



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.

8.5. LOS MAURITÁNIDES: GEOCRONOLOGIA E HISTORIA GEOLÓGICA

8.5.1. INTRODUCCION

Se han podido realizar algunos pocos análisis geocronológicos de esta zona, concentrados en las rocas de tendencia alcalina. No obstante, estos datos pueden complementarse o contrastarse con los de otros autores que, en este caso, si han trabajado en el área considerada. Aún así, los datos siguen siendo escasos, puesto que, como se verá, la mayor parte de los estudios se han realizado sobre los granitoides más tardíos o reflejan reequilibrios metamórficos, pero permiten empezar a dejar entrever el conjunto de procesos que han configurado la geología del área.

Realizaremos la descripción de eventos a partir de los datos bibliográficos y propios sobre cada uno de los dominios mayores (Occidental, Central, Oriental), pues su historia geológica debería ser considerada diferente si se acepta que pueden corresponder a terranes diferentes.

8.5.2. GEOCRONOLOGIA DEL DOMINIO OCCIDENTAL

De esta franja, pese a ser la más cercana a la cosat, paradójicamente es de la que se dispone de menos datos. Como se recordará, consta de un basamento cristalino, en el que hay intrusiones de rocas menos deformadas.

Basamento cristalino del dominio occidental

Sólo se dispone, por el momento, de una datación de un gneis granítico de la zona de Hayérat Togba, que retorna una edad de 2913 ± 9 Ma por el método de U/Pb (Villeneuve et al., 2014). Esta edad correspondería a la parte superior del Mesoarcaico.

Intrusivos tardíos del dominio occidental

Una toba riolítica al S de Gezmayet, en el límite con la zona central, da una edad U/Pb en zircón de 606 ± 6 Ma (Gärtner et al., 2014). Pese a que se ha dado como la edad de cristalización, es posible que sea la edad del metamorismo, puesto que edades análogas han sido atribuidas a una deformación relacionada con la Orogenia Panafricana en el mismo trabajo citado.

Montero et al. (2015) encuentran una edad de 421-410Ma en un granito de afinidad calcoalcalina/alcalina de la zona de Twihinate lo que correspondería al límite Silúrico-Devónico, por lo que estaría afectado por la deformación hercínica.

Finalmente, en la misma zona de Twihinate Montero et al. (2015) obtienen una edad de 104 ± 4 Ma (Cretácico) mediante U/Pb en una carbonatita, que estaría ligada a la apertura del Atlántico.

8.5.3. GEOCRONOLOGIA DEL DOMINIO CENTRAL

En la zona del Adrar Sutouf es donde se dispone de más datos, pero son muy dispersos y muchos de ellos mediante técnicas de K/Ar o Rb/Sr, por lo que deben tomarse con cuidado (Fig. 8.5.1).

Basamento oceánico del dominio central

Los materiales gabroicos y las anfibolitas que les están asociados en la zona del Adrar Sutouf han sido objeto de repetidos intentos de datación, mayoritariamente con K/Ar. Las dataciones ofrecen datos muy dispares y deben tomarse con cuidado, pues muchos han sido interpretados como las edades del metamorfismo. Por desgracia, en ninguna de las muestras reseñadas se ofrecen datos petrográficos detallados que permitan interpretar mejor estos datos correlacionándolos con los propios. De este modo, Villeneuve et al. (2006) obtienen una edad de 1761 ± 42 Ma (Paleoproterozoico, Orosiriense) en una roca clasificada por estos autores como gabrodiorita de Matalla mediante K-Ar en roca total; en otra roca clasificada asimismo como gabrodiorita de Lawda estos mismos autores por el mismo método encuentran una edad de 1110 ± 26 Ma; en cambio, una anfibolita de esta zona da una edad más moderna (1061 ± 25 Ma) y, finalmente, una roca de Lawda clasificada

como basalto da una edad de 665 ± 16 Ma. Por consiguiente, la edad de estas series oceánicas podría ser de Paleoproterozoico a Mesoproterozoico.

Intrusivos tardíos y metamorfismo del dominio central

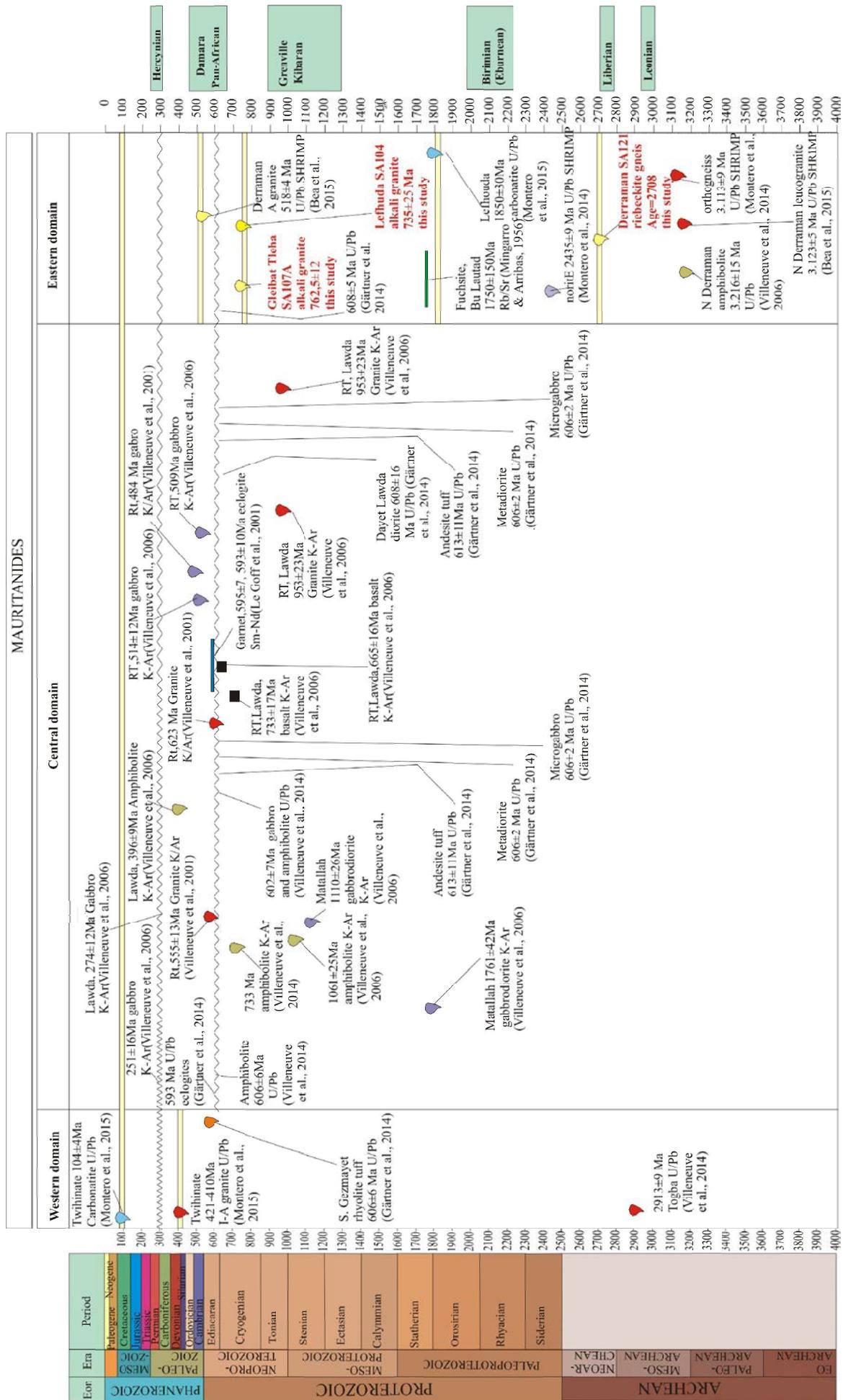
Villeneuve et al. (2006) encuentran edades del Neoproterozoico en diversos granitoides calcoalcalinos intrusivos en esta zona y posteriormente gneisificados. De este modo, los plutones de Lawda dan una edad K/Ar de 953 ± 23 Ma, si bien Villeneuve et al. (2001) encuentran edades bastante más recientes (en el orden de 623 Ma) en otro intrusivo de la misma zona mediante el mismo método.

