

# El límite Cuenca Powell/Mar de Weddell. Estructura y relación con la fragmentación Cenozoica de la Península Antártica

*The Powell Basin/Weddell Sea boundary. Structure and relationships to the Cenozoic fragmentation of the Antarctic Peninsula*

J.C. Balanyá (\*,\*\*), J. Galindo-Zaldívar (\*), A. Jabaloy (\*), A. Maldonado (\*\*), y J. Rodríguez-Fernández (\*\*)

(\*) Dpto. de Geodinámica. Univ. Granada. 18071 Granada

(\*\*) Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra. CSIC-Universidad de Granada. 18071 Granada

## ABSTRACT

Late Paleogene to Neogene continental fragmentation of the Northern Antarctic Peninsula caused the development of small oceanic-floored basins such as Powell Basin. On the basis of MCS profiles and swath bathymetry collected during Hesant 92/93 cruise, a tectonic map of the transition zone between Powell Basin and the Weddell Sea, a Mesozoic oceanic domain opened during the Gondwana breakup, was elaborated. The E-W morphologic high (50x250 km) that separates these two domains has features of an interbasin antithetic ridge developed in a transtensional regime. This tectonic high appears to be a fragment of the western passive margin of the Weddell Sea, strongly modified during the late Cenozoic by the Powell Basin development tectonics.

**Key words:** multichannel seismics, transtensional ridge, Antarctic Peninsula.

Geogaceta, 20 (4) (1996), 823-825

ISSN: 0213683X

## Introducción

La Península Antártica se originó como un arco tectonomagmático relacionado con la subducción de la litosfera protopacífica bajo el margen occidental del continente antártico a partir del Paleozoico superior (Barker *et al.* 1991). A su vez, estudios paleomagnéticos han demostrado que la península fue, durante un cierto periodo de la vida del arco, un elemento independiente respecto a otros componentes de la Antártida Occidental (Grunow *et al.*, 1987). La actividad del margen pacífico de la península como límite convergente es hoy reducida, quedando circunscrita a un segmento coincidente con el archipiélago de las Islas Shetland del Sur (Fig. 1; Maldonado *et al.*, 1994).

La apertura del Estrecho de Drake y el nacimiento de la Placa Scotia a partir del Paleógeno hacen que la Península Antártica pierda su conexión continental con la Cadena Andina, y se estructure como parte del Arco de Scotia (Barker y Burrell, 1977). En esta nueva organización tienen particular importancia los procesos de fragmentación continental, por los cuales se llegan a individualizar varios dominios corticales de talla mediana (10.000-50.000 km<sup>2</sup>) en las proximidades del límite Scotia/Antártida (King y Barker, 1988).

Los límites entre algunos de dichos

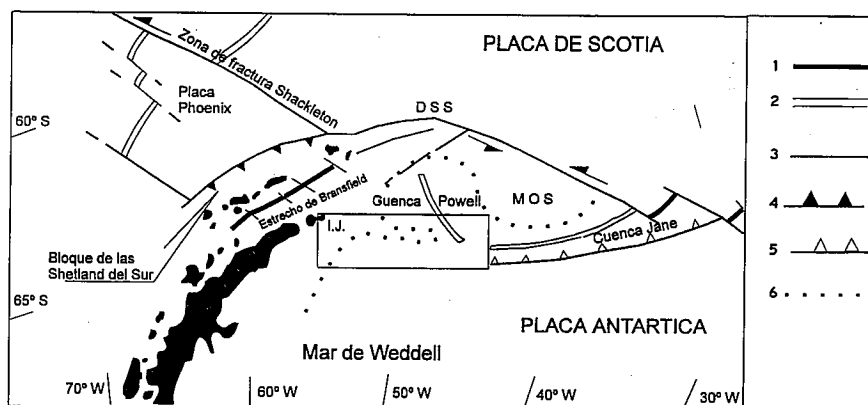


Fig. 1.- Elementos tectónicos mayores entorno a la Península Antártica septentrional. DSS, Dorsal Sur de Scotia. MOS, Microcontinente de las Orcadas del Sur. 1, dorsal oceánica activa; 2, dorsal oceánica inactiva; 3, zona de falla transformante; 4, zona de subducción activa; 5, zona de subducción inactiva; 6, isobata (3.000 m). El recuadro señala la posición de las figuras 2 y 3.

