

Efectos morfotectónicos en el margen chileno (32-34°S) debido a la subducción del cordón asísmico Juan Fernández

Morphotectonic effects on the Chilean margin (32-34°S) resulting from the subduction of the Juan Fernández aseismic ridge

Hernán P. Vergara

Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso, Casilla 13-D, Viña del Mar, Chile.
Fax 833214

RESUMEN

Mediante cartas batimétricas, diagramas tridimensionales e imágenes del fondo marino se analiza la morfología del margen continental y de los cañones submarinos San Antonio, Montemar y La Ligua, situados en el área de Chile central entre los 32° y 34°S. Los datos fueron obtenidos con los sistemas de mapeo multihaz Hydrosweep y SeaBeam 2000 instalados, respectivamente, a bordo del B/I alemán "Sonne" y el B/I estadounidense "Melville". Los datos muestran que el tectonismo regional ha sido muy activo durante el Neógeno, producto de la convergencia del cordón asísmico Juan Fernández (CAJF), que comprime en forma oblicua (N8°E) respecto a la orientación N-S del margen continental. Montes submarinos aislados asociados al CAJF subducen, ocasionando deformaciones en el arco frontal y una reorientación en la geometría de los cañones. Se postula que debido a la presencia del CAJF se han formado tres centros de nucleación sísmica, debido a irregularidades topográficas adosadas a la placa descendente, causantes también del proceso erosivo que afecta al margen continental del área.

Palabras clave: cañón submarino, margen continental, deformación cortical, aspereza topográfica, Chile central.

ABSTRACT

Through bathymetric charts, 3-D diagrams and backscattering data, the continental margin morphology, as well as San Antonio, Montemar and La Ligua submarine canyons are analyzed. The data were gathered using the swath mapping systems Hydrosweep and SeaBeam 2000, installed aboard the German R/V "Sonne" and the US R/V "Melville", respectively, over the Chilean continental margin between 32° and 34°S. The data show that regional tectonism has been very active in this area during the Neogene, as a consequence of the oblique convergence of the Juan Fernández aseismic ridge (JFAR), that strikes N8°E related to the N-S oriented trend of the continental margin. Isolated volcanic edifices associated with the JFAR have been subducted, creating major deformations in the forearc and a re-orientation of the canyon geometries. It is suggested that three seismic nucleation centers would have been formed because of the topographic asperities contained into the subducted oceanic crust, causing the erosive processes that affect the continental margin of the area.

Key words: Submarine canyon, continental margin, crustal deformation, topographic asperity, central Chile.

INTRODUCCION

Desde que la teoría de tectónica de placas fuera ampliamente aceptada, ha habido varios intentos por relacionar los fenómenos geológicos superficiales con los mecanismos litosféricos. Esto fue confirmado con las primeras investigaciones (*i.e.* McKenzie 1978), que propusieron un modelo de cuenca, en esencia uni-dimensionalmente compresional en grandes regiones, donde la litósfera continental sufre deformaciones compresionales como producto de esfuerzos estructurales.

sionales como producto de esfuerzos estructurales.

En tal contexto ha sido reconocido que: (a) generalmente las cuencas compresionales son asimétricas y están caracterizadas estructuralmente por un semi-graben en lugar del graben simétrico mostrado por los primeros modelos (Bally 1982, Gibbs 1984, Gibbs 1985, Etheridge *et al.* 1984, Etheridge *et al.* 1985) y (b) las fallas inversas con bajo ángulo juegan un rol importante en la compresión de la litósfera continental.

Por otra parte, en la historia geológica de muchos cañones submarinos hay una creciente evidencia de que hubo un período en el cual la erosión subaérea fue un proceso precursor importante, pero que las características actuales son predominantemente el resultado de la erosión marina, y que - en los márgenes convergentes - también lo son los procesos tectónicos (Shepard & Dill 1966, Greene *et al.* 1989, Hagen *et al.* 1994). La erosión marina se relaciona con las corrientes de turbidez, causantes del transporte de flujos descendentes de escombros a lo largo de valles incipientes, lo mismo que los derrumbes que constituyen un factor igualmente importante en la erosión.

En los procesos tectónicos el rol principal lo constituyen las deformaciones que sufren los márgenes continentales activos durante el proceso de convergencia, en especial cuando en tales procesos están involucrados elementos que otorgan irregularidad o rugosidad a la topografía submarina que subduce (Jones *et al.* 1978, Masson 1991). Es lo que ocurre al subducir el cordón asísmico Juan Fernández (CAJF) bajo el margen continental ubicado frente a Chile central y cuyas consecuencias se manifiestan en la sismicidad, el tectonismo, la morfología y los procesos de sedimentación marina.

Con el propósito de contribuir con nueva información acerca de los cambios estructurales que se han producido en el margen continental chileno entre los 32° y 34° de latitud sur, se estudia la morfología del margen, incluyendo los tres cañones submarinos situados en el área de la cuenca de Valparaíso, para visualizar el grado de deformación y reorientación tectónica a que está sometido dicho sector.

MATERIALES Y METODOS

La información batimétrica fue obtenida en 1995 con el sistema automatizado Hydrosweep, durante el crucero SO-101 de la nave de investigación alemana "Sonne". Este

crucero fue parte del proyecto CONDOR (Chilean Offshore Natural Disaster and Ocean environmental Research). El Hydrosweep tiene una cobertura que le permite mapear el lecho marino con un haz de 90°, habiéndose efectuado 32 transectas batimétricas perpendiculares a la costa, que cubrieron el margen continental de Chile central entre los 32° y 34°S.

La información relacionada con el cañón San Antonio, se efectuó en 1993 con el sistema SeaBeam 2000 durante la Expedición Pascua, etapa 7, del buque de investigación "Melville". Ello permitió obtener, simultáneamente, batimetría e imágenes del fondo, habiendo seguido su curso desde la isóbata de 800 m hasta su desembocadura en la fosa Chile.

