

## GEOMORFOLOGÍA Y DINÁMICA COSTERA

por

JORGE O. CODIGNOTTO

### RESUMEN

La evolución de las áreas costeras está vinculada en relación directa con los fenómenos de ascensos y descensos territoriales relativos, como así también a los desplazamientos hacia el mar y hacia tierra de la línea de costa. Los desplazamientos en el plano horizontal de la línea de costa están representados por fenómenos de erosión y acreción. Las formas resultantes de estos procesos que se encuentran en el área costera pueden agruparse en dos sectores principales. Uno ubicado aproximadamente al sur de los 39° S donde predominan las áreas de erosión. Se estima para el sector austral un retroceso de poco más de 15 km en el área correspondiente al Estrecho de Magallanes, que equivale a unos 500 km<sup>2</sup>. En el sector norte, como contrapartida, existen importantes fenómenos de acreción de, por ejemplo, magnitudes de hasta 60 km, equivalentes a una superficie de unos 4.000 km<sup>2</sup> en los últimos 7.000 años. En coincidencia con el límite entre los sectores de acreción y acumulación, se registra un cambio del régimen y amplitud de la marea.

Es procedente señalar la existencia de dos direcciones principales de corrientes cercanas a la costa. Ellas fueron determinadas sobre la base de diseños geomorfológicos.

Al norte del paralelo 42° S, el sentido de las corrientes cercanas a la costa es hacia el norte. Al sur del mismo, el sentido de las corrientes cercanas a la costa es hacia el sur. Existen además celdas de circulación localizadas, que en algunos casos son opuestas a la dirección general de deriva litoral. Los desplazamientos verticales del territorio costero son de ascenso. Los correspondientes a la Cuenca Austral, Cuenca del Golfo San Jorge, Cuenca de Valdés, Cuenca del Colorado, Cuenca del Salado y Cuenca Chacoparanense presentan velocidades de ascenso menores que las zonas de intercuenas como consecuencia de factores tectónicos.

### ABSTRACT

**Geomorphology and coastal dynamics.** In Argentine coastal areas, geomorphological changes are directly related to relative continental uplifts and falls and to seaward and landward displacement of the coastline.

Accretional and erosional phenomena are produced by displacement of the coastline in horizontal way. The resultant structures can be represented in two principal sectors. Backward motion or retrogradation of about 15 km were estimated for the Strait of Magellan, over an area of 500 km<sup>2</sup>.

Otherwise, large accretional phenomena were recognized in the north, with a 60 km seaward displacement, equivalent to 4,000 km<sup>2</sup> in the last 7,000 years. Variation in tidal regime and amplitude is reflected in the coincidence of the boundary between accretion and erosional sectors.

Two principal nearshore currents were determined from the geomorphological patterns. They occur southerly to 42° S. The nearshore current was northward in the northern sector, and southward in the

southern one. Local nearshore circulation cells exist along the coast and sometime they act against the general littoral drift.

**Palabras claves:** Evolución. Acreción. Erosión. Oscilaciones del nivel del mar. Océano Atlántico Sudoccidental. Argentina  
**Key words:** Coastal evolution. Accretion. Erosion sea level changes. Southwestern Atlantic Ocean. Argentina.

### INTRODUCCION

Es un hecho generalmente conocido que el contorno de la costa sufre modificaciones. En algunos casos esa idea está asociada erróneamente a fenómenos de tipo catastrófico. La realidad indica que los cambios más importantes han ocurrido en forma paulatina durante los últimos 19.000 años. Estos cambios han hecho desaparecer estrechos y bahías al modificar el aporte de sedimentos. Por ejemplo, el proceso de desertización general del área patagónica ha dado como consecuencia la casi desaparición de sedimentos aportados por los ríos patagónicos al área costera marina, originando dos hechos significativos: 1) la

desaparición de los aportes clásticos por los ríos condujo a un rápido incremento de los fenómenos erosivos en la costa marina; y 2) la disminución del aporte fluvial (ácueo) y la desaparición del aporte clástico con su consecuente cambio geoquímico condujo a importantes modificaciones morfológicas en algunos sectores de la costa patagónica.

Como ejemplo de un proceso geomórfico evolutivo aunque incompleto e interrumpido, se puede citar la desaparición del estrecho Bahía Inútil (Chile)-Bahía de San Sebastián (Argentina) (Codignotto, 1990a), el que hoy es una bahía con una boca de 40 km, semicerrada por una espiga compuesta y compleja de 20 km de longitud.

