



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Estudio Geológico y Metalogenético del Basamento Precámbrico del Sáhara Occidental

Saleh Lehib 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.

6.3. EL DOMINIO DE SFARIAT-BU DAIRA: GEOQUIMICA MINERAL

6.3.1. INTRODUCCION

Aunque debido a la amplia extensión de los objetivos de la tesis no se podía entrar en detalle en este tema, la geoquímica de algunos minerales tiene una enorme importancia desde el punto de vista metalogénico. No obstante, se han realizado estudios muy preliminares sobre la composición química de algunas de las rocas de unos de los objetivos metalogénicos de primer orden, el complejo estratiforme de Bir Malhat, aprovechando las primeras muestras obtenidas en el campo. Estas muestras fueron procesadas en el marco del trabajo de BSc de Núria Bach (Bach, 2013).

6.3.2. COMPLEJO ESTRATIFORME DE BIR MALHAT

Como se recordará, en el complejo estratiforme de Bir Malhat hay una amplia diversidad de rocas: anortosíticas, gabroicas, peridotíticas, etc. Además, hay grandes reservas de cromititas estratiformes y de cuerpos de magnetita vanádica. Este conjunto de rocas se encuentra afectado por metamorfismo en facies anfíbolitas.

En este apartado se tratará exclusivamente la composición de algunos de los minerales primarios restíticos de Bir Malhat, principalmente, algunos piroxenos y cromita. Estos análisis deben considerarse como resultados preliminares.

6.3.2.1. Plagioclasa

La plagioclasa se encuentra en posiciones cumulares en las anortositas de bir Malhat, así como en los cuerpos de gabro y las pegmatitas gabroicas. No obstante, como se recordará en muchos de los casos en las láminas delgadas se observa que la plagioclasa no habría mantenido su composición primitiva sino que se debería haber reequilibrado durante el metamorfismo regional en facies anfíbolitas. No obstante, en algunas de las rocas menos metamorfizadas parece haber mantenido su composición original, como en el caso de las anortositas o algunos gabros donde se mantienen todavía los piroxenos sin haber sido retrogradados a anfíboles.

De este modo, con carácter preliminar, se ha analizado la plagioclasa de una anortosita típica de la zona centro del complejo estratiforme de Bir Malhat (muestra B89), en la que todavía se mantiene la textura cumulus original de la plagioclasa y que todavía mantiene los cristales de clinopiroxeno originales. Estos cristales no están zonados y su composición parece ser homogénea.

Además, se ha analizado plagioclasa de una pegmatita gabroica de la zona norte del mismo complejo (muestra B81b). En estos últimos cristales es posible que sí que haya habido una recristalización, puesto que la plagioclasa se ve intercrecida con anfíbol de origen metamórfico (véanse las imágenes correspondientes en el apartado de petrografía).

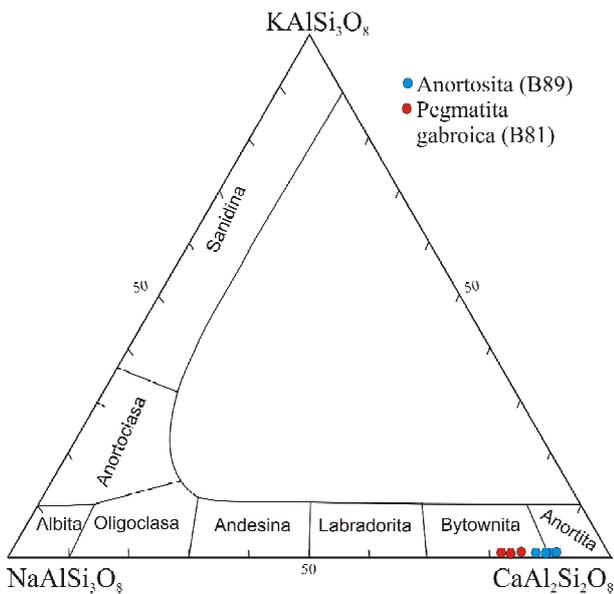


Figura 6.3.1. Representación de los análisis químicos de los cristales de plagioclasa de diversas rocas del complejo estratiforme de Bir Malhat en el diagrama Ab-Or-An de los feldspatos.

Figure 6.3.1. Representation of the chemical analyses of the plagioclase crystals of different rocks from the stratiform Bir Malhat complex in the Ab-Or-An diagram of the feldspars.

