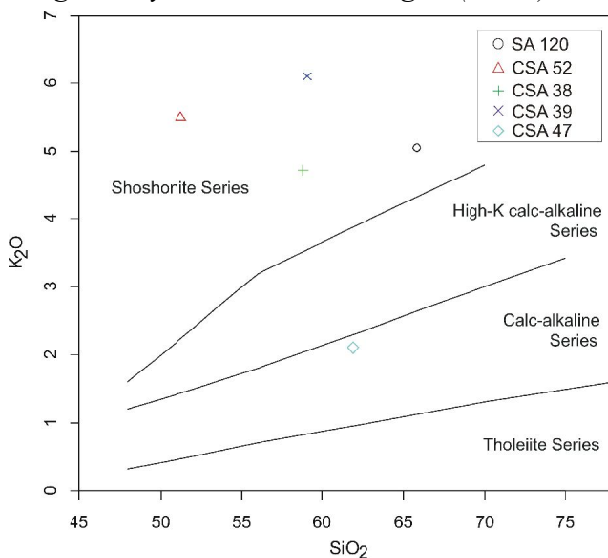


Figura 4.3.5. Representación de los análisis de SiO_2 y K_2O de rocas de la zona de Choum-Rag El Abiad-Layuad en el diagrama de Peccerillo y Taylor (1976) para discriminación de series tholeiíticas, calcoalcalinas y shoshoníticas.

Figure 4.3.5. Representation of the analyses of SiO_2 and K_2O of rocks from the Choum-Rag El Abiad-Layuad domain in the diagram of Peccerillo and Taylor (1976) used for the discrimination between tholeiitic, calc-alkaline and shoshonitic series.

4.3.3. GEOQUIMICA DE ELEMENTOS MAYORES

Para la discriminación geoquímica de los granitoides de la zona se ha utilizado los diagramas convencionales.

En el diagrama AFM propuesto por Irvine y Baragar (1971) puede verse que la mayor parte de las rocas ígneas analizadas presentarían afinidades calcoalcalinas (este gráfico no tiene en cuenta las rocas alcalinas), si bien alguna parece que se representaría, aparentemente, en el campo tholeiítico; éste sería el caso, de acuerdo con este gráfico, de los gneises clasificados mediante la petrografía como peraluminicos (muestra CSA47; fig. 4.3.4).

En cambio, en el diagrama SiO_2 - K_2O de Peccerillo y Taylor (1976) estos mismos gneises se representarán en el dominio calcoalcalino, mientras que el resto de las muestras, correspondientes a granitoides monzoníticos y sienitas, más ricos en potasio, se representarían en el campo de las rocas shoshoníticas (pero cabe tener en cuenta que la mayor parte de las rocas analizadas hasta el momento son claramente alcalinas y el diagrama de Peccerillo y Taylor (1976) está pensado más bien para representar a las de afinidades subalcalinas).

4.3.4. GEOQUIMICA DE ELEMENTOS TRAZAS

Los elementos traza son usados frecuentemente para la investigación de los ambientes geodinámicos de génesis y emplazamiento de las rocas ígneas. Teóricamente algunos de ellos se reputan clásicamente como inmóviles y, por lo tanto, no modificados durante los procesos metamórficos o hidrotermales. No obstante, la experiencia demuestra que esto no siempre es cierto, aunque su uso es muy aceptado y generalizado.

Teniendo en cuenta el carácter alcalino de las rocas ígneas analizadas en el dominio de n el caso de la zona de Choum-Rag El Labiad-Layuad hemos representado las variaciones de