Muchas de las edades reconocidas mediante el método de U/Pb en zircón en gabros de la zona han sido interpretados como las edades del metamorfismo regional, resultando una nube de edades del orden de 606 Ma (Gärtner et al., 2014). Por otra parte, el análisis de materiales eclogíticos de las zonas anexas en Mauritania mediante el método de Sm/Nd en granate sugiere edades de 595 ± 7 y de 593 ± 10 Ma, las cuales datarían un proceso de subducción (Le Goff et al., 2001).

Hay otros intrusivos graníticos más tardíos que dan edades en la parte alta del Neoproterozoico. Así, análisis de K/Ar en roca total de algunas rocas de la zona de Lawda

Figura 8.5.1. (Página siguiente). Cronograma provisional de los procesos geológicos que han sido identificados hasta el momento en el dominio de los Mauritánides, con indicación de las dataciones realizadas hasta el momento, los procesos geodinámicos y magmáticos. En rojo, dataciones propias de rocas ígneas; en negro se indican dataciones de otros autores. Plutones rojos, plutones rojos, granitoides calcoalcalinos, plutones amarillos, alcalinos; violeta, gabros; verdeamarillento, anfibolitas, azul, carbonatitas, negro, basaltos; línea negra ondulada, orogenia. Véase texto para referencias.

Figure 8.5.1. (Next page). Provisional chronogram of the up-dated geological processes that have been identified in the mauritanides domain, with indication of the dating done until the present, the magmatic events and the geodynamic processes. In red colour, our own dating results; results from other authors are in black. Red plutons, calc-alkaline granitoids; yellow plutons, alkaline, blue, carbonatites, violet, gabbros, greenish-yellow, amphibolites, black, basalts. Undulous black line, orogeny. Please see text for references.



ofrece edades de 555 ± 13 Ma (Villeneuve et al., 2001).

Cabe señalar que el análisis de otros gabros da edades mucho más jóvenes mediante el método de K/Ar en roca total; de este modo, tres muestras dan edades de 514 ± 12 Ma, 509 Ma y 484 Ma, lo que indicaría la existencia de una corteza oceánica durante el Paleozoico inferior en este dominio (Villeneuve et al., 2006). Además, estos mismos autores reseñan en Lawda la presencia de anfibolitas con una edad K/Ar de 396 ± 9 Ma.

Por otra parte, muchas de las dataciones acaban por plasmar la edad de la deformación y metamorfismo hercínico en el área. Este sería el caso de las muestras de diversos tipos de litologías, en las cuales el análisis geocronológico de sus cristales de circón da edades claramente hercínicas, en el Paleozoico superior. Este es el caso de las edades de 251 ± 16 Ma y de 274 ± 12 Ma obtenidas en gabros de la zona de Lawda, mediante el método de K/Ar en roca total (Villeneuve et al., 2006).

8.5.4. GEOCRONOLOGIA DEL DOMINIO ORIENTAL

En el dominio oriental la diversidad de materiales aflorantes es muy grande, por lo que aunque se dispone de un número relativamente grande de dataciones y en el curso de este trabajo se han realizado tres, este número es claramente insuficiente todavía para caracterizar completamente el conjunto de materiales y los procesos que los originaron (Fig. 8.5.1).

Basamento cristalino del dominio oriental

En esta zona se han localizado las rocas más antiguas datadas por el momento en los Mauritánides, en el límite entre el Paleoarcaico y el Mesoarcaico. Así, unas muestras de anfibolita del Norte de Derraman han sido datadas mediante el método de U/Pb en circón en 3.216 ± 15 Ma (Villeneuve et al., 2006). De

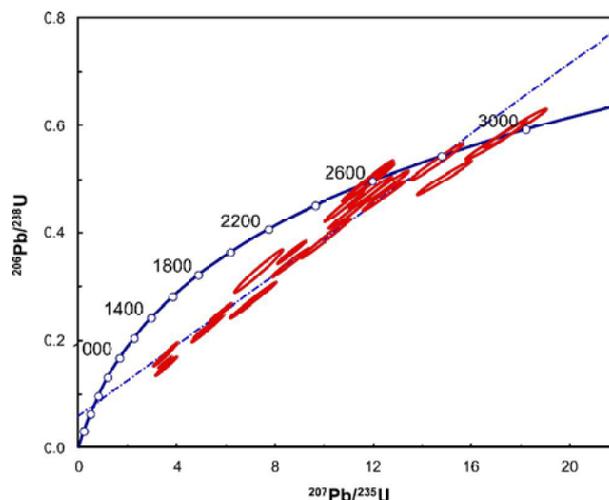


Figura 8.5.2. Representación de la concordia para análisis de U/Pb en zircón en la muestra de granito alcalino Sa121 del intrusivo de Derraman.

Figure 8.5.2. Concordia plot for zircon U/Pb analyses of the Sa121 alkaline granite sample from the Derraman intrusive.

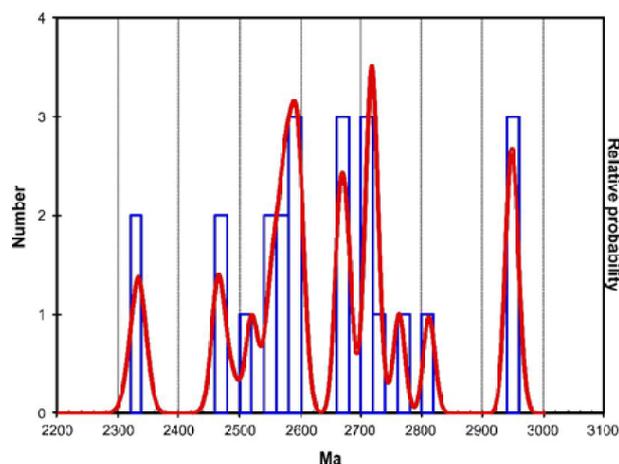


Figura 8.5.3. Poblaciones de circones con diferentes edades en la muestra Sa121 del granito alcalino de Derraman.