La batimetría obtenida con ambos sistemas fue editada utilizando el programa mb-system (Caress & Chayes, versión 3, 1995) que permitió elaborar planos batimétricos a varias escalas. Mediante el programa GMT (Generic Mapping Tools), elaborado por Wessel & Smith (1991, 1995) se confeccionaron gráficos tri y bidimensionales para complementar la interpretación de la batimetría, así como las imágenes del lecho marino. Los datos batimétricos sólo fueron filtrados superficialmente con el propósito de conservar el significado geológico que habitualmente se pierde cuando los datos se suavizan.

RESULTADOS Y DISCUSION

MARGEN CONTINENTAL

El margen continental chileno situado frente a la zona central entre los 32° y 34°S es bastante complejo. Latitudinalmente puede ser dividido en tres provincias morfotectónicas: al norte, la base del talud tiene un fuerte gradiente de alrededor de 6° y su topografía es distinta a la de la mayoría de los prismas acrecionales encontrados en otros márgenes convergentes, como por ejemplo en el norte

peruano, donde el margen continental muestra características acrecionales debido a fuertes avalanchas provocadas, entre otras, por terremotos y tsunamis (Bourgeois *et al.* 1993).

El talud continental del sector norte está dominado por el ancho *cordón Punta Salinas* (Fig. 1) de 2,5 a 3 km de longitud y con una fracturada morfología de orientación SW-NE, que separa a la *terrazza Punta Salinas* (Fig. 1) situada en su flanco norte, de la *cuenca de Valparaíso* (Fig. 1) ubicada al sur. La terraza tiene forma triangular y una pendiente relativamente suave en el sector situado hacia el cordón; éste tiene una topografía completamente fracturada, asociada al alzamiento del talud inferior por la presencia de la *anomalía magnética Papudo* situada 2 km bajo la superficie del talud, en los 32°30'S - 73°25'W, de acuerdo a la evidencia magnética presentada por Yáñez *et al.* (1995, 1997), quienes muestran que varios otros volcanes precedieron a aquel siguiendo similar trayectoria, cuya tendencia es [N 8° E, similar al sentido de propagación del margen continental situado al norte del cañón San Antonio]. El fracturamiento cortical en el margen es similar al margen continental sur peruano debido a la subducción del cordón Nazca (Bourgeois *et al.* 1988, von Huene *et al.* 1989).

En el talud continental del sector central destaca la cuenca de Valparaíso con una profundidad promedio de 2450 m, constituyendo también una terraza en el arco frontal medio y conformando una gran e inusual cuenca de 60 km de longitud por 40 km de ancho. Su límite norte es el cordón Punta Salinas, mientras que su límite sur es la *terrazza Topocalma* y el *cañón San Antonio* (Fig. 1), que tiene poco más de 130 km de longitud desde su nacimiento hasta la desembocadura.

En sentido perpendicular a la costa, el arco frontal superior del sector central del

talud se proyecta a mayores profundidades con un fuerte gradiente y está disectado por los *cañones submarinos Montemar y La Ligua*, un cañón fósil aún sin nombre (Figs. 1 y 2) y otros canales de erosión que desembocan en la terraza colgante conocida como cuenca de Valparaíso, ampliamente discutida por Vergara (1996). Estos canales sugieren una extensión en la inestabilidad tectónica, bastante larga como para formar los canales, lo cual es concordante con la secuencia sedimentaria del Terciario en el talud superior mostrada por registros de reflexión sísmica (Scholl *et al.* 1970, von Huene *et al.* 1997). Desde el talud inferior la cuenca desciende bruscamente hasta el pie del mismo, presentando un escarpe de 1 km (Fig. 1) causado probablemente por la presencia del ya citado edificio volcánico ubicado bajo el margen continental (anomalía magnética Papudo). La presencia de fallas en cizalle son consecuencia del movimiento causado por la convergencia oblicua del CAJF.

Inmediatamente al sur de la boca del cañón San Antonio, la existencia de pequeños escarpes paralelos al eje de la fosa forman estructuras en echelon en la parte inferior del talud (Fig. 1), que junto con el alzamiento del arco frontal han causado fracturamientos, derrumbes superficiales menores y un incremento del prisma sedimentario que se manifiesta en barrancos y en un notorio aumento en el monto de los sedimentos en la fosa. Desde una profundidad de 5,6 km que tiene al norte de la desembocadura del cañón San Antonio, pasa a 5 km hacia el sur.

La fosa submarina adyacente al margen tiene una orientación prácticamente lineal (Fig. 1), con excepción de tres re-entrantes (entrantes) en la base del talud. El primero se encuentra en los 32°33'S - 72°35'W, a la profundidad de 4000 m, debido a la impronta dejada por la subducción bajo el continente de un relieve submarino de dimensiones tan imponentes como el guyot O'Higgins (Ver-

gara & Valenzuela 1982). El rastro del entrante se debe a las rocas consolidadas que comprimen el talud inferior; von Huene *et al.* (1997) estiman que el monte submarino debe haber bloqueado la fosa hace aproximadamente 1 m.a., lo que explicaría la presencia de un canal de erosión en la fosa submarina (Fig. 1).

El segundo entrante se encuentra en la desembocadura del cañón San Antonio, en donde la ausencia de un delta y la probable existencia de otra anomalía, coincidirían con lo expresado por Barrientos y Kausel (1990) en el estudio de una serie de grandes terremotos que afectaron a Chile central en 1647, 1730, 1822, 1906 y 1985. Al investigar el proceso de ruptura de este último (3 de marzo de 1985), concluyeron que "el período de recurrencia, de algo más de 80 años, no concuerda con una razón de acumulación constante de tensiones y deformaciones inducidas por el movimiento de subducción de unos 9 cm/año de la placa de Nazca, ya que períodos de recurrencia constantes implicarían sismos de tamaño constante". Para poder resolver esta contradicción, dedujeron un proceso de ruptura distinto de los mecanismos clásicos de ciclos sísmicos, concluyendo que el inicio de la ruptura de un sismo de grandes proporciones como aquel, sería producido por una espereza o rugosidad de la corteza oceánica, que acumularía tensión a una razón constante, dada por la velocidad de convergencia de las placas. Esa aspereza estaría situada entre los 33 y 33.5°S y resistiría a la ruptura hasta sobrepasar cierto límite de desequilibrio que alcanza en un período de recurrencia de 82 ± 6 años.