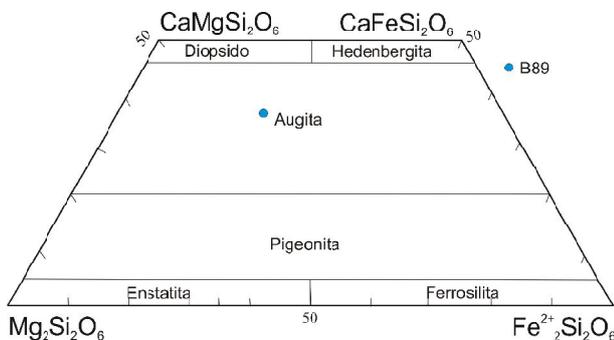


Figura 6.3.2. Representación de análisis químicos de cristales de piroxeno de Bir Malhat en el diagrama cuadrilateral de Morimoto et al. (1988).

Figure 6.3.2. Representation of the chemical analyses of pyroxene crystals from Bir Malhat in the quadrilateral diagram (Morimoto et al., 1988).

La composición de las plagioclasas de las anortositas de la zona centro de Bir Malhat analizadas hasta el momento es muy cálcica (fig. 6.3.1), quedando en el campo de la

anortita y de la bytownita, lo que sugiere que estas rocas tienen una composición muy diferenciada y posiblemente originaria de la parte más basal de las anortositas, aunque no puede descartarse que en la parte superior del complejo puedan existir composiciones más sódicas. En todo caso, como sería de esperar, no presenta contenidos significativos de K_2O . Por otra parte, se desconoce por el momento cuál puede ser la composición de las plagioclasas secundarias en este tipo de rocas equilibradas por metamorfismo con los anfíboles.

Por otra parte, la composición de la plagioclasa de los cuerpos de pegmatitas gabroicas de la zona norte de Bir Malhat es ligeramente más sódica que la anteriormente citada, quedando su composición dentro del intervalo correspondiente a la bytownita (fig. 6.3.1); por otra parte, tampoco presenta contenidos apreciables en K_2O . No obstante, debe tenerse en cuenta que estas pegmatitas sí que parecen estar reequilibradas durante el metamorfismo porque presentan anfíboles verdes en vez de piroxenos.

6.3.2.2 . Clinopiroxeno

Como se recordará, el clinopiroxeno es raro en el complejo, puesto que se encuentra casi siempre reemplazado por anfíboles. No obstante, se ha podido analizar el piroxeno en la misma muestra de anortosita que para el caso de la plagioclasa, la muestra B89, de la zona centro de Bir Malhat.

El clinopiroxeno estudiado hasta el momento queda comprendido dentro del campo cuadrilateral (fig. 6.3.2); más precisamente, la composición de los clinopiroxenos queda dentro del campo de la augita. Se desconoce por el momento si existen variaciones composicionales desde los tramos basales a los superiores del intrusivo, aunque éste es un extremo que debe investigarse con mucho más detalle con un mayor número de muestras. Tampoco se aprecia zonaciones evidentes dentro de los cristales de clinopiroxeno, que parecen ser muy homogéneos.