Figure 8.5.3. Populations of zircon with different ages obtained at the Sa121 alkaline granite sample from the Derraman intrusive.

nuevo en la misma zona, en leucogranitos gneisificados se identifican edades de 3.123 ± 5 Ma por el método de U/Pb en circones con SHRIMP (Bea et al., 2015). Finalmente, edades similares de 3.113 ± 9 Ma se han obtenido en unos ortogneises de la misma zona,

a partir del mismo método (Montero et al., 2014).

Intrusivos tardíos y metamorfismo del dominio oriental

Por otra parte, hemos seleccionado una muestra de granito riebeckítico de Derramán para su estudio geocronológico mediante U/Pb en circón, resultando una edad más probable de 2708 Ma (fig. 8.5.2). Esta datación sugiere la presencia de fenómenos extensionales de rifting a final de la orogenia liberiana. No obstante, en el granito de Derraman se registran muchas otras edades, que pueden corresponder en algunos casos a circones heredados, posiblemente leonienses, pero otros pueden ser generaciones de circón asociadas a la orogénesis kibariense (fig. 8.5.3).

Montero et al. (2014) datan una norita cercana al borde de los Mauritánides en 2435 ± 9 Ma con el método de U/Pb SHRIMP en circón. No obstante, esta norita está muy deformada y puede formar parte de una lámina cabalgante de procedencia oceánica, del mismo terreno que el sector central de los Mauritánides.

Las carbonatitas de la zona oriental son de edad mucho más antigua que las de la zona occidental, puesto que Montero et al. (2015) encuentran edades de 850 ± 30 Ma mediante datación con U/Pb SHRIMP, lo que podría marcar la existencia de un estadio extensional después de la orogenia del Birimiense o Eburneano.

Una de las primeras intentonas de datación de rocas del Sáhara se realizó en una zona de cizalla de Bu Lautad, a partir de fuchsita, mediante el método de Rb/Sr, resultando una edad de 1750 ± 150 Ma (Mingarro y Arribas, 1956). No se han hecho nuevos intentos de datación hasta el presente momento. La fuchsita, en tanto que mineral de cristalización hidrotermal asociado a las cizallas, puede ser un buen mineral para realizar este trabajo, aunque hay peligro de que una movilización continuada de la cizalla haya podido reequilibrar estas fuchsitas. De hecho, la edad

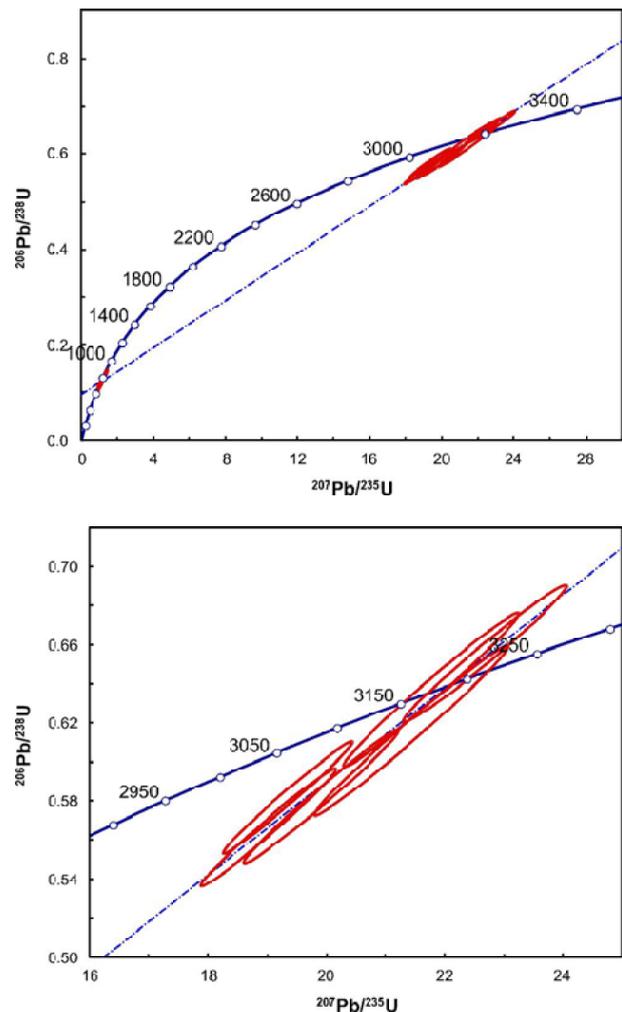


Figura 8.5.4. Arriba, representación de la concordia para análisis de U/Pb en zircón en la muestra de granito alcalino Sa104 del intrusivo de Lefhuda. Abajo, detalle de la interceptación superior.

Figure 8.5.4. Top, concordia plot for zircon U/Pb analyses of the Sa104 alkaline granite sample from the Lefhuda intrusive. Bottom, detail of the upper intercept.

obtenida por este método no parece correlacionable con ninguno de los grandes eventos tectónicos registrados regionalmente en el cratón de África Occidental.

Los granitos alcalinos de Gleibat Lefhuda (muestra SA104) han sido estudiados en este estudio, revelándose circones heredados con una edad en el orden de 3200 Ma (equivalente a las obtenidas en granitoides gneísicos del basamento por Villeneuve et al. (2006), con una edad más joven en los bordes de los cristales, de cerca de 735 ± 25 Ma (fig. 8.5.4).

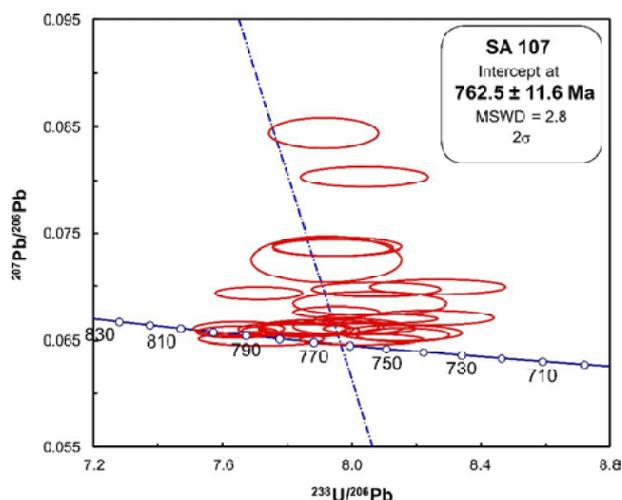


Figura 8.5.5. Representación de la concordia para análisis de U/Pb en zircón en la muestra de granito alcalino Sa107 del intrusivo de Gleibat Tleha.