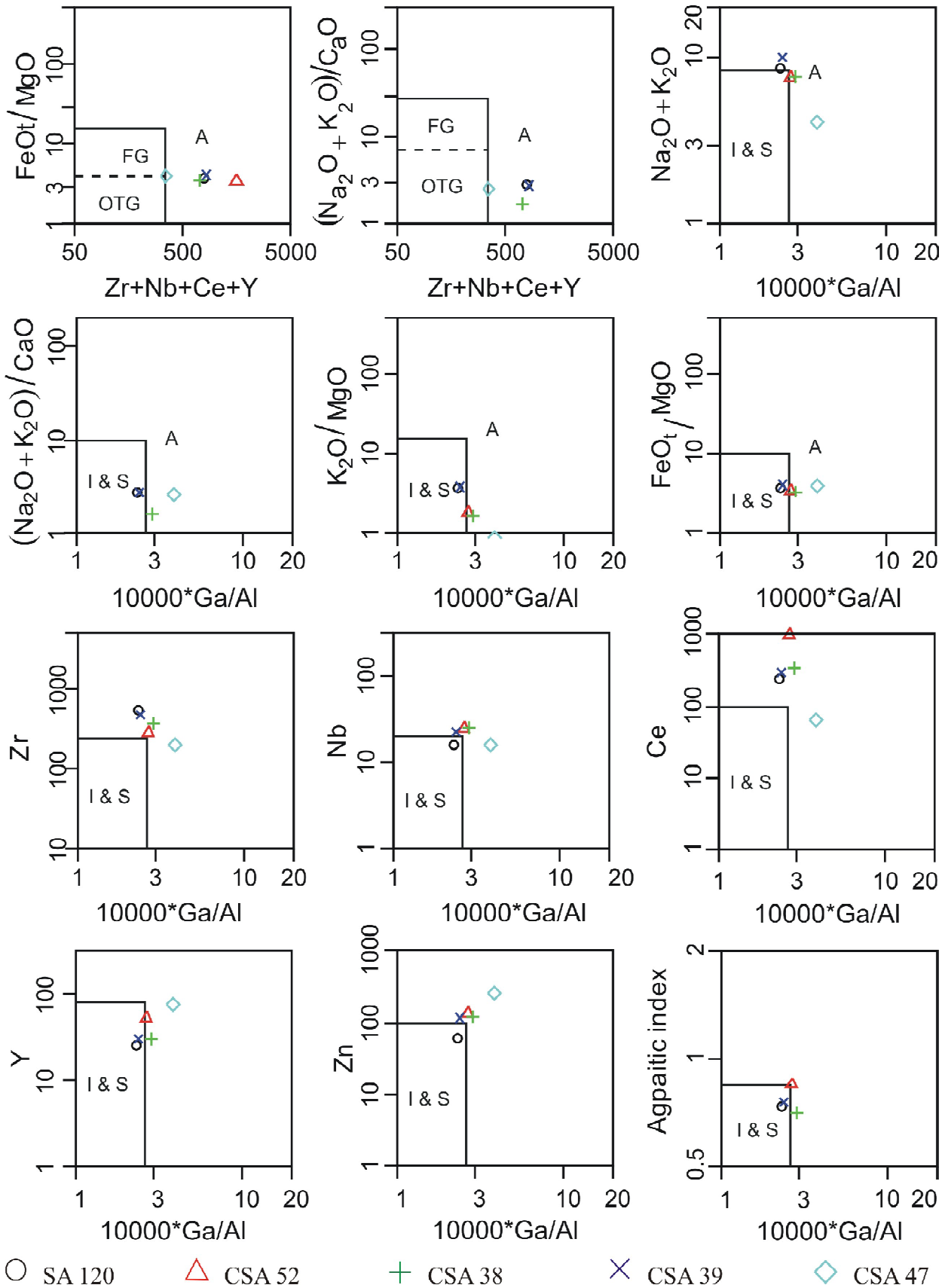


Figura 4.3.6. Diagramas de Whalen et al. (1987) para reconocer granitos anorogénicos. La mayor parte de los análisis se representan en el campo anorogénico (A). S, granitos S; I, granitos I, FG, granitoides félsicos diferenciados, OTG, granitoides no diferenciados.

Figure 4.3.6. Diagrams by Whalen et al. (1987) to identify anorogenic granitoids. Most of the analyses fall in the anorogenic domain (A). S, S granites; I, I granites, FG, differentiated felsic granitoids, OTG, undifferentiated granitoids.