Asimismo Ponce *et al.*¹ en un informe inédito respecto del sismo de 1985 que afectó

a Chile central, afirman que "el número anómalo de réplicas de gran magnitud pudiera deberse a la existencia de una pequeña unidad tectónica en la zona de subducción, que pudiera corresponder físicamente a la subducción de altos topográficos de la placa de Nazca bajo la Sudamericana".

El tercer entrante se encuentra en los 33°31' S - 72°42' W. Adicionalmente a la evidencia morfológica, se encuentra el apoyo sísmológico representado por sismos cuya ubicación epicentral se encuentran ploteados en la Figura 3, de acuerdo a los datos de la Tabla 1. Resultados recientes obtenidos durante el crucero Génesis III del B/I Roger Revelle, realizada en marzo de 1997 (Alan Mix, jefe científico, comunicación personal), que mapeó el área situada al suroeste del guyot O'Higgins (Fig. 4), confirma que los relieves volcánicos aún están presentes, al menos hasta los 33°30' S en un sector no mapeado durante el crucero CONDOR, lo cual sugiere que estos tres entrantes constituirían sectores de nucleación sísmica, siendo asimismo una de las razones del proceso erosivo que afecta al talud inferior al norte de la desembocadura del cañón San Antonio.

CAÑONES SUBMARINOS

El cañón San Antonio se extiende desde la costa, cerca del puerto de San Antonio, hasta la fosa Chile. Analizando la morfología del valle del cañón, se observa que en la mayor parte de su trayecto, éste tiene una forma de U y aparentemente es alimentado por los sedimentos del río Maipo. De acuerdo con las imágenes obtenidas con el sistema SeaBeam 2000, éstos se han interpretado como material mayoritariamente grueso (Hagen *et al.* 1996). En su valle inferior el curso del cañón se halla deflectado hacia el norte por un alto estructural que tiene un área de 2 x 5 km y una altura de 200 m (Figs. 5A y 5B), lo que refleja, en parte, que su basamento es resistente al fuerte proceso erosivo que ha afectado a su lecho.

¹ Ponce L., SK Singh & G Suárez 1985. El terremoto de la zona central de Chile del 3 de marzo de 1985. Aspectos sísmológicos y tectónicos Misión de reconocimiento CERESIS-UNESCO, U.N.A.M., 20 p., 4 figs. Informe inédito.

Tabla 1. Epicentros sísmicos en el área de convergencia en latitud 33,5°S (1991 a 1996).
 Table 1. Seismic epicenters in the convergence area at latitude 33.5°S (1991 to 1996).

Numero Sismo	Año	Mes	Día	Latitud (S)	Longitud (W)	Prof. (km)	Mag. (Mb)
01	1991	01	09	33°386'	72°873'	32,80	3,90
02	1991	01	03	33°222'	72°857'	24,20	3,90
03	1991	08	01	33°418'	72°529'	32,40	3,60
04	1991	08	02	33°427'	72°553'	34,50	3,60
05	1991	08	07	33°167'	72°848'	28,10	4,00
06	1991	10	19	33°234'	72°873'	24,40	3,40
07	1992	08	24	33°238'	72°985'	26,54	3,47
08	1992	11	24	33°397'	72°987'	28,78	4,83
09	1992	11	25	33°309'	72°883'	34,76	4,14
10	1993	04	12	33°039'	72°717'	31,11	3,95
11	1993	09	18	33°308'	72°747'	31,58	4,39
12	1993	10	22	33°427'	72°970'	27,32	4,00
13	1994	03	14	33°243'	72°953'	29,02	3,79
14	1994	04	08	33°308'	72°839'	30,97	3,88
15	1994	04	26	33°297'	72°793'	31,54	4,03
16	1994	09	23	33°235'	72°714'	32,14	3,83
17	1994	10	07	33°364'	72°518'	12,33	4,36
18	1995	02	26	33°299'	72°764'	33,52	3,80
19	1995	03	28	33°332'	72°851'	29,45	3,79
20	1995	04	29	33°024'	72°858'	27,37	3,57
21	1995	06	13	33°317'	72°596'	28,52	4,58
22	1995	06	13	33°289'	72°639'	24,44	4,33
23	1995	06	13	33°394'	72°557'	29,44	4,13
24	1995	06	17	33°351'	72°836'	36,91	4,39
25	1995	06	17	33°329'	72°504'	31,64	3,84
26	1995	06	19	33°327'	72°514'	33,68	4,28
27	1995	06	28	33°338'	72°610'	34,58	4,16
28	1995	06	28	33°287'	72°679'	24,94	4,39
29	1995	06	29	33°332'	72°559'	15,06	4,13
30	1995	07	31	33°338'	72°583'	33,41	4,30
31	1995	08	31	33°181'	72°861'	29,68	3,75
32	1995	09	05	33°055'	72°936'	27,87	3,27
33	1996	01	06	33°338'	72°816'	31,70	2,97
34	1996	02	17	33°259'	72°732'	32,08	3,84
35	1996	05	12	33°467'	72°969'	27,30	3,65

Esta resistencia a la erosión basal pudo haber incrementado la erosión lateral de las paredes del cañón, cuyo resultado es la inusual y ancha forma de U, en oposición a la más común forma de V que tienen la mayor parte de los valles de los cañones submarinos (Shepard & Dill 1966).

El curso que sigue el cañón, con quiebres en ángulo recto, sugiere la existencia de

un control estructural, con las consiguientes modificaciones en la orientación de su valle. Más de un tercio de él corre subparalelamente a la dirección de convergencia de la placa que lo sustenta y varios sectores de sus abruptas paredes alcanzan una altura superior a 1 km (Fig. 6).