Figure 8.5.5. Concordia plot for zircon U/Pb analyses of the Sa107 alkaline granite sample from the Gleibat Tleha intrusive.

También los granitos alcalinos de Gleibat Tleha han sido datados en este trabajo mediante el método de U/Pb en zircón (muestra SA107A) y tendrían una edad de $762,5 \pm 11,6$ Ma (fig. 8.5.5). A partir de estas dos dataciones, parece que puede existir un evento de rifting en estadios tardíos del ciclo orogénico del Kibariense, a finales del Neoproterozoico.

Por otra parte, como acontece en otros sectores de los Mauritánides, se registra en muchas rocas de este dominio un evento térmico a 608 ± 5 Ma, que puede corresponder al metamorfismo de la Orogenia Panafricana (Gärtner et al., 2014).

Finalmente, en otras muestras del granito alcalino de Derraman Bea et al. (2015) obtienen una edad mucho más moderna, de unos 518 ± 4 Ma en zircón mediante el método de U/Pb SHRIMP. Esta edad representa la base del Paleozoico y podría estar ligado al proceso de rifting general que formó la cuenca del Paleozoico. Cabe recordar que edades muy similares a las de Derraman han sido encontradas en esta memoria en el complejo de sienitas nefelínicas de Auserd (véase capítulo 3.5.1).

8.5.6. HISTORIA GEOLOGICA

Las dataciones realizadas hasta ahora permiten poco más que perfilar algunos fotogramas incompletos de la historia geológica del área, por más que algunas reconstrucciones paleogeográficas ya han sido publicadas (por ejemplo, Gärtner et al., 2014, 2015; Villeneuve et al., 2015). No obstante, hay muchos materiales ofiolíticos no datados, así como el vulcanismo de la zona oriental, y gran parte de los granitoides. Aparentemente puede haber muchos más procesos de rifting que pudieron haber generado granitos alcalinos y carbonatitas. Los datos geoquímicos disponibles son todavía escasos, y la cartografía geológica es incompleta. Por el momento, no obstante, a partir de los datos de este trabajo, y de la síntesis de la figura 8.5.1, se puede hacer un nuevo ensayo de reconstrucción de la historia geológica de los Mauritánides (figs. 8.5.6 a 8.5.8).

Como hemos visto, en los Mauritánides hay grosso modo tres grandes dominios principales, con materiales litológicamente muy diferentes: a) dominio Occidental, con un basamento cristalino gneísico de afinidad continental, series sedimentarias e intrusivos; b) series predominantemente de afinidad ofiolítica, con anfibolitas y rocas plutónicas básicas y ultrabásicas; c) dominio oriental, asimismo con un basamento cristalino gneísico de afinidad continental, series sedimentarias e intrusivos. No obstante, en el dominio occidental se distinguen láminas con rocas de tipo ofiolítico, que pueden interpretarse como láminas procedentes originalmente del dominio central, pero también pueden ser restos de ofiolitas diferentes de las del sector central. Es por ello importante, antes de realizar nuevas interpretaciones geotectónicas o dataciones, completar la cartografía de toda la zona y los estudios petrográficos y petrológicos, realizar los necesarios cortes compensados para las reconstrucciones paleogeográficas y, sólo entonces, asegurar las reconstrucciones tectonomagmáticas a gran escala.

Por el momento, no obstante, parece que cada uno de estos dominios o terranes puede corresponder a grandes rasgos con una antigua

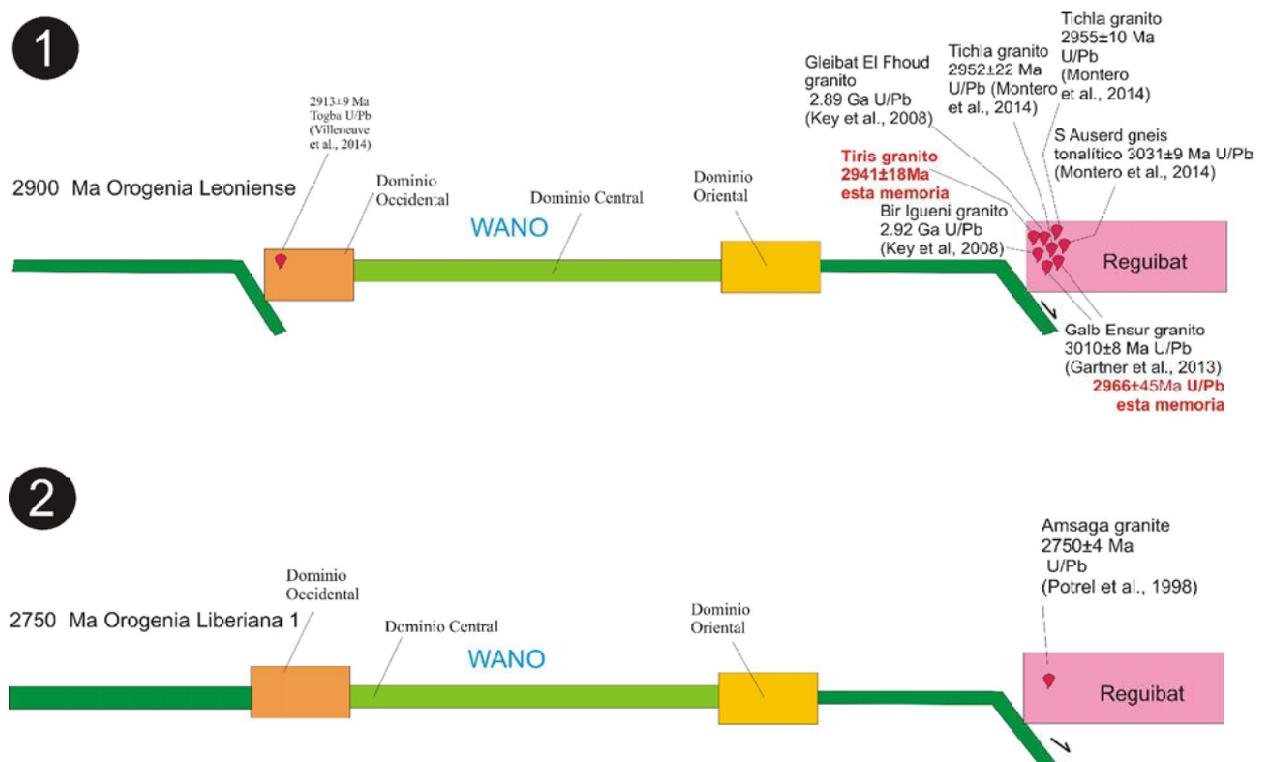


Figura 8.5.6. Primeros estadios de la evolución tectonomagmática de los terrenos de los Mauritánides (Occidental, Central, Oriental) y de las áreas vecinas durante el Mesocarcaico al Neocarcaico. Se recogen datos geocronológicos de varios autores y propios (ver también fig. 8.5.1). Plutones amarillos, rocas plutónicas saturadas o subsaturadas de intraplaca; plutones rojos, granitoides calcoalcalinos. En verde, corteza oceánica.