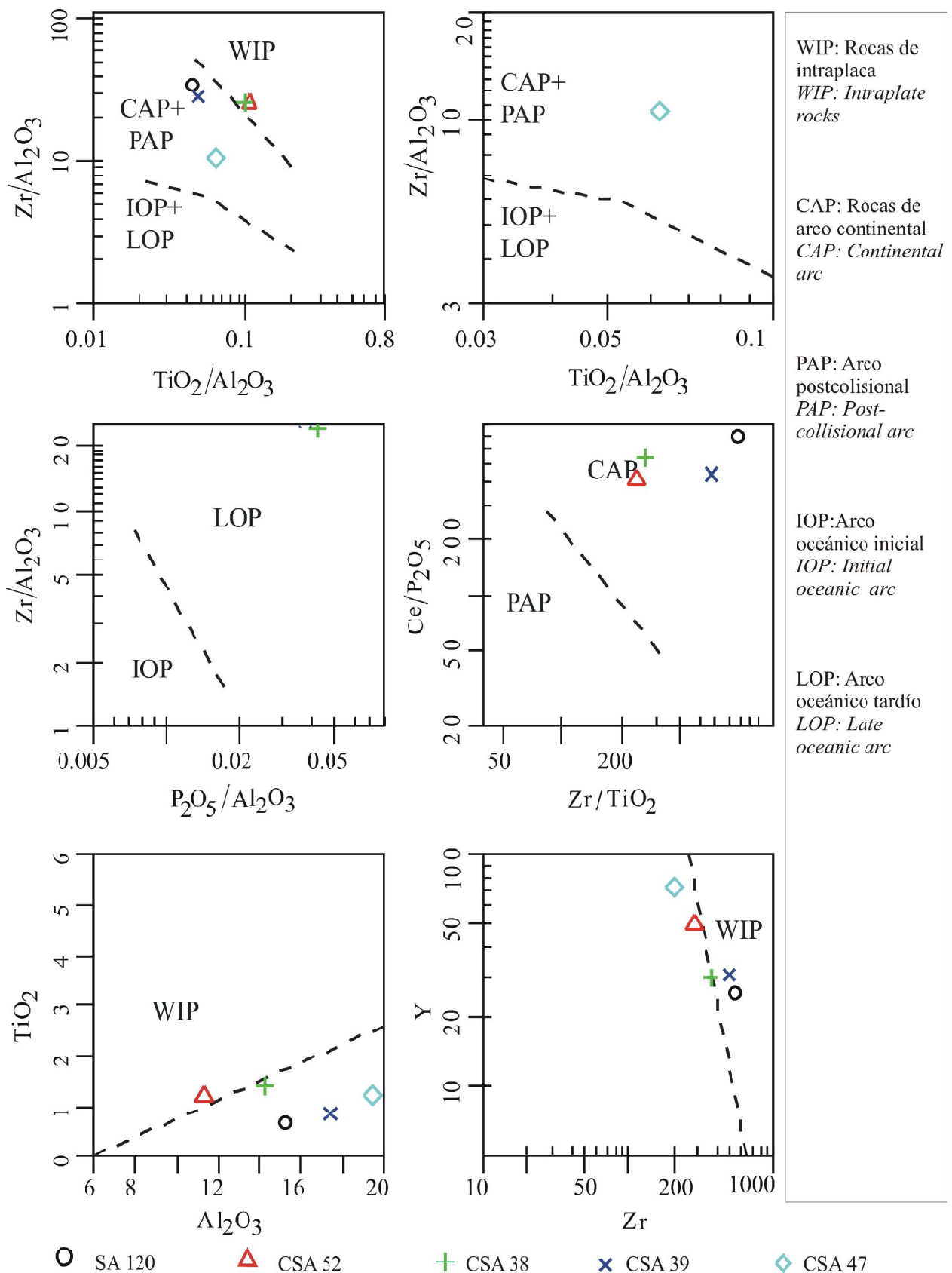


Figura 4.3.7. Representación de los análisis geoquímicos de rocas del dominio de Choum-Rag El Abiad-Layud en los diagramas de Müller et al. (1992) para clasificación tectónica de rocas potásicas.

Figure 4.3.7. Representation of the geochemical analyses of some rocks from the Choum-Rag el Abiad-Layud domain in the diagrams by Müller et al. (1992) for tectonic classification of potassic rocks.