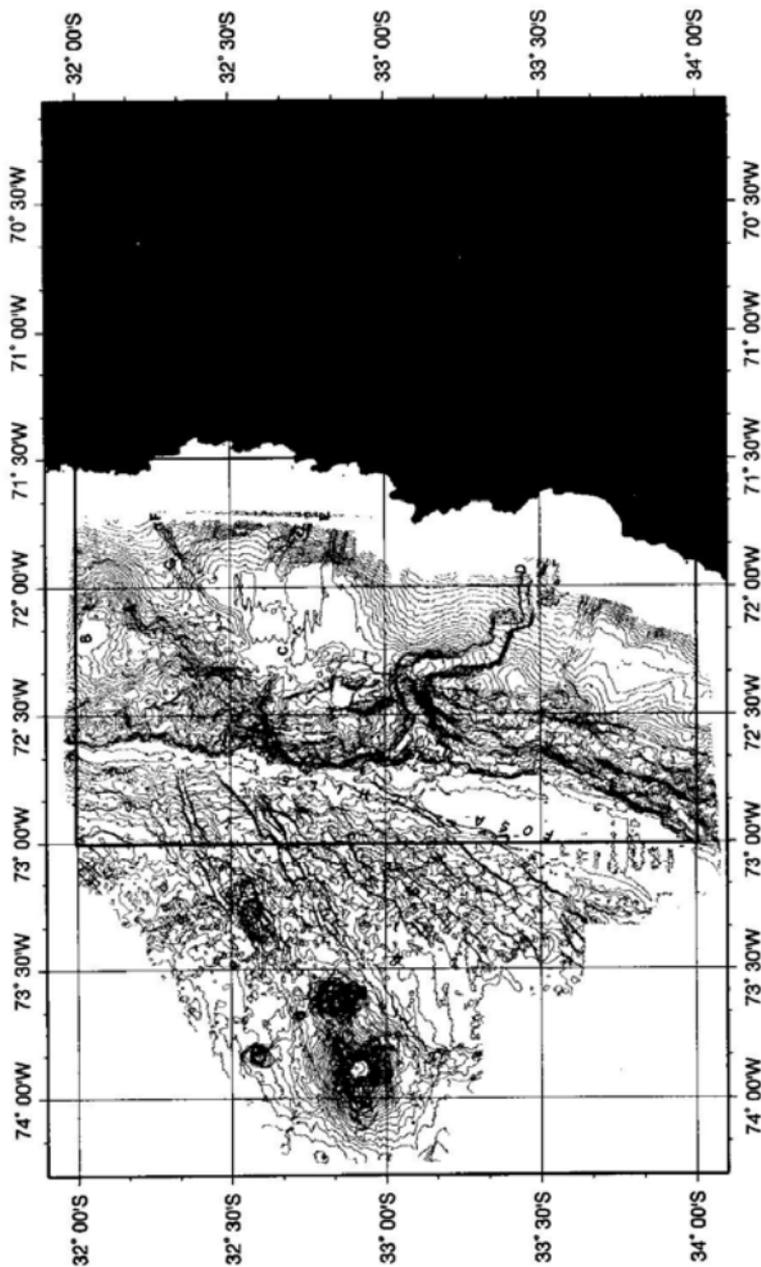


Figura 1. Batimetría Hydrosweep. En recuadro se indica el área de estudio. El intervalo de las isóbatas es de 100 m. Simbología: A=cordón Pta. Salinas, B=terrazza punta Salinas, C=cuenca de Valparaíso, D=cañón San Antonio, E=cañón Montemar, F=cañón La Ligua, G=cañón fósil (sin nombre), H=escarpe de 1 km, I=estructuras en echelon, J=canales de erosión en la fosa (modificado de von Huene *et al.* 1997).

Figure 1. Hydrosweep bathymetry. Rectangle shows the study area. Contour interval is 100 m. Symbology :A=Punta Salinas ridge, B=Punta Salinas embayment, C=Valparaíso basin, D=San Antonio canyon, E=Montemar canyon, F=La Ligua canyon, G=fossil canyon, H=1 km scarp, I=structures in echelon, J= erosion channels into the trench (modified from von Huene *et al.* 1997).