Fig. 1.- Major tectonic elements bordering the northern Antarctic Peninsula. DSS, South Scotia Ridge. MOS, South Orkney Microcontinent. 1, active spreading ridge; 2, inactive spreading ridge; 3, transform fault zone; 4, active subduction zone; 5, inactive subduction zone; 6, isobath (3.000 m). Box indicates location of the figures 2 and 3.

dominios fueron reconocidos entre 45°-58°W y 60°-64°S durante la campaña HESANT92/93, a bordo del B/O Hespérides, obteniéndose más de 3.000 km de líneas sísmicas de multicanal, junto con perfiles batimétricos (sondas multihaz) y magnetométricos (Maldonado *et al.*, 1993). El propósito de este trabajo es dar a conocer la estructura y

significación tectónica de un alto morfológico mayor (50x250 km) que separa la Cuenca Powell, una de las pequeñas cuencas oceánicas cenozoicas que se encuentran adosadas al límite noroccidental de la Placa Antártica, del dominio oceánico de edad mesozoica correspondiente al Mar de Weddell (Fig. 1).

**Rasgos tectónicos principales de la Cuenca Powell y del Mar de Weddell noroccidental**

La Cuenca Powell, que alcanza 3.500 m de profundidad en su llanura abisal, se halla limitada al E y W, respectivamente, por el microcontinente de las Islas Orcadas de Sur y por la plataforma continental de la Península Antártica. Su borde norte corresponde a la Dorsal Sur de Scotia, alto morfológico donde se sitúa el límite Antártida/Scotia, sísmicamente activo y de naturaleza transtensiva (Galindo-Zaldívar *et al.*, en prensa). En los márgenes de la Cuenca Powell se han dragado basaltos alcalinos de edad Eoceno (Barber *et al.*, 1991), que han sido interpretados como relacionados con el inicio del rifting continental que precedió a la generación de corteza oceánica en la parte central de la cuenca. Estimaciones efectuadas a partir de la profundidad del basamento oceánico sugieren una edad Oligoceno superior-Mioceno inferior (King y Barker, 1988) para este segmento de corteza, mientras que medidas recientes de flujo térmico son indicativas de que el inicio de la acreción oceánica pudo ser algo anterior (Eoceno superior-Oligoceno inferior; Lawver *et al.*, 1994). La existencia en el basamento de estructuras asimilables a una dorsal de expansión (Rodríguez-Fernández *et al.*, 1994) y su coincidencia espacial con un eje de anomalías gravimétricas de dirección NNW (McAdoo y Marks, 1992) sugiere que la dirección de expansión de la cuenca fué aproximadamente WSW-ENE. Las estructuras relacionadas con la generación del basamento oceánico y los sedimentos sin-drift concomitantes se encuentran cubiertos por una importante secuencia deposicional post-drift (Rodríguez-Fernández *et al.*, sometido).

Por su parte, el límite meridional de la Cuenca Powell está constituido por otro alto bien definido (hasta 2.500 m por encima de la llanura abisal de la cuenca) de dirección E-W, prolongación de la plataforma continental de la Península Antártica al Este de la Isla Joinville (Fig. 2). Esta alineación, que denominaremos CSP (Cresta Sur Powell) se sigue a lo largo de 250 km. Al sur de la CSP se extiende el dominio oceánico del Mar de Weddell, en el que se han reconocido, en un área próxima a la estudiada por nosotros, las anomalías C33 y C34 (Cretácico superior; Livermore y Woollett, 1993). Adicionalmente, la profundidad a que se encuentra el basamento al sur de la Isla Joinville sugiere una edad Jurásico superior-Cretácico inferior para la corteza oceánica (Barker y Lonsdale, 1991). En el Mar de Weddell noroccidental se han reconocido numerosas zonas de anomalías gravimétricas de aire libre, muy elongadas en dirección NW-SE, que han sido interpretadas como fallas transformantes (Livermore y Woollett, 1993).