Figure 8.5.6. First stages of the tectonomagmatic evolution of the terranes of the Mauritanides (Western, Central, Eastern) and the surrounding areas during the Mesocarcean to the Neocarcean. Geochronological data of several authors are included along with our results (see also fig. 8.5.1). Yellow plutons, intraplate undersaturated and saturated plutonic rocks; red plutons, calc-alkaline granitoids. In green, oceanic crust.

microplaca, de tipo continental en el caso de los dominios occidental y oriental y de tipo oceánico en el caso del dominio central. No obstante, en la figura 8.5.1 se ve que hay varios ciclos geológicos afectando cada uno de estos dominios, pues hay registro de procesos magmáticos o tectónicos de tipos muy diferentes a lo largo del Arcaico, del Proterozoico e incluso del Fanerozoico.

Arcaico

No se dispone de muchas dataciones de las rocas más antiguas, especialmente gneises migmatíticos y algunas anfíbolitas. Por todo ello, es difícil reconstruir la geología de los Mauritánides en el Precámbrico y más todavía

en tiempos del Arcaico, si bien la presencia de algunos granitoides parece ser el registro de las orogenias Leoniense y Liberiense en los dominios oriental y occidental (fig. 8.5.6), sin que aparentemente se observe ningún evento extensional entre ambos episodios.

Así, en el sector oriental, se podrían interpretar el leucogranito gnéisico del norte de Derraman, datado en 3.123 ± 5 Ma mediante U/Pb SHRIMP (Bea et al., 2015), o los ortogneis datados en 3.113 ± 9 Ma con U/Pb SHRIMP (Montero et al., 2014) como el resto más antiguo de un basamento continental.

Hacia 2900 y 2700 Ma hay el registro de dos episodios de abundantes intrusiones calcoalcalinas en las zonas de la dorsal de Reguibat anexas a los Mauritánides (fig. 8.5.6, modelos 1 y 2), como los granitos de Gleibat

El Fhoud en Mauritania, datado en 2.89 Ga U/Pb (Key et al., 2008), o los de Bir Igueni también en Mauritania, que dan edades de 2.92 Ga U/Pb (Key et al., 2008), el de Bir Igueni, datado en 2.92 Ga con U/Pb (Key et al., 2008), los de Tichla, datados en 2952 ± 22 Ma y 2955 ± 10 Ma mediante U/Pb (Montero et al., 2014), el gneis tonalítico del S de Auserd, que da una edad de 3031 ± 9 Ma U/Pb (Montero et al., 2014), o el granito de Tiris, cuya edad es de 2941 ± 18 Ma (esta memoria ver capítulo 3.5).

Todos estos granitoides pueden interpretarse como el resultado la cristalización de magmas graníticos generados por procesos de subducción de una placa oceánica bajo la dorsal de Reguibat (figura 8.5.6, esquema 1). Este magmatismo calcoalcalino podría tener su equivalente en el sector occidental de los Mauritánides, donde se han datado intrusivos calcoalcalinos como los del Togba, fechados en 2913 ± 9 Ma mediante U/Pb (Villeneuve et al., 2014), edad por lo tanto en el rango de los intrusivos graníticos de Reguibat (figura 8.5.6, esquema 1).

No obstante, por desgracia se dispone todavía de muy pocos datos sobre todas estas rocas y sobre el contexto en que están intruyendo, especialmente a nivel petrográfico, pero también a nivel geoquímico. Tampoco se dispone de dataciones sistemáticas de rocas básicas y ultrabásicas en el dominio central, de manera que no se puede saber con certeza si hay o no formación de corteza oceánica en este período, por lo que los esquemas 1 y 2 de la figura 8.5.6 deben tomarse con muchas reservas.

Por otro lado, aunque por el momento no se han encontrado registros de magmatismo Liberiense tardío en los Mauritánides propiamente dichos, los granitos de esta edad abundan en la dorsal de Reguibat en la unidad de Tasiast-Tijirit-Auserd (por ejemplo, los granitos de Amsaga, de 2750 ± 4 Ma datados con U/Pb (Potrel et al., 1998; véase capítulo 3.5). Es posible, por tanto, que estos granitoides pudieran haberse formado en este estadio por una convergencia con una placa oceánica adjunta al dominio oriental de los Mauritánides (fig. 8.5.6, esquema 2), el cual

habría acabado por colisionar con la Dorsal de Reguibat.

Finalmente, la presencia de algunos de los granitos alcalinos de Derraman, fechados en unos 2700 Ma (esta memoria), parece ser una evidencia de la existencia de un estadio de rifting en el Neoarcaico superior (figura 8.5.7, esquema 3). Además, en esta época se produce el desarrollo de magmatismo ultrabásico también en el dominio de Tasiast-Tijirit-Auserd, que da lugar al gran dique piroxenítico de Zug (2733 ± 2 Ma, datado por el método de U/Pb en baddeleyita; Tait et al., 2012).

Es probable que se llegara a generar corteza oceánica a finales de este proceso de rifting, pues hacia 100 millones de años más tarde (2750 ± 4 Ma según el método de U/Pb; Potrel et al., 1998) se da el emplazamiento de granitos calcoalcalinos nuevamente en la dorsal de Reguibat en la zona de Amsaga (fig. 8.5.7, esquema 4), lo que sugiere que en este momento ya se había invertido el proceso y comenzaba un nuevo ciclo compresivo que podría haber producido la reactivación de la zona de subducción, si se acepta este tipo de funcionamiento en el Arcaico.

Finalmente, poco sabemos de los procesos tectonomagmáticos de los tiempos finales del Neoarcaico en los dominios de los Mauritánides directamente a partir de datos de sus materiales. No obstante, es muy posible que el ciclo geológico del Neoarcaico de los Mauritánides se cierre con un nuevo episodio extensional de rifting, de manera similar a lo que acontece en la zona de Tasiast-Tijirit-Auserd y Layuad. En estos sectores, una nueva dinámica de extensión da lugar a la inyección del magmatismo alcalino subsaturado de unos 2500 Ma en la zona de Auserd y que deviene un magmatismo alcalino saturado en el dominio de Layuad (figura 8.5.7, esquema 5). No obstante, por el momento no se dispone de evidencias de magmatismo alcalino con esta misma edad, ya sea subsaturado o sobresaturado, que ayude a certificar esta dinámica en ninguno de los dominios de los Mauritánides.