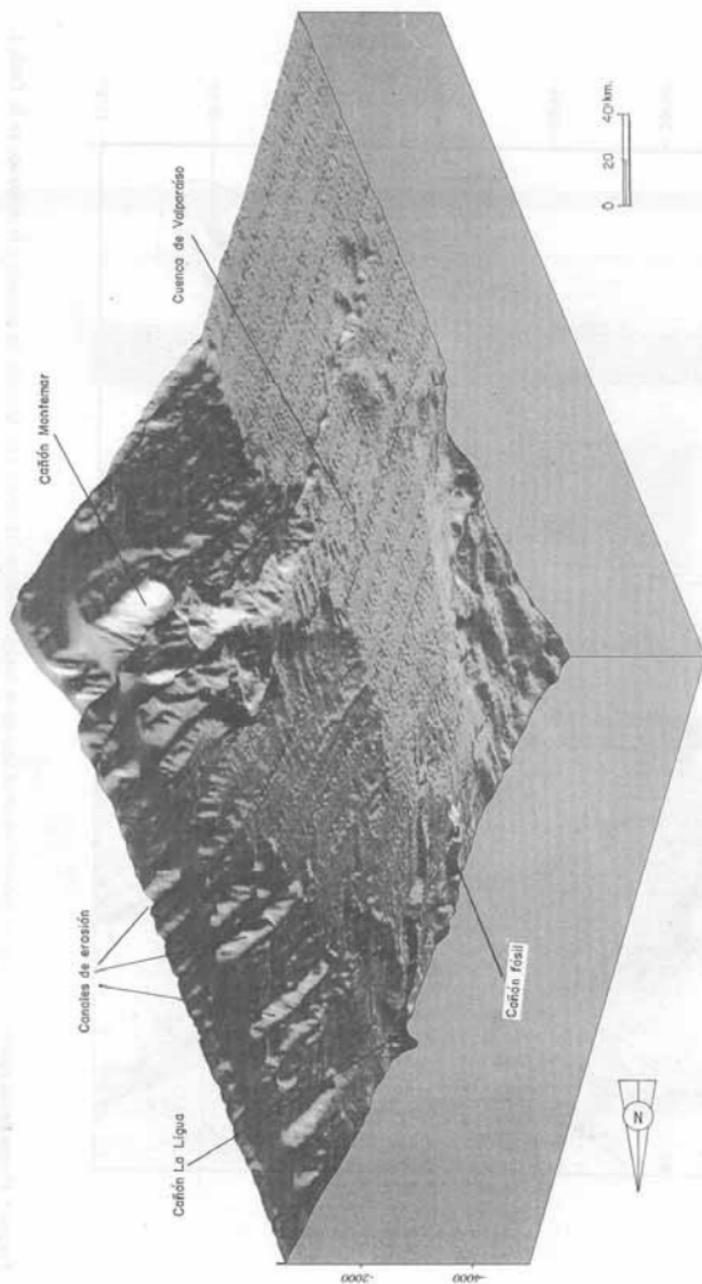


Figura 2. Gráfico tridimensional que muestra los cañones Montemar y La Ligua y otros rasgos destacados del relieve submarino. Es notable el giro hacia el norte del cañón Montemar antes de desembocar en la cuenca de Valparaíso.

Figure 2. 3-D diagram that shows Montemar and La Ligua canyons and other remarkable submarine relief features. It is remarkable the sharp northward canyon turn before reaching the Valparaíso basin.

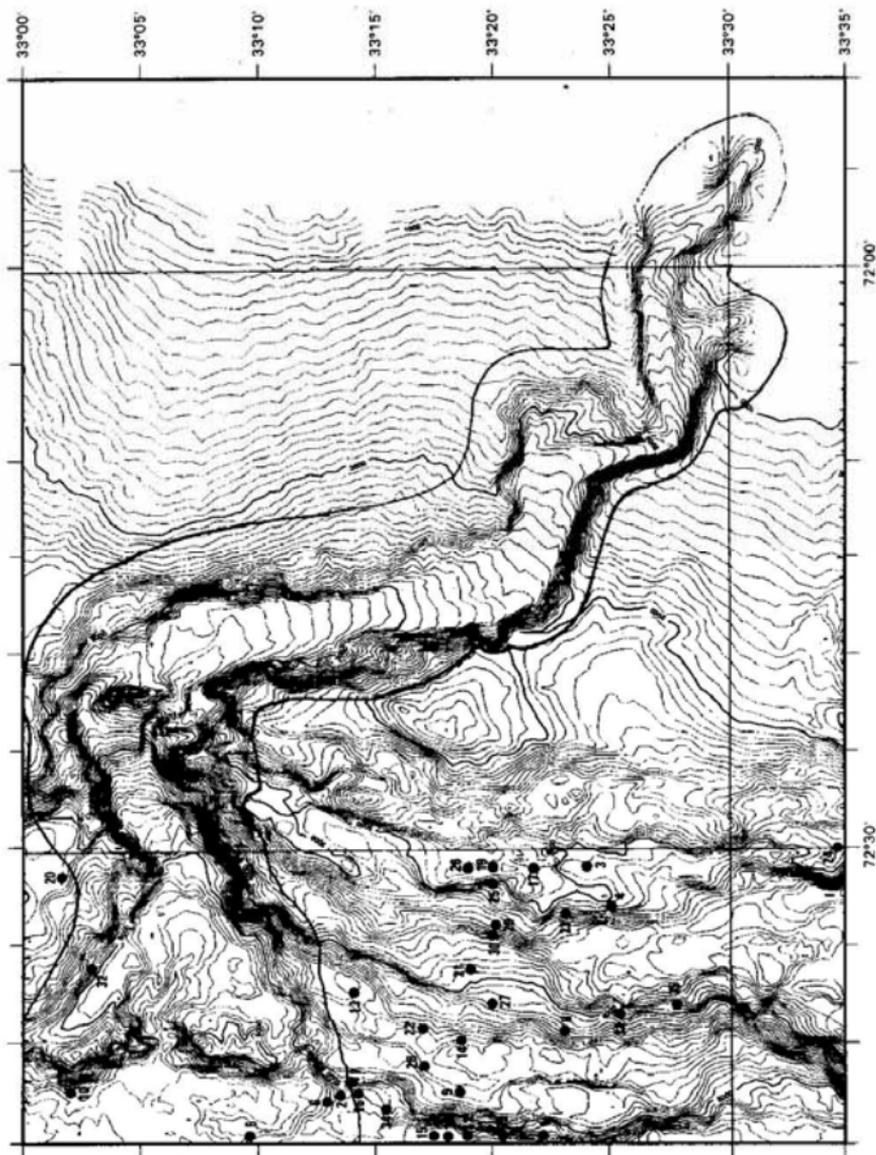


Figura 3. Ploteo de los epicentros sísmicos localizados en el área de la desembocadura del cañón San Antonio, de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 1.
Figure 3. Seismic epicenters plotting located into the San Antonio canyon's mouth area according to the Table 1.