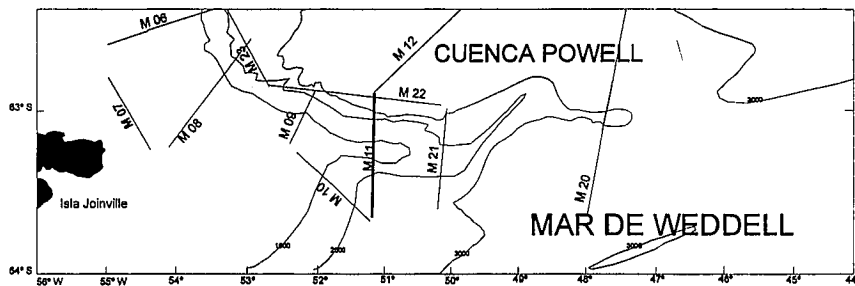


Fig. 2.- Mapa batimétrico de la zona de transición entre la Cuenca Powell y el Mar de Weddell (a partir del B.A.S. 1986 y datos propios), y localización de los perfiles sísmicos de multicanal. En trazo grueso, el perfil mostrado en la figura 4.

Fig. 2.- Bathymetric chart of the transition zone between Powell Basin and Weddell Sea (from B.A.S. 1986 and own data), and location of multichannel seismic profiles. Thick line, profile shown in figure 4.

**Estructura de la Cresta Sur de la Cuenca Powell (CSP)**

Esta alineación, que presenta varios segmentos con una dirección variable entre N70°E y E-W, gana profundidad hacia el Este y se identifica con dificultad más allá de los 47°30' W. La CSP presenta una estrecha zona de plataforma (500 m de profundidad) en su parte central y dos taludes con rasgos diferenciados. El talud norte está caracterizado por varias fallas principales de dirección aproximadamente E-W y separación de componente normal, que afectan tanto al basamento acústico como a las unidades deposicionales. Las fallas buzan tanto hacia el Norte como hacia el Sur en la parte media y alta del talud. Entre las fallas o zonas de falla principales se reconocen varias cuencas colgadas (Figs. 3 y 4). El perfil del talud aparece así escalonado con segmentos de fuerte pendiente (hasta 20°) coincidentes con escarpes de fallas mayores. La base del talud coincide con una zona de falla buzante al norte que deja el basamento acústico al descubierto o subaflorante. El trán-

sito entre la CSP y la corteza oceánica de la Cuenca Powell, tal como se desprende de la imagen sísmica y de los mapas de anomalías gravimétricas, es brusco y próximo a la base del talud (Rodríguez-Fernández *et al.*, 1994; King *et al.*, 1994).

Resultados preliminares de los perfiles magnetométricos obtenidos sobre la CSP durante la campaña HESANT 92/93 señalan la ausencia de anomalías magnéticas de gran amplitud, contrariamente a lo reconocido en la Dorsal Sur de Scotia, al N de la Cuenca Powell (Suriñach *et al.*, 1995). En consecuencia, el basamento acústico debe estar mayormente compuesto por formaciones sedimentarias o metasedimentarias similares a las aflorantes en la Isla Joinville y Seymour (formaciones del Grupo Península Trinidad y de la secuencia de la Cuenca Larsen). Esto también estaría de acuerdo con la profundidad estimada al "basamento magnético" por LaBrecque y Ghidella (1992) en el Mar de Weddell noroccidental (5-7 km en la zona de la CSP).

El talud meridional de la CSP es más homogéneo y de pendiente menos pronuncia-

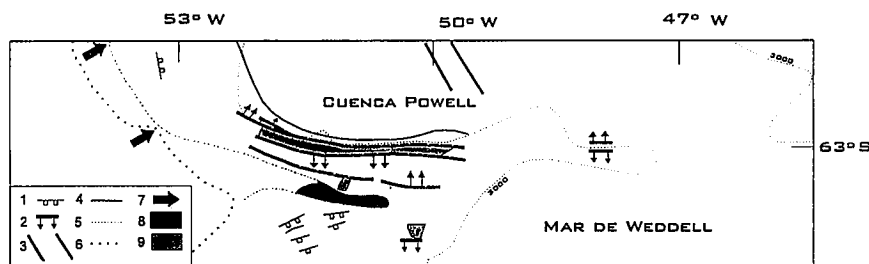


Fig. 3.- Mapa tectónico de la Cresta Sur de la Cuenca Powell. 1, fallas de componente normal que afectan a las unidades deposicionales superiores; 2, fallas de componente normal que afectan al basamento acústico; 3, posición estimada de la dorsal de expansión de la Cuenca Powell; 4, límite de la corteza oceánica; 5, isobata de 3.000 m; 6, isobata de 500 m; 7, sentido de progradación de la plataforma; 8, áreas de abrasión en la plataforma; 9, basamento aflorante.