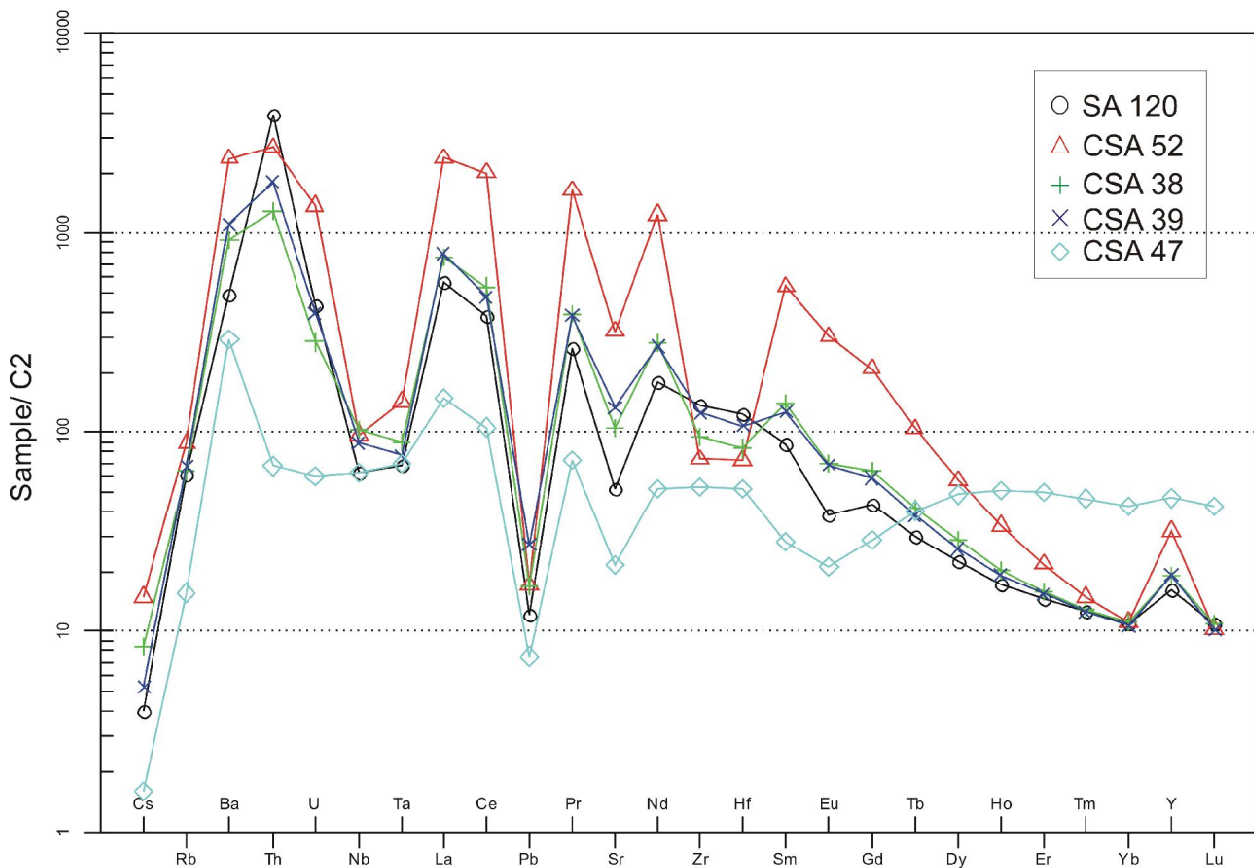


Figura 4.3.8. Representación de los análisis multielementales (spider) de elementos traza de rocas ígneas del dominio de Choum-Rag el Abiad-Layuad en el diagrama de normalización respecto a condritos (con los datos de Sun y Mc Donough, 1989).

Figure 4.3.8. Representation of the multielemental analyses (spider) of trace elements in the igneous rocks from the Choum-Rag el Abiad-Layuad domain in the chondrite normalization diagram (data from Sun and McDonough (1989)).

Rb, Y, Nb y Ta en algunos de los diagramas para caracterizar a los granitoides de tipo A propuestos por Whalen et al. (1987). Como puede verse (fig. 4.3.6), muchos de los análisis quedan dentro del campo de los granitoides anorogénicos, aunque buena parte quedan dentro del campo de los granitoides de tipo I o S. Por consiguiente, debe esperarse a tener una población de muestras mucho más numerosa para discriminar con precisión, puesto que en el trabajo original de estos autores donde se proponen estos diagramas también algunos de los valores de rocas alcalinas certificadas se representan en los campos de tipo I o S.

Los diagramas de clasificación de Müller et al. (1992) han sido utilizados también a menudo para discriminar los ambientes

geotectónicos rocas de las series potásicas, si bien están más pensados para las rocas volcánicas. En este caso, dada la afinidad shoshonítica de algunas de las rocas hemos representado los valores de los elementos traza en estos diagramas. De acuerdo con estos valores, parece que algunas de estas rocas podrían haberse formado en dominios de arco continental (fig. 4.3.7).