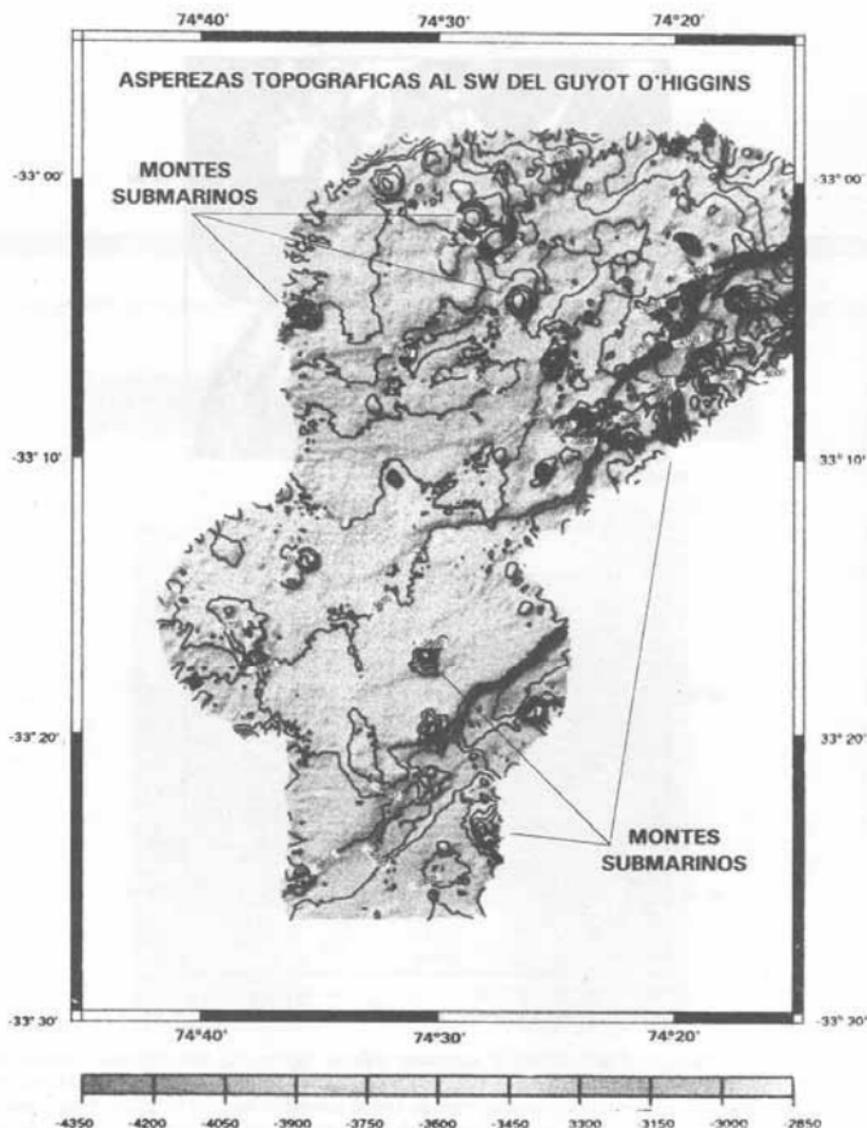


Figura 4. Batimetría SeaBeam al SW del guyot O'Higgins que confirma la presencia al SW de irregularidades topográficas que se desplazan adosadas a la placa Nazca (Gentileza del Dr. Alan Mix, Univ. Estatal de Oregon y jefe científico del Crucero Génesis III, marzo 1997).

Figure 4. SeaBeam bathymetry southwest of guyot O'Higgins that confirm the existence southwestward of topographic asperities moving with the Nazca plate (Courtesy from Dr. Alan Mix, Oregon State University and Expedition Genesis III's chief scientist, March 1997).

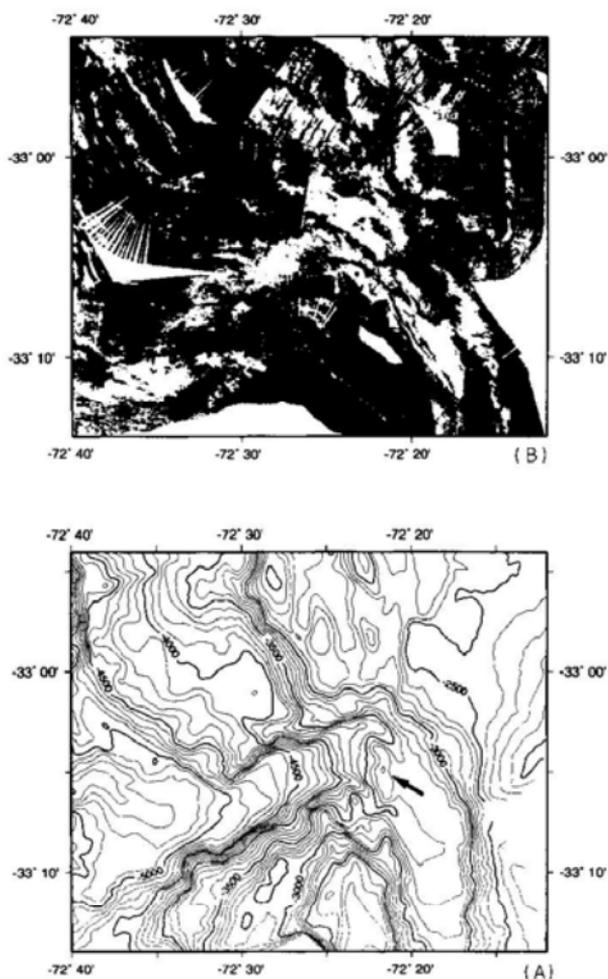


Figura 5. (a) Batimetría SeaBeam 2000 del segmento inferior del cañón San Antonio; observe la forma triangular de su desembocadura con la fosa. La flecha muestra el alto topográfico ubicado en el giro del cañón. (b) Imágenes del sonar de barrido lateral correspondiente a la misma área (resolución 4-bit). Áreas oscuras son de baja reflectividad; áreas claras son de alta reflectividad. El lecho del cañón muestra una relativa alta reflectividad y su flujo de sedimentos corresponde a material grueso (probablemente turbiditas).

Figure 5. (a) SeaBeam 2000 bathymetry from the lower segment of San Antonio canyon; observe the triangular shape of its mouth. Arrow shows the topographic obstruction located in the canyon turn before to discharge its sediments into the trench. (b) Side-scan sonar data of the same area (4-bit resolution). Dark shades represent high backscatter areas; light shades represent low backscatter areas. Canyon floor shows a relative high reflectivity and its sediments flux mainly belong to coarse material (probably turbidites).