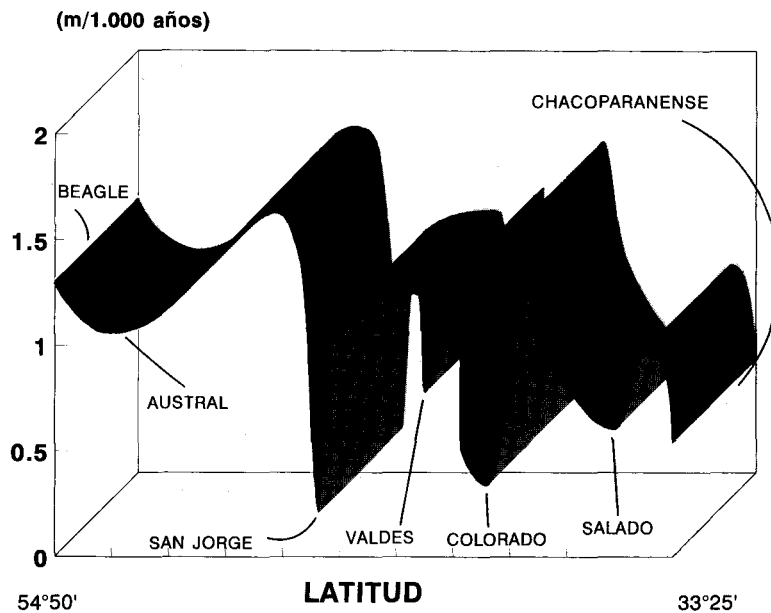


Figura 1. Desplazamiento vertical positivo durante el Holoceno en la costa comprendida entre el Canal Beagle y Gualeguay. Nótese la menor velocidad de ascenso en las zonas de cuenca (Austral, San Jorge, etc.). Modificado de Kokot *et al.*, 1994.

Por otra parte, la presencia de material arenoso en el sector ubicado al norte de Bahía Blanca y de gravas en aquel situado al sur representa una de las diferencias que señalan consecuentes disimilitudes en la energía del medio hidráulico y consecuentemente de los factores ambientales.

En importancia, la segunda acumulación de sedimentos del Holoceno sobre la costa marina de Argentina, se produjo en el sector comprendido entre Punta Piedras - General Conesa - Punta Rasa - Punta Médanos y el sector de Mar Chiquita. Esta acumulación implica un incremento areal de casi 4.000 km<sup>2</sup>.

Como se deduce, todas estas modificaciones, relativamente lentas desde el punto de vista humano, han producido y producen importantes cambios ambientales. Como ejemplos pueden citarse variaciones de turbiedad, salinidad y temperatura del agua, así como la desaparición o inversión del sentido de las corrientes a lo largo de la costa.

Básicamente la evolución costera se puede dividir en dos componentes. Aquellos diseños geomorfológicos que representan desplazamientos horizontales (Codignotto *et al.*, 1993), y los diferentes valores de desplazamientos verticales que acreditan los fenómenos de neotectonismo (Codignotto *et al.*, 1992; Kokot *et al.*, 1994) (Figura 1).

Queda claro que el conocimiento de los factores y sus causas conducen a la comprensión de la evolución del complejo ecosistema litoral.

## FACTORES QUE MODELAN LAS COSTAS

### Identificación de factores formadores de costas

Los factores que modelan las costas pueden ser divididos en cuatro grupos interdependientes, a saber:

#### Factores del grupo I.

Factores geológicos (estructura en el sentido geomorfológico).

#### Factores del grupo II.

Factores propios del océano (olas, corrientes y mareas).

#### Factores del grupo III.

Son propios de un sector de costa (acción eólica,

acción fluvial y acción antrópica).

#### Factores del grupo IV.

Oscilaciones del nivel del mar de orden global (cambio climático global).

Oscilaciones del nivel del mar de orden local (tectonismo-volcanismo).

### Identificación de elementos costeros (tipos de costa)

Desde el punto de vista de los fenómenos de acumulación y erosión, la tipificación costera a lo largo de más de 5.000 km está representada por bahías o estuarios con tipos morfológicos estratigráficos que según la morfología estratigráfica generalizada de los tipos de barreras holocenas (Thom (1978), (Figura 2) pueden dividirse en tres clases principales.