Estos episodios extensionales póstomos durante el Neoarcaico habrían facilitado el

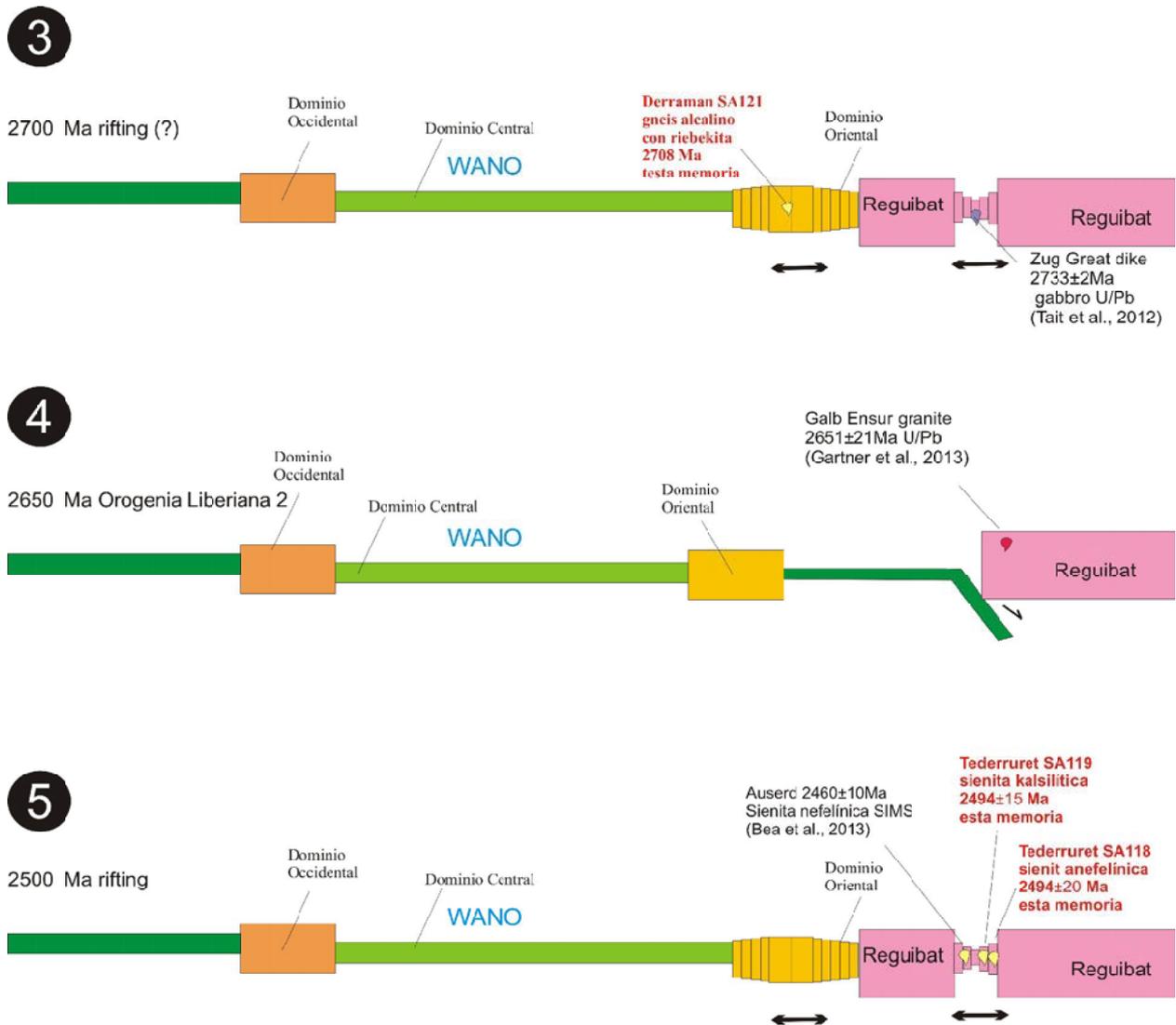
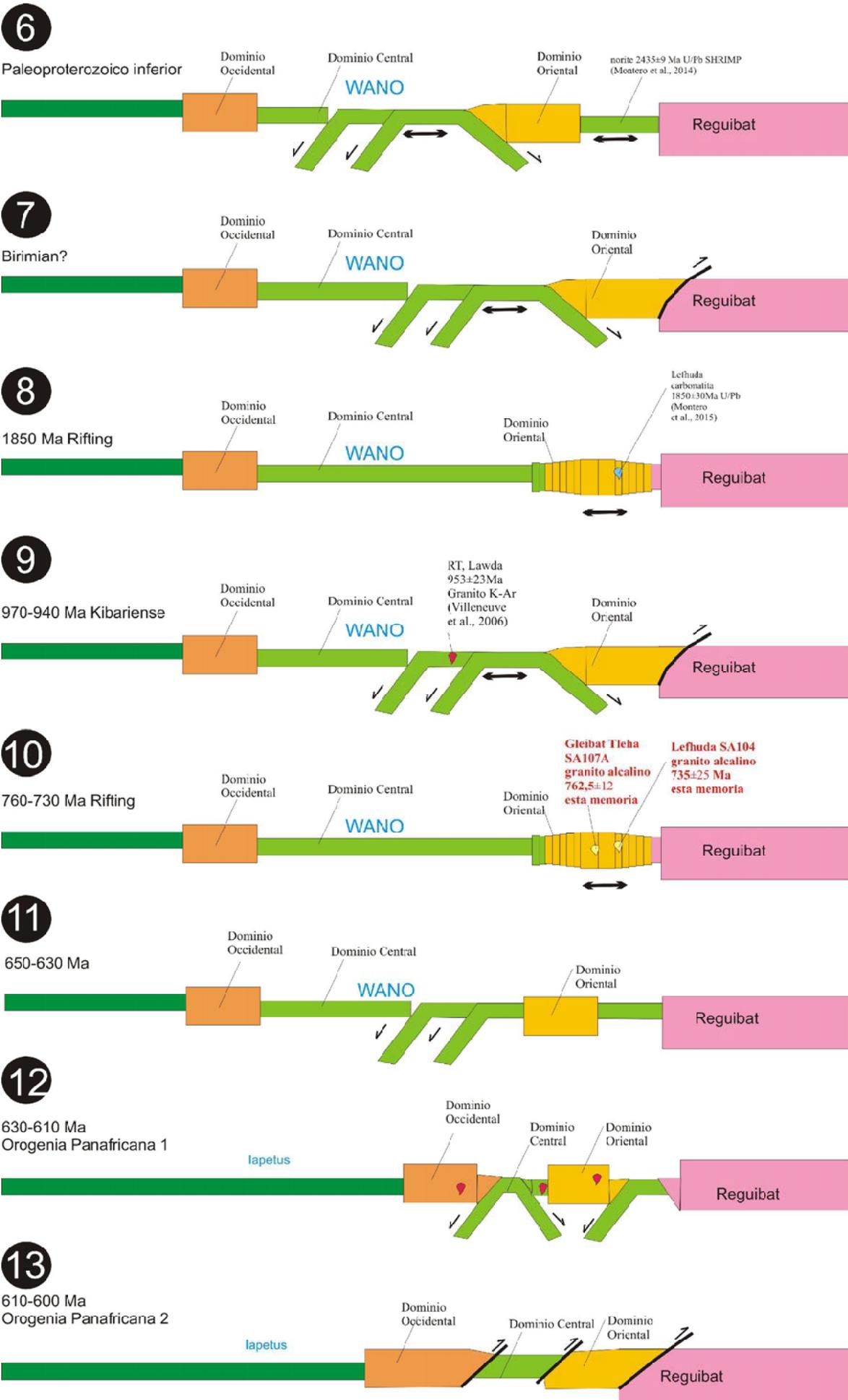