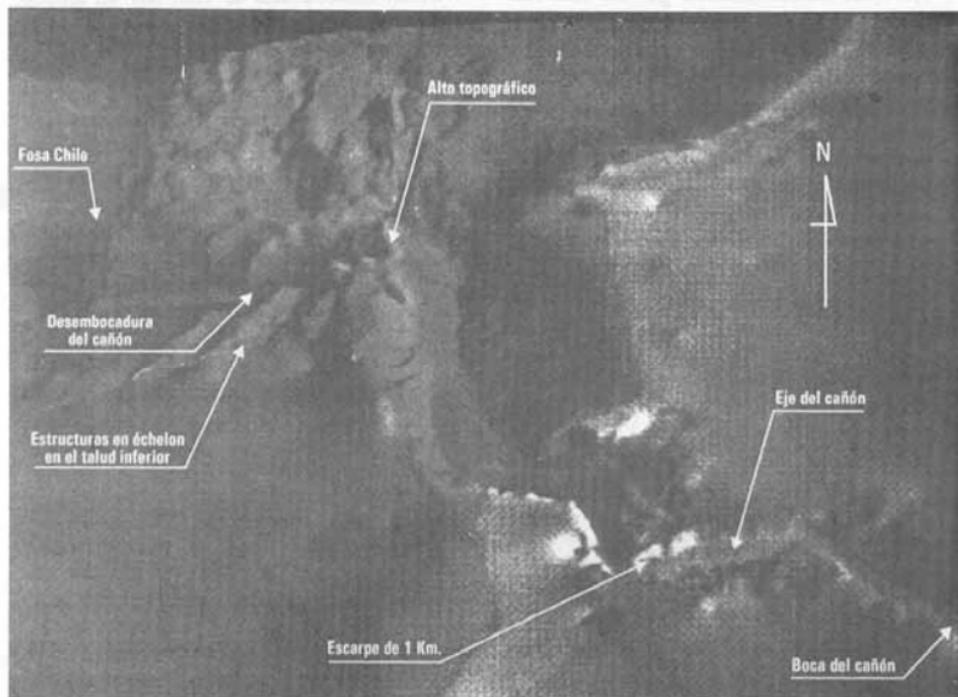


Figura 6. Imagen del cañón San Antonio. Las flechas indican los principales rasgos que se visualizan.

Figure 6. Backscatter image gathered with SeaBeam 2000. Arrows show the main relief.

La desembocadura del cañón, de 20 km de ancho, vacía su material en el eje de la fosa Chile, cuya profundidad allí es de 5 km. La forma triangular de la boca del cañón, unido a la ausencia de un delta, hace suponer la presencia en profundidad de un relieve positivo de la corteza oceánica. La amplia forma de U del valle central del cañón, que cruza el talud, sugiere que la erosión ha sido más efectiva en el cañón San Antonio que en los cañones Montemar y La Ligua debido a que el valle inferior de aquel, de aproximadamente 5 km de ancho, carece de la anchura suficiente como para formar una desembocadura tan ancha.

El cañón Montemar presenta como uno de sus rasgos más notorios un brusco giro de casi 90° hacia el norte en su curso descendente, lo que sugiere un rápido y anormal desplazamiento cortical en la trayectoria de ese segmento (Fig. 2). A pesar de la falta de información batimétrica en dirección a la costa, la tendencia de su valle central sugiere ser alimentado principalmente por los sedimentos que aporta el río Aconcagua, que desemboca en Concón, por lo que se estima que su origen debe estar ligado a la misma falla que originó ese río (Caviedes 1972).

El cañón La Ligua y el remanente de un cañón fósil cercano a él, han sido los más

afectados estructuralmente por las deformaciones del margen. Yáñez *et al.* (1995) indican que los montes submarinos ya subductados en su avance junto a la placa descendente, de similar naturaleza que la actual anomalía magnética Papudo, han producido deformaciones estructurales de gran magnitud que permiten sugerir que el desarrollo de ambos cañones habría evolucionado al menos en dos etapas. La primera, en que el curso de ellos se vio afectado por desplazamientos bruscos a lo largo de fallas (Figs. 1 y 2), similares a los que afectaron a los cañones San Antonio y Montemar, mientras que la segunda etapa se habría producido debido al alzamiento del cordón Punta Salinas. Como consecuencia de esto, el cañón La Ligua y el cañón fósil vecino re-orientaron la trayectoria normal que tienen la mayoría de los cañones submarinos en el margen chileno que enfrentan la placa Nazca, pasando de un rumbo aproximado 315° al 225°.

CONCLUSIONES

El cordón Juan Fernández, adosado a la placa Nazca, se desplaza con orientación N8°E y converge con el margen occidental del continente sudamericano entre los 32° y 34°S.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Roland von Huene, del Instituto GEOMAR (Univ. Christian-Albrechts, Kiel, Alemania) y líder del crucero SO-101 del FS "Sonne", por las facilidades dadas a bordo para la iniciación de este estudio. Las reuniones con el Prof. von Huene, el Prof. Eduardo Valenzuela (Univ. de Chile), el Dr. David Scholl (U.S. Geological Survey) y el Sr. Stephan Dominguez (Univ. de Montpellier, Francia) fueron muy útiles. Al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) por las facilidades otorgadas para mi participación. Al Dr. Sergio Barrientos (Depto. Geofísica, Univ. de Chile) por el listado de sismos que permitió confeccionar la figura 3 y a mi colega Bernardita Campos por la exhaustiva revisión crítica del dactiloscrito. Este trabajo está dedicado a la memoria del Dr. José Corvalán Díaz, quien re-nació el 6 de octubre de 1996. Con profesionalismo y gran esfuerzo coordinó la participación de Chile en el proyecto internacional CONDOR.

LITERATURA CITADA

- Bally AW. 1982. Musings over sedimentary basin evolution. *Philosophical Transaction of the Royal Society of London, Series A*, 305: 325-328.
- Barrientos SE & E Kausel, 1990. Génesis y proceso de ruptura del terremoto del 3 de marzo de 1985. *Revista de Geofísica* 4: 3-18.

Como consecuencia de ello, hay un amplio sollevamiento del margen inferior de la placa Sudamericana frente a Chile central.