#### 1. Costas de progradación

Dentro del tipo de costas de progradación en el litoral argentino se encuentra el subtipo: Crestas de playa. Este tipo de costa está conformado por depósitos clásticos arenosos o gravosos con o sin bioclastos. Cada pulso de acreción queda representado morfológicamente por un depósito longilíneo levemente elevado (Figura 3), paralelo o subparalelo a la lineación general de la costa. Como se señaló anteriormente este proceso puede rellenar bahías (Figura 4), total o parcialmente. Ejemplos de bahías colmatadas se encuentran en el área patagónica: Bahía Engaño, Bahía Solano (Codignotto *et al.*, 1990b), Rada Tilly, etc.

#### 2. Costas estacionarias

Este tipo de costa se puede subdividir en dos subtipos:

Espiga de barrera. Las espigas de barrera son formas de acreción con deriva litoral originadas hace unos 5.000 años, que cierran parcialmente cuerpos restringidos de agua salada o salobre. Actualmente su crecimiento o erosión es muy lento, y en general están en equilibrio dinámico. Ejemplos de este tipo son: sector costero Punta Médanos - Punta Rasa, Laguna de Mar Chiquita (Dangavs, 1983; Parker, 1979; Schnack *et al.*, 1980; Violante, 1988; Codignotto y Aguirre 1993) y Caleta Valdés (Codignotto y Kokot, 1988; Codignotto *et al.*, 1995).

		TIPO	MORFOLOGIA	ESTRATIGRAFIA
PROGRADACION	A-1-	CRESTAS DE PLAYA		
ESTACIONARIO	B-1-	ESPIGA DE BARRERA		
	B-2-			
RETROGRADACION	C-1-	ISLAS DE BARRERA		
	C-2			

Figura 2. Tipos, morfologías y diseño estratigráfico. Evolución durante el Holoceno en la costa argentina.

**Tómbolo.** En un solo lugar de la extensa costa argentina se encuentra un tómbolo doble (Codignotto, 1988a). El tómbolo de Cabo Blanco (Figura 5), provincia de Santa Cruz, se originó hace unos 5.000 años; en la actualidad se encuentra en equilibrio dinámico. Su origen se debe al fenómeno de difracción de los trenes de olas.

Existen además unos pocos tómbolos simples de pequeña magnitud en la costa de Chubut entre Cabo Dos Bahías y Bahía Bustamante, y en Santa Cruz entre Puerto Deseado y Bahía Laura.

### 3. Costas de retrogradación

Este tipo de costa está representado por dos subtipos:

**Islas de barrera en retroceso.** En el área correspondiente a Bahía Anegada (provincia de Buenos Aires) se encuentra un grupo de islas de barrera que presentan incipientes fenómenos de erosión.

**Acantilado.** Este tipo es el más común en toda la costa (Figura 6), y se encuentra profusamente representado entre Mar del Plata y el sur de Tierra del Fuego (Codignotto, 1990a).



Figura 3. Crestas de playa adosadas a paleocosta. Norte de Puerto Deseado, provincia de Santa Cruz.





Figura 4. Crestas de playa holocenas en el interior de la Bahía de San Julián, provincia de Santa Cruz.



Figura 5. Vista oblicua del Cabo Blanco (tómbolo doble), provincia de Santa Cruz.





Figura 6. Caverna y acantilado en costa de erosión. Sur de Comodoro Rivadavia, provincia del Chubut.

## DERIVA LITORAL Y GEOFORMAS

### Corrientes cercanas a la costa

Las olas, las corrientes y las mareas son los pulsos energéticos que modelan las áreas costeras. Si bien el tratamiento físico de estos elementos escapa al presente capítulo, el conocimiento de ciertos fenómenos producidos por las olas y las corrientes por ellas generadas es esencial para comprender la evolución del paisaje.

Las olas, al acercarse a la costa, pueden ser afectadas por los fenómenos de reflexión, refracción y difracción.

La reflexión de olas es el fenómeno por el cual los trenes de olas que se acercan a la costa con fondo empinado son reflejadas hacia el mar perdiendo por reflexión poca energía relativa. Este fenómeno no es muy común en los ambientes naturales. En ésta los fondos empinados pierden gradualmente inclinación por erosión y acumulación clástica, dando por resultado que con el transcurso del tiempo el movimiento ondulatorio de las partículas de agua que conforman las olas sean interferidas por el fondo cercano. Esto da por resultado una paulatina disminución de la energía de ola que llega a la línea de costa, llegando al punto en que la reflexión es físicamente imposible.

Este fenómeno es muy común en construcciones costeras como puertos, rompeolas y otras superficies reflectantes.