Por otra parte, en el análisis multielemental de elementos traza (fig. 4.3.8) pueden observarse acusadas diferencias entre los espectros de los paragneises (muestra csa 47) y el resto de rocas del área, las cuales en cambio se parecen bastante entre ellas y podrían tener un origen común. Además, se aprecia que no existe la anomalía negativa acusada de Nb que es típica de las rocas de

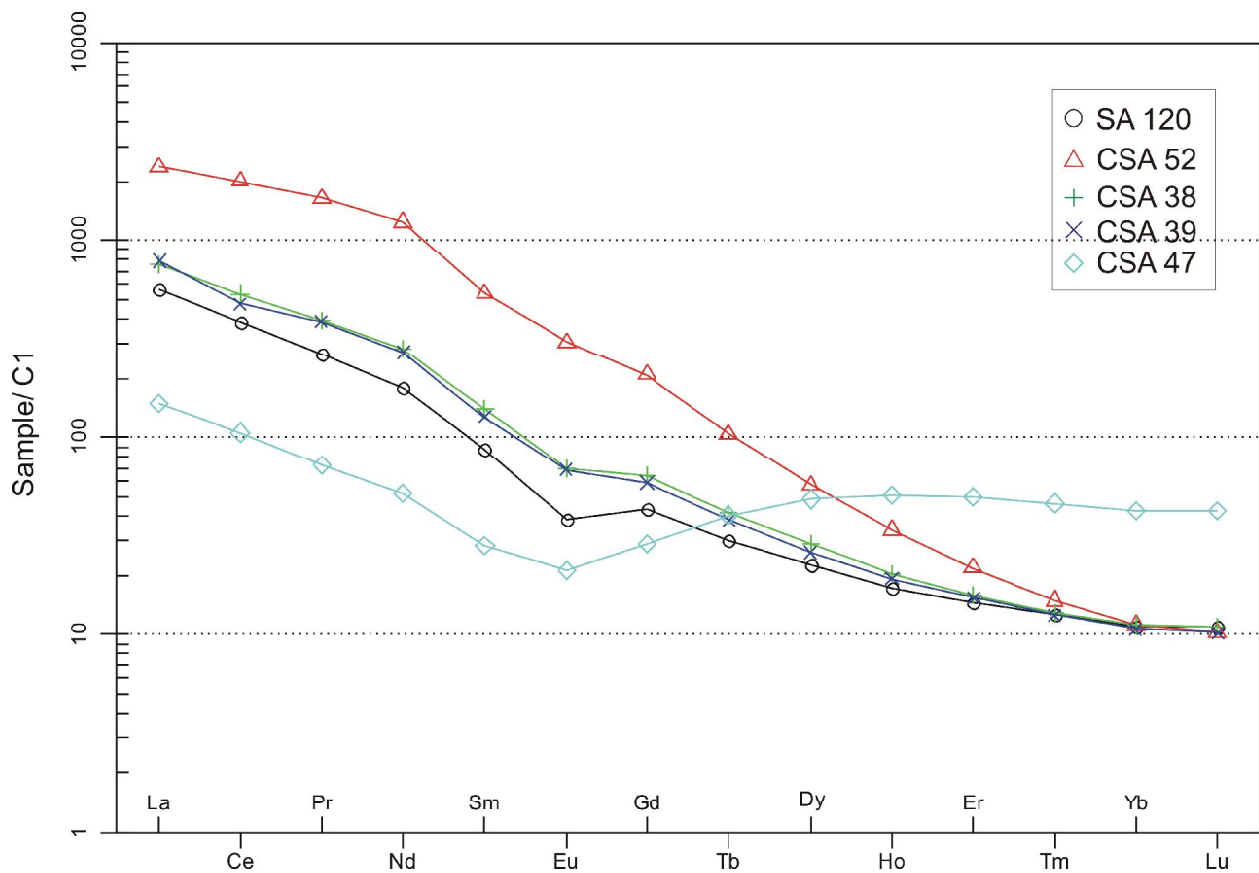


Figura 4.3.9. Representación de los análisis de los elementos de tierras raras de rocas ígneas del dominio de Choum-Rag el Abiad-Layuad en el diagrama de normalización respecto a condritos (con los datos de Sun y Mc Donough, 1989).

Figure 4.3.9. Representation of the rare earth element analyses of the igneous rocks from the Choum-Rag el Abiad-Layuad domain in the chondrite normalization diagram (data from Sun and McDonough (1989)).

arcos volcánicos, si bien Müller et al. (1992) desaconsejan el uso de estos diagramas en las rocas potásicas como las aquí descritas. Por otra parte, la anomalía negativa de Sr también asemejaría estos patrones a los de las rocas de intraplaca.

Finalmente, los análisis de elementos de las REE parecen rubricar un origen común para las rocas analizadas, con excepción de la muestra de paragneises. En esta destaca un diagrama muy plano, con una anomalía negativa muy clara en MREE (fig. 4.3.9)