El proceso convergente ha provocado deformaciones en los estratos sedimentarios depositados sobre el margen, especialmente en la cuenca de Valparaíso, y su alzamiento ha ocasionado la migración del relieve superficial, lo que se refleja en la geometría que han adoptado los cañones submarinos, los efectos en superficie del cordón Punta Salinas y la permanente actividad sísmica del área. Por el contrario, en el sector sur del área estudiada, partiendo del cañón San Antonio, el margen presenta condiciones acrecionales debido al mayor aporte de sedimentos, lo cual es evidente en la disminución de la profundidad en la fosa Chile del sector.

La información morfológica, apoyada con evidencia sismológica, permite sugerir que como consecuencia de la subducción de la placa oceánica conteniendo irregularidades topográficas con ella, se han formado tres reentrants que han ocasionado procesos de nucleación sísmica, que permitirían explicar entre otras cosas, la erosión a que ha estado sometido el margen continental en el área submarina frente al litoral de Chile central.

- Bourgeois J, B Pautot, T Bandy, T Boinet, P Chotin, P Huchon, B Mercier de Lepinay, F Monge, J Monlau, B Pelletier, M Sosson & R von Huene 1988. SeaBeam and seismic reflection imaging of the tectonic regime of the Andean continental margin off Perú (4°S to 10°S). *Earth & Planetary Science Letters* 87: 111-126.
- Bourgeois J, Y Lagabrielle, P de Wever, E Suess & NAUTIPERC Team 1993. Tectonic history of the northern Perú convergent margin during the past 400 ka. *Geology* 2: 531-534.
- Caviedes C. 1972. Geomorfología del Cuaternario del Valle del Aconcagua, Chile Central. Cuadernos Geográficos Friburgueses, Im Selbstverlag der Geographischen Institute del Albert-Ludwigs-Universität, N°11, 153 p.
- Etheridge MA, JC Branson, DA Falvey, KL Lockwood & PB Stuart Smith 1984. Basin-forming structures and their relevance to hydrocarbon exploration in Bass Basin, southeastern Australia. *BMR Journal Australian Geology & Geophysics* 9: 197-206.
- Etheridge MA, JC Branson & PB Stuart Smith 1985. Extensional basin forming structures in Bass Strait and their importance and relevance for hydrocarbon exploration. *APEA Journal* 2: 344-361.
- Gibbs AD 1984. Structural evolution of compressional basin margins. *Journal of the Geological Society of London* 141: 609-620.
- Gibbs AD 1985. Discussion on the structural evolution of compressional basin margins. *Journal of the Geological Society of London* 142: 939-942.
- Greene HG, WL Stublefield & HA Theberge, Jr. 1989. Geology of the Monterey Submarine Canyon system and adjacent areas, offshore Central California, U.S. Geological Survey, Open-File Report 89-221, 30 p.
- Hagen RA, DB Bergersen, R Moberly & WT Coulbourn 1994. Morphology of a large meandering submarine canyon system of the Peru-Chile forearc. *Marine Geology* 119: 7-38.
- Hagen RA, H Vergara & DF Naar 1996. Morphology of San Antonio submarine canyon on the central Chile forearc. *Marine Geology* 129: 197-205.
- Jones GM, TWC Hilde, GF Sherman & DC Agnew 1978. Fault patterns in outer trench walls and their tectonic significance. *Journal of Physics of the Earth* 26, Supplement, S85-S101.
- Masson DG 1991. Fault patterns at outer trench walls. *Marine Geophysical Research* 13: 209-225.
- McKenzie DP 1978. Some remarks on the development of the sedimentary basins. *Earth & Planetary Science Letters* 40: 25-32.
- Moore GF & KL Sender. 1993. Structure of the southwest Panama deformed belt. En: P. Mann (ed). *Geologic and tectonic development of the Caribbean plate boundary in southern Central America*. Geological Society of America Special Paper, p. 334-353.
- Scholl D, MN Christensen, R von Huene & MS Marlow. 1970. Perú-Chile Trench sediments and sea-floor spreading. *Bulletin of the Geological Society of America* 81:1339-1360.
- Shepard FP & RF Dill. 1966. Submarine canyons and other sea-valleys. Rand McNally, Chicago, 381 p.
- Vergara H & E Valenzuela. 1982. Morfología submarina del guyot O'Higgins, extremo oriental del cordón sísmico Juan Fernández. En: *Actas III Congreso Geológico Chileno*, Tomo I, p. C131-C145.
- Vergara H. 1996. La Cuenca de Valparaíso: antecedentes morfotectónicos y sedimentológicos *Revista de Biología Marina, Valparaíso* 31: 45-63.
- von Huene R, J Bourgeois, J Miller & J Pautot. 1989. A large tsunamigenic landslide and debris along the Perú Trench. *Journal of Geophysical Research* 94(B2): 1703-1714.
- von Huene R, J Corvalán, ER Flueh, K Hinz, J Korstgard, CR Ranero, W Weinrebe and the CONDOR scientists. 1997. Tectonic control of the subducting Juan Fernández Ridge on the Andean margin near Valparaíso, Chile. *Tectonics* 16(3): 474-488.

- Wessel P & WHF Smith. 1991. Free software helps map and display data. EOS Transaction of the American Geophysical Union 72(441) : 445 - 446.
- Wessel P & WHF Smith. 1995. The Generic Mapping Tools - GMT (version 3). Manual Technical Reference and Cookbook, 263 p. (Release 1 August 1995).
- Yáñez G, CR Ranero & J Dfáz. 1995. Magnetic survey: instrumentation, data acquisition, processing, modelling and interpretation, p. 31-62. En: von Huene, R., J. Corvalán & J. Korstgard (eds). Cruise Report SO-101 CONDOR, GEOMAR, Christian-Albrechts Universität zu Kiel.
- Yáñez G, CR Ranero, R von Huene & J Dfáz. 1997. Magnetic domains accross a segment of the convergent margin at the Southern Central Andes (32°-34°S). En: Actas VIII Congreso Geológico Chileno, Simposio Geología Marina en Chile, Tomo III.

Recibido en mayo de 1997 y aceptado en marzo de 1998