Para comprender adecuadamente este concepto cabe señalar que el movimiento ondulatorio de las olas es interferido por la presencia del fondo, erosionándose éste y frenándose la ola cuando se cumple la relación

$$L/2 = d$$

donde L es la longitud de onda del tren de olas medida entre dos crestas o senos consecutivos del tren de olas, y d es la profundidad al fondo medido desde la superficie del mar calmo.

En el caso de la refracción, la modificación de la geometría de los trenes de olas por la interferencia con la topografía submarina produce concentración de

energía sobre los cabos y una disipación en las bahías. En consecuencia, en los cabos se produce un aumento de la masa ácuea y una disminución en las bahías. Esto origina una diferencia de potencial energético que se neutraliza a expensas de un flujo desde el cabo hacia la bahía. Esta corriente lleva sedimentos producidos por la destrucción de los cabos que son llevados a la bahía donde finalmente se depositan. El resultado de este proceso es el retroceso de los cabos y la progradación de las bahías.

Esta corriente a lo largo de la costa, constituye el elemento primordial en el modelado del paisaje considerado cuya evolución general tiende a la rectificación de la línea de costa original.

La difracción es el fenómeno por el cual la energía de la ola se transmite lateralmente a lo largo de su cresta. El efecto de la difracción se manifiesta por la propagación de olas dentro del sector protegido de la costa, en la sombra geométrica de una barrera natural. Un ejemplo ocurre cuando un sector del tren de olas es interceptado por un obstáculo natural o artificial. Si el obstáculo es una isla muy cercana a la costa se genera un tómbolo que consiste en un depósito de material clástico que une a la isla con la costa u otra isla. Lo mismo puede ocurrir con un obstáculo artificial, como por ejemplo un rompeolas paralelo a la costa.

Cabe señalar que los fenómenos de refracción y difracción aquí mencionados se los considera separados por cuestiones de practicidad descriptiva, pero se producen en forma simultánea.

### Génesis de formas de acumulación

Cuando los trenes de ola inciden sobre la costa con cierto ángulo, el agua producto de la ruptura de la ola sube por la playa con ese ángulo, pero cuando agotada su energía de ruptura el agua vuelve al mar lo hace según la máxima pendiente, de modo tal que se genera el movimiento de las partículas de agua a lo largo de la costa. Este movimiento ácuo constituye la corriente de deriva. Ésta por transportar sedimentos es conocida con el nombre de deriva litoral.

En general, el material así transportado se deposita en las entradas de la costa. Por ejemplo, en una bahía el sedimento se deposita en continuidad morfológica con la línea de costa, originándose una espiga en



gancho recurvada con su extremo libre hacia el interior de la bahía. Esto se observa claramente en Punta Rasa, en la Bahía Samborombón. Del análisis de las formas costeras tales como la señalada, se obtiene información sobre la existencia de corrientes de deriva, en forma indubitable. Lo mismo puede observarse en los ríos cuya desembocadura semicerrada por los depósitos originados por la deriva litoral, son desviados por ejemplo, a fluir paralelos a la costa. Trechos de deriva de hasta 35 km constituyen el caso del río Chico o Carmen Silva, en Tierra del Fuego.

Lo descripto en párrafos anteriores explica sucintamente la erosión y transporte del material clástico, pero ¿cómo es el mecanismo de su acumulación?

A lo largo de la playa y en la parte sumergida de la misma hay material clástico en proceso de transporte. Cuando se producen en coincidencia la mayor tormenta con la mayor amplitud de marea, el oleaje alcanza los niveles más altos, depositando el material clástico de la playa sumergida a la playa propiamente dicha, generando un depósito con forma de montículo longilíneo paralelo o subparalelo a la lineación general de la costa. Este depósito por su posición altimétrica quedará alejado de los embates de olas en tiempos de calma. Durante este tiempo la playa sumergida es reabastecida de material clástico por el fenómeno de la deriva litoral. Cuando se produce un nuevo pulso energético, se deposita otro montículo longilíneo, paralelo, adosado al anterior. Estas formas se conocen como cresta de playa (Figura 3).

Cuando el fenómeno se repite, la primera cresta de playa queda cada vez más lejos del mar debido a la interposición de nuevas y sucesivas crestas de playa. Un ejemplo es el área costera comprendida entre Punta Médanos y Punta Rasa en la provincia de Buenos Aires.

## OSCILACIONES DEL NIVEL DEL MAR

### Enfoque mundial de la investigación

El estudio del posible incremento del nivel del mar debido al aumento de dióxido de carbono en la atmósfera, requiere la obtención de modelos para predecir con gran aproximación las variaciones futuras del nivel del mar.