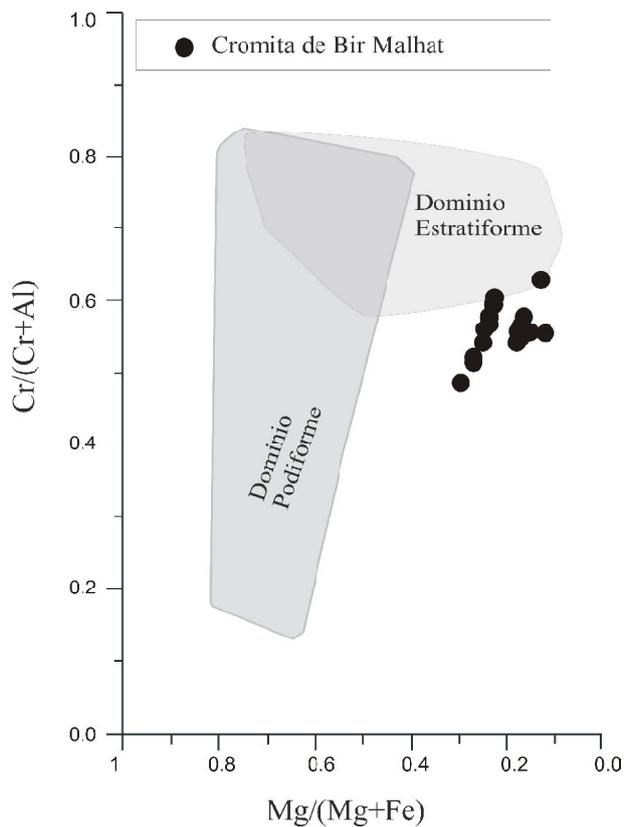


Figura 6.3.3. Análisis de cromita de Bir Malhat; campos de cromita podiforme de Irvine (1967) y estratiforme de Leblanc y Nicolas (1992).

Figure 6.3.3. Chromite analyses from Bir Malhat; domains of podiform chromite after Irvine (1967) and stratiform after Leblanc and Nicolas (1992).

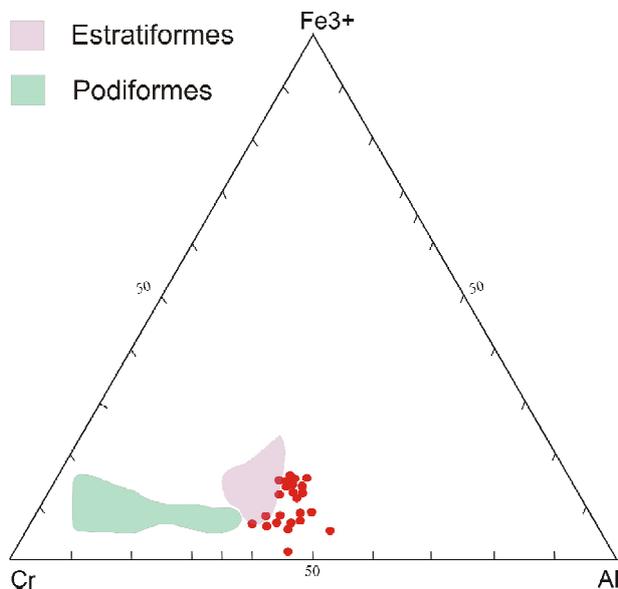


Figura 6.3.4. Análisis de cromita de Bir Malhat representados en el diagrama de Lord et al. (2004).

Figure 6.3.4. Chromite analyses from Bir Malhat represented on the diagram after Lord et al. (2004).

6.3.2.3. Cromita

La cromita es uno de los minerales más importantes del Sáhara en cuanto a significado metalogénico, formando cuerpos estratificados de continuidad kilométrica y de varios metros de potencia, por lo que las reservas son enormes. No obstante, es importante conocer su proporción química para definir sus posibles aplicaciones industriales.

De acuerdo con el diagrama de la figura 6.3.3, las cromitas de las cromititas de Bir Malhat podrían clasificarse en su casi totalidad como cromitas s.s., pues tienen una relación $Cr/(Cr+Al)$ superior a 0,5 en la mayoría de los casos y una relación de $Mg/(Mg+Fe^{2+})$ inferior a 0,5, con una proporción de FeO entre 25 y 30% en peso de FeO y de entre 4-6 % en peso de MgO. Por otra parte, el componente magnetita o el de hercinita son asimismo relativamente bajos, con una baja proporción de Fe^{3+} , sólo entre 6-10% en peso de Fe_2O_3 (fig. 6.3.4). Por otra parte, los contenidos de titanio son asimismo relativamente bajos, sólo entre un 0,2 y 0,5 % en peso de TiO_2 . En los análisis realizados hasta el momento no se han encontrado proporciones significativas de V (como máximo hasta 0,3 % en peso de V_2O_3) o de Zn (como máximo, hasta 0,2 % en peso de ZnO).

Estos datos químicos concuerdan con los esperables teniendo en cuenta las propiedades ópticas de estos cristales, pues son opacos en microscopía de luz transmitida pero con muy baja reflectividad en microscopía de luz reflejada.

No se dispone por el momento de análisis de cromita realizados de forma sistemática a lo largo de diferentes posiciones en la columna estratigráfica del complejo de Bir Malhat, por lo que de momento no puede extraerse información acerca de posibles tendencias en la cristalización de este mineral a lo largo del proceso.