Figura 8.5.7. Evolución tectonomagmática de los terrenos de los Mauritánides (Occidental, Central, Oriental) y de las áreas vecinas durante el Neoproterozoico, a partir de datos geocronológicos de varios autores y propios (ver también figura 8.5.1). Plutones amarillos, rocas plutónicas saturadas o subsaturadas de intraplaca; plutones rojos, granitoides calcoalcalinos; plutones violetas, intrusivos ultrabásicos. En verde, corteza oceánica.

Figure 8.5.7. Tectonomagmatic evolution of the terranes of the Mauritanides (Western, Central, Eastern) and the surrounding areas during the Neoproterozoic. Geochronological data of several authors are included along with our results (see also fig. 8.5.1). Yellow plutons, intraplate undersaturated and saturated plutonic rocks; red plutons, calc-alkaline granitoids; violet plutons, ultrabasic intrusives. In green, oceanic crust.

desgajamiento de, por lo menos, la unidad oriental de los Mauritánides respecto de la Dorsal de Reguibat, llegando probablemente a formar corteza oceánica entre la Dorsal de Reguibat y los dominios de los Mauritánides, los cuales podrían ser algunos de los materiales básicos y ultrabásicos que forman parte actualmente de las láminas cabalgantes del sector oriental de los Mauritánides.

Desconocemos, no obstante, si se generó realmente corteza oceánica entre el dominio central y el oriental, tal y como se ha representado en el modelo evolutivo, puesto que no hay por el momento ningún dato geocronológico que atestigüe la presencia de gabros u otras rocas oceánicas durante este episodio en ninguno de los dominios de los Mauritánides.



Proterozoico

Se dispone de muy pocos datos sobre la evolución de los Mauritánides en el Paleoproterozoico, especialmente en su parte inferior. El único registro de esta etapa son noritas muy deformadas de 2435 ± 9 Ma (U/Pb SHRIMP) del dominio Oriental de los Mauritánides (Montero et al., 2014), lo que sugiere que tal vez llegó a formarse corteza oceánica en el dominio oriental (fig. 8.5.8, etapa 6).

Por el momento no nos consta ninguna datación de rocas ígneas asociadas con la orogenia Birimiense. No obstante, es posible que en este estadio se hayan dado eventos compresivos (fig. 8.5.8, etapa 7), toda vez que hay posteriormente un estadio extensional que podría indicar un fin de ciclo, y que queda reflejado en la abundante formación de carbonatitas en la zona de Lefhuda (1850 ± 30 Ma U/Pb; Montero et al., 2015; fig. 8.5.8, etapa 8).

Es posible que fuera en este momento que se individualizaron microcontinentes (los actuales dominios oriental y occidental), separados por dominios oceánicos (entre ellos, el actual dominio central, llamado West African Neoproterozoic ocean (WANO) por Gärtner et al., 2014).

El proceso de rifting se revertiría en parte en la orogénesis Kibariense, pudiendo llegar a ensamblarse de nuevo al menos el dominio Oriental con la dorsal de Reguibat (fig. 8.5.8, estadio 9), pudiendo además generarse intrusivos calcoalcalinos en arcos de isla en el

dominio central (granito de Lawda de 953 ± 23 Ma, fechado con K-Ar por Villeneuve et al., 2006).

La orogénesis Kibariana podría haber finalizado con un nuevo estadio de rifting, que podría haber generado intrusivos alcalinos saturados en el dominio oriental de los Mauritánides (véase dataciones de Tleha y Lefhuda de esta memoria; estadio 10 de la figura 8.5.8), pero estos intrusivos no parecen tener un equivalente en las zonas inmediatas de la dorsal de Reguibat.

Los datos de que se dispone a posteriori son escasos, pero es posible que se llegara a volver a generar corteza oceánica entre el dominio oriental de los Mauritánides y la dorsal de Reguibat (fig. 8.5.8, etapa 11), pero este es un extremo que no se puede demostrar sin datar las anfibolitas y gabros de la zona oriental. Queda por realizar, además, un estudio sistemático de los granitos gneisificados de la zona central y oriental para poder extrapolar la dinámica de estas microplacas en este estadio.

Al inicio de la orogenia Panafricana se produciría un acercamiento entre todas estas microplacas por una parte y la dorsal de Reguibat por la otra, lo que conllevaría a la formación de subducción y la formación de magmatismo calcoalcalino en todos los dominios (fig. 8.5.8, estadio 12) y, finalmente, al cierre del WANO y al cabalgamiento de todas estas unidades incluyendo las ofiolíticas centrales sobre el cratón de Reguibat (fig. 8.5.8, estadio 13).

Figura 8.5.8. (Página anterior). Bosquejo de la evolución geotectónica y del magmatismo de los diferentes terrenos de los Mauritánides (Occidental, Central, Oriental) y de las áreas vecinas durante el Proterozoico. Se recogen datos geocronológicos de varios autores y propios (ver también figura 8.5.1). Plutones amarillos, rocas plutónicas alcalinas saturadas o subsaturadas de intraplaca; plutones rojos, granitoides calcoalcalinos. En verde, dominios con corteza oceánica; rosa, áreas cratónicas. WANO, Océano Neoproterozoico de África Occidental (Gärtner et al., 2014).

Figure 8.5.8. (Above page). Sketch with the geotectonic evolution and magmatic evolution of the different terranes of the Mauritánides (Western, Central, Eastern) and the surrounding areas during the Proterozoic times. Geochronological data of several authors have been included along with our results (see also fig. 8.5.1). Yellow plutons are intraplate undersaturated and saturated alkaline plutonic rocks; red plutons are calc-alkaline granitoids, blue plutons are carbonatites. Oceanic crust domains are represented in green; cratonic domains, in rose. WANO, West African Neoproterozoic Ocean (Gärtner et al., 2014).