Fig. 3.- Tectonic map of the South Powell Ridge. 1, downthrow faults affecting the uppermost depositional units; 2, downthrow faults affecting the acoustic basement; 3, location of the Powell Basin spreading ridge; 4, oceanic crust boundary; 5, isobath of 3.000 m; 6, isobath of 500 m; 7, progradation sense of the shelf; 8, erosional surfaces in the shelf; 9, outcropping basement.

da. El basamento se encuentra expuesto solamente en una banda de longitud limitada ya que no se reconoce en el perfil M-11 ni más al W (Figs. 3 y 4). En la base del talud aparecen fallas con salto de separación normal buzantes hacia el Sur que pueden afectar al basamento (perfil M-21). La base del talud se sitúa a una profundidad mucho menor (2.300 m) que en el talud norte (3.300 m). El basamento acústico no es reconocible en la parte baja del talud de algunos perfiles (M-10, M-11), donde el espesor de sedimentos es muy importante (>3 s TWT).

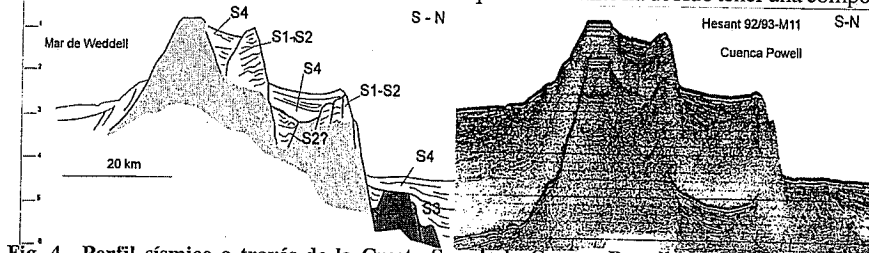


Fig. 4.- Perfil sísmico a través de la Cresta Sur de la Cuenca Powell y su interpretación. Secuencias deposicionales: S1, pre-rift; S2, sin-rift; S3, sin-drift; S4, post-drift. Trama gris claro y oscuro representa basamento acústico de probable naturaleza continental y oceánica, respectivamente.

Fig. 4.- Seismic profile across the South Powell Ridge and interpretative line drawing. Depositional sequences: S1, pre-rift; S2, syn-rift; S3, syn-drift; S4, post-drift. Light and dark shadowed zones represents probable continental and oceanic acoustic basement, respectively.

Al Este del meridiano 50°W, la CSP sufre una inflexión y su trazado se hace más difuso. Este cambio coincide espacialmente con una lineación N-S muy marcada del mapa de anomalías gravimétricas (McAdoo y Marks, 1992). Limitado por fallas antitéticas de componente normal, el perfil M-20 atraviesa un alto de basamento de dirección E-W que eventualmente podría representar la continuación de la CSP en este sector.

La edad de las principales fallas reconocidas parece corresponder a la de la secuencia sin-drift y parte de la secuencia post-drift. De acuerdo con los datos de sismicidad disponibles (B.A.S., 1985; Pelayo y Wiens, 1989), el área correspondiente a la CSP y sectores colindantes es sísmicamente inactiva. Sin embargo el hecho de que algunas de las fallas reconocidas en el sector estudiado afecten a depósitos jóvenes (por ejemplo fallas lítricas afectando a las unidades deposicionales superiores en el perfil M-10 y fallas afectando al basamento acústico de la base del talud meridional de la CSP en el perfil M-21) sugiere que, al menos localmente, ha existido también actividad reciente.

#### Significación tectónica del límite meridional de la Cuenca Powell

En función de la geometría de las fallas reconocidas en los taludes norte y sur de la CSP, y la separación de componente normal de las mismas, la estructura de la alineación corresponde en los primeros 55 TWT a

la de un horst limitado en sus bordes por sendas zonas de falla con buzamientos opuestos, las más continuas de las cuales se localizan en el talud norte. A su vez, la parte central se encuentra estructurada en altos y bajos relativos que individualizan pequeñas cuencas colgadas. Por otra parte, la dirección de extensión WNW-ESE de la Cuenca Powell, la morfología escarpada del talud norte de la CSP y la coincidencia de la zona de falla principal con el límite de la corteza oceánica bajo la llanura abisal de la Cuenca Powell sugieren que dicho límite ha debido tener una compo-

nente en dirección predominante. Interpretaciones similares para este límite han sido dadas para explicar la migración de componente este del Bloque de las Orcadas respecto a la Península Antártica (King y Barker, 1988; King *et al.*, 1994).