Por otra parte, el análisis de los gráficos de las mismas figuras 6.3.3 y 6.3.4 deja entrever que estas cromitas están reequilibradas pues sus composiciones no se adaptan a los campos de las cromititas

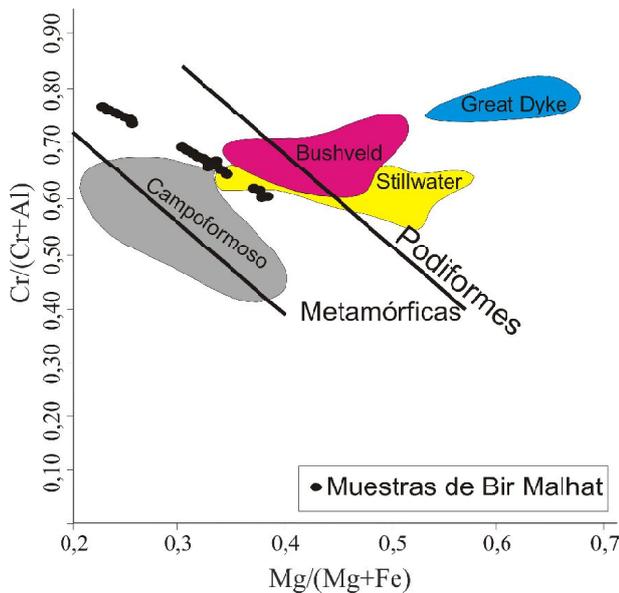


Figura 6.3.5. Análisis de cromita de Bir Malhat representados en el diagrama de Lord et al. (2004) mostrando los campos de cromitas primarias podiformes y estratiformes y metamorfozadas (Campoformoso).

Figure 6.3.5. Chromite analyses from Bir Malhat represented on the diagram after Lord et al. (2004) showing the fields of the primary chromites in stratiform and podiform deposits and those metamorphosed (Campoformoso).

estratiformes o podiformes, si bien se asemejan más a las primeras. Por otra parte, la representación de las cromitas en el diagrama de Lord (2004), que compara los campos de cromitas primarias en depósitos estratiformes y podiformes típicos con los de depósitos metamorfozados como el de Campoformoso en Brasil, permite observar que la composición de las cromitas de Bir Malhat se aparta de la de los depósitos primarios aunque no coincide tampoco con el tipo de metamorfismo que deb haber experimentado la de los brasileños (fig. 6.3.4).

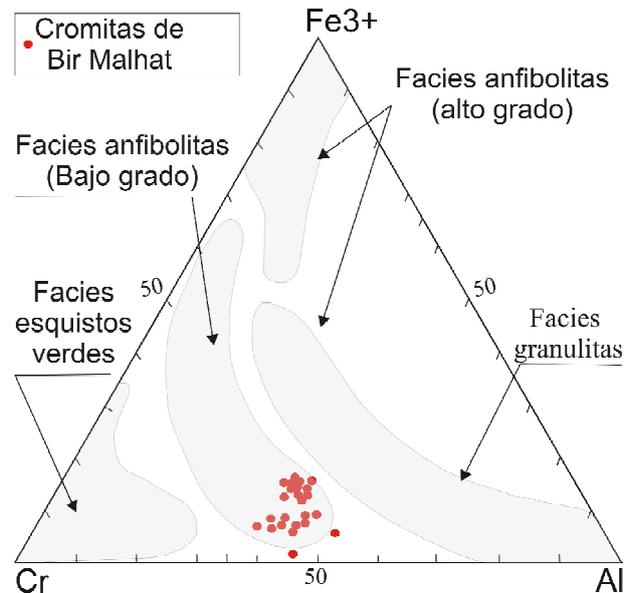


Figura 6.3.6. Análisis de cromita de Bir Malhat representados en el diagrama de Suita y Strider (1996) con la variación de la composición de la cromita según el grado metamórfico.

Figure 6.3.6. Chromite analyses from Bir Malhat represented on the diagram by Suita and Strider (1996) showing variations of chromite composition with metamorphic grade.

Si se representa estas mismas composiciones en el diagrama de Suita y Strider (1996) puede apreciarse que las cromitas de Bir Malhat se representan en campo composicional de las cromitas afectadas por metamorfismo regional en la parte baja de las facies anfíbolitas, aspecto que concuerda con lo observado en las metabasitas encajantes mediante el estudio petrográfico, en el que se reconocieron en los metagabros asociaciones con tremolita-actinolita-plagioclasa y, en ocasiones, epidota o clinozoisita (véase apartado 6.2).