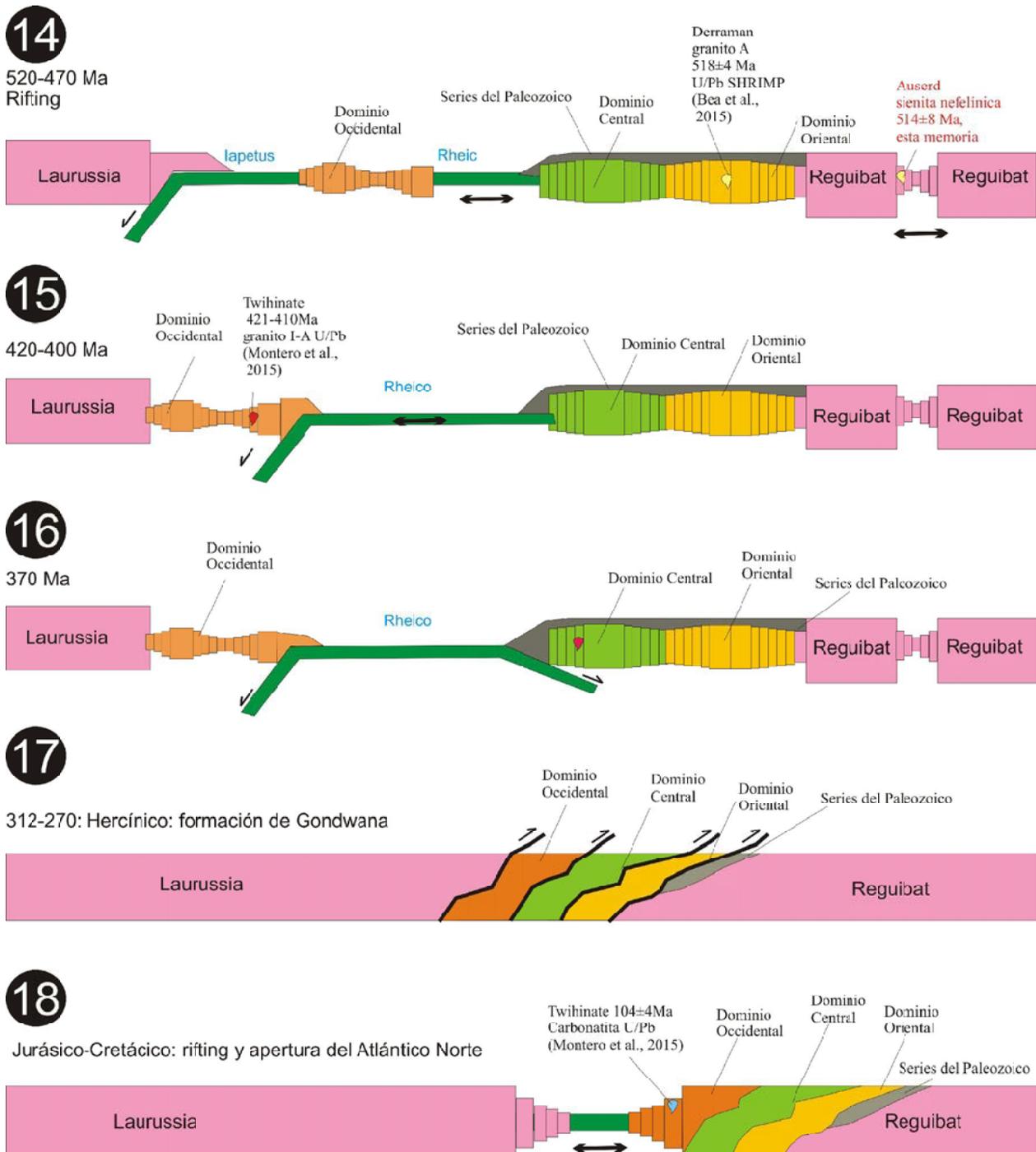


Figura 8.5.9. Evolución tectonomagmática de los terrenos de los Mauritánides (Occidental, Central Oriental) y de las áreas vecinas durante el Proterozoico. Se recogen datos geocronológicos de varios autores y propios (ver también figura 8.5.1). Plutones amarillos, rocas plutónicas alcalinas saturadas o subsaturadas de intraplaca; plutones rojos, granitoides calcoalcalinos; plutones azules, carbonatitas. En verde, dominios con corteza oceánica; rosa, áreas cratónicas.

Figure 8.5.9. Tectonomagmatic evolution of the terranes of the Mauritanides (Western, Central, Eastern) and the surrounding areas during the Proterozoic times. Geochronological data of several authors have been included along with our results (see also fig. 8.5.1). Yellow plutons are intraplate undersaturated and saturated alkaline plutonic rocks; red plutons are calc-alkaline granitoids, blue plutons are carbonatites. Oceanic crust domains are represented in green; cratonic domains, in rose.

Fanerozoico

Al término de la orogenia panafricana, y al comienzo del Paleozoico, parece que se registra una actividad extensional que llega a producir un magmatismo alcalino registrado en el dominio oriental en la zona de Derraman (granito A de 518 ± 4 Ma con U/Pb SHRIMP; Bea et al., 2015) y en las sienitas nefelínicas de Auserd (514 ± 8 Ma, esta memoria). Es posible que esta extensión acabara generando un margen continental que sería la base para la sedimentación de series del Paleozoico de plataforma continental, dominadas por calizas y sedimentos de relativamente poca profundidad, cerrándose progresivamente el océano Iapetus a la vez que abriendo un océano (Reico) entre los dominios Occidental y Central (Gärtner et al., 2015; fig. 8.5.9, estadio 14).

Con todo, pronto se generaría un movimiento de convergencia con Laurussia que llevaría a la colisión del dominio oriental de los Mauritánides con este continente (Gärtner et al., 2015; fig. 8.5.9, estadio 15), generándose magmatismo calcoalcalino a

alcalino en la zona de Twihinate, con edad de 421-410Ma basado en U/Pb (Montero et al., 2015).

Con el progreso de esta convergencia, se iría generando nuevas zonas de subducción al este del océano Reico, que empezaría a cerrarse a lo largo del Paleozoico (Gärtner et al., 2015; fig. 8.5.9, etapa 26).

A finales del Paleozoico, el cierre del océano Rheico y la colisión continental entre Reguibat, los dominios de los Mauritánides y Laurussia produciría, en el marco de la Orogenia Hercínica, el cabalgamiento de las dos unidades hacia el E, sobre las series paleozoicas de los márgenes continentales de Reguibat y sobre el cratón de Reguibat mismo, cratonizándose el conjunto para formar la Pangea (Gärtner et al., 2015; fig. 8.5.9, etapa 17).

La ruptura continental de la Pangea a finales del Triásico conllevaría un rift generalizado, con desarrollo de carbonatitas en la zona de Twihinate en el dominio occidental de los Mauritánides, con una edad determinada en 104 ± 4 Ma con U/Pb (Montero et al., 2015), a la vez que la apertura del océano Atlántico.