El movimiento transtensivo del conjunto de las fallas que estructuran la CSP ocurrió probablemente durante la fase de drifting de la Cuenca Powell (Oligoceno superior-Mioceno inferior de acuerdo con King y Barker, 1988), continuándose más tarde hasta tiempos recientes ya que reflectores superficiales del talud se encuentran en ocasiones también fallados.

La diferencia de edad entre el basamento del lado Norte y Sur de la CSP, antes referida, junto al mayor desarrollo de fallas transtensivas en el talud norte, indican que la CSP se ha estructurado durante la formación de la Cuenca Powell a partir de un segmento del margen continental mesozoico de la Península Antártica en el Mar de Weddell. Por otra parte, la relación de los reflectores superficiales con las fallas principales y la ausencia de sismos en la zona (B.A.S., 1986; Pelayo y Wiens, 1989) apunta a que tanto este límite como el dominio de la Cuenca Powell en su conjunto, son ahora prácticamente inactivos y se encuentran formando parte de la placa Antártica.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la C.I.C.Y.T. (proyecto ANT-94-0020). Los au-

tores quieren agradecer la colaboración del comandante del B/O Hespérides, Víctor Quiroga, y de toda la tripulación.

#### Referencias

- Barber P.L., Barker P.F. y Pankhurst R.J. (1991), in: *Geological Evolution of Antarctica* (Thomson M.R.A., Crame J.A., and Thomson J.W., eds.), Cambridge University Press, 361-367.
- Barker P.F. y Burrell J. (1977), *Marine Geology*, 25, 15-34.
- Barker P.F., Dalziel W.D. y Storey B.C. (1991), in: *Geology of Antarctica* (Tingey R.J., ed.), Oxford University Press, 215-248.
- Barker P.F. y Lonsdale M.J. (1989), in: *Geological Evolution of Antarctica* (Thomson M.R.A., Crame J.A., and Thomson J.W., eds.), Cambridge University Press, 237-241.
- B.A.S. (1985), *Tectonic map of the South Scotia Arc*, E:1:3.000.000.
- Galindo-Zaldívar J., Jabaloy A., Maldonado A. y Sanz de Galdeano C. (en prensa), *Tectonophysics*.
- Grunow A.M., Dalziel I.W.D. y Kent D.V. (1987), in: *Gondwana six: structure, tectonics and geophysics* (McKenzie G.D. ed.), *Geophys. monograph* n° 40, A.G.U., 161-172.
- King E.C. y Barker P.F. (1988), *J. Geol. Soc. London*, 145, 317-331.
- King E.C., Leitchenkov G., Galindo-Zaldívar J. y Maldonado A. (1994), *Terra Antarctica*, 1, 307-308.
- LaBrecque J.L. y Ghidella M.E. (1992), *Antarctic Journal*, 27, 68-70.
- Lawver L.A., Williams T. y Sloan B. (1994), *Terra Antarctica*, 1, 309-310.
- Livermore R.A. y Woollett R.W. (1993), *Earth Plan. Sci. Lett.*, 117, 475-495.
- Maldonado A., Aldaya F., Balanyá J.C., Galindo-Zaldívar J., Livermore R., Monseñe F.M., Rodríguez-Fernández J., Roussanov M., Sanz de Galdeano C., Suriñach E. y Viseras C. (1993), *Sci. Mar.*, 57 (1), 79-89.
- Maldonado A., Larter R. y Aldaya F. (1994), *Tectonics*, 13, 1345-1370.
- McAdoo D.C. y Marks K.M. (1992), *J. Geophys. Res.*, 97, 3247-3260.
- Pelayo A. y Wiens D.A. (1989), *J. Geophys. Res.*, 94, 7293-7320.
- Rodríguez-Fernández J., Balanyá J.C., Galindo-Zaldívar J. y Maldonado A. (1994), *Terra Antarctica*, 1, 315-316.
- Rodríguez-Fernández J., Balanyá J.C., Galindo-Zaldívar J. y Maldonado A. (sometido), *Geodinamica Acta*.
- Suriñach E., Galindo-Zaldívar J. y Maldonado A. (1995), *Rev. Soc. Geol. España*, 8, 285-295.