Los primeros intentos de modelos comenzaron en la década del sesenta y estuvieron dirigidos a determinar la forma más probable de la curva que represente los cambios globales del nivel del mar durante el Holoceno. La presencia de terrazas emergidas demuestra una variación gradual y global del nivel del mar debido a las fluctuaciones glacio-eustáticas del Cuaternario.

Una de las primeras compilaciones realizadas con datos del nivel del mar de todo el mundo fue realizada por Pirazzoli (1976). La misma confirmó la existencia de historias diferentes en la variación del nivel del mar en distintas regiones del mundo. Modelos globales de isostasia desarrollados a partir de la década del setenta propusieron una explicación general, la que sugiere que los movimientos glacio-isostáticos no sólo estaban localizados en las cercanías de las masas de hielo, sino que también contribuían (junto con los desplazamientos hidro - isostáticos en áreas costaneras) a modificar las variaciones en todo el globo.

Estas consideraciones no explican todos los cambios documentados, con lo cual se llegó a la conclusión que una curva simple no puede representar las variaciones globales ocurridas en todo el mundo. Sobre esta base, el esfuerzo se orientó a la construcción de numerosos modelos más complejos basados en procesos geotectónicos, derretimiento de extensos mantos de hielo, procesos volcánicos y sedimentarios de la corteza.

### Estudios realizados en la costa argentina

Feruglio (1950) fue el primero en integrar en un enfoque global los niveles marinos de la Patagonia con sus correspondientes relaciones estratigráficas, estableciendo un concepto claro de las variaciones verticales ocurridas durante el Cuaternario.

Codignotto (1983) sobre la base de datos elaborados con registros de  $C^{14}$  propuso isocronas a lo largo del litoral marítimo. Posteriormente, utilizando la misma metodología, Codignotto (1987) determinó rangos de edades holocenas entre 7.500 años AP y el presente.

Codignotto *et al.* (1988) realizaron un intento de reconstrucción regional de la línea de costa del golfo San Jorge, en el que incluyen el área comprendida

entre Puerto Deseado y Cabo Blanco. En el mismo, el desplazamiento horizontal de la costa se relaciona con las terrazas marinas.

Codignotto (1984) relaciona geográficamente las oscilaciones del nivel del mar y las glaciaciones en la zona austral de Santa Cruz y Tierra del Fuego.

Marcomini *et al.* (1988), determinan para trece localidades ubicadas entre Tierra del Fuego y Mar Chiquita, parámetros de ascenso diferencial, vinculando edades ( $C^{14}$ ) con sus respectivas altimetrías.

Codignotto *et al.* (1992) desarrollan una nueva técnica que relaciona altimetrías, edades ( $C^{14}$ ) y ubicación geográfica, determinando con las relaciones obtenidas el factor neotectónico e isostático a lo largo de la costa.

Codignotto *et al.* (1993) establecen un modelo evolutivo de las variaciones verticales relativas de la línea de costa, durante el Holoceno.

Codignotto *et al.* (1990a) presentan un modelo tridimensional en el que se incorporan las variaciones morfodinámicas en relación con los factores neotectónicos e isostáticos del Holoceno marino argentino. También se vinculan isocronas a lo largo de la costa de acuerdo con el esquema de Codignotto (1983), pero con la técnica establecida en los trabajos de Codignotto *et al.* (1987, 1990b).

Gonzalez y Weiler (1990) estudian las dataciones del litoral Atlántico Sudamericano entre los 33° y 40°S y proponen la existencia de una onda transgresiva correspondiente al máximo holoceno que habría avanzado de sur a norte.

Isla *et al.* (1990) ajustan los niveles marinos elevados con el ascenso patagónico.

### Breve descripción de la costa

Según las características geológicas y geomorfológicas, la costa argentina puede dividirse en dos sectores: uno al norte y otro al sur del río Colorado.

El sector norte se desarrolla sobre sedimentitas de edad pleistocena - holocena. Está caracterizado por costas de acumulación, en las que se localizan playas de gran desarrollo, constituidas casi exclusivamente por sedimentos arenosos terrígenos y biogénicos, estando los sectores acantilados en áreas restringidas.

La costa del sector sur se emplaza sobre asociacio-

nes volcánicas jurásicas, sedimentitas terciarias, y sedimentitas cuaternarias. El extremo austral de este sector se desarrolla sobre depósitos de *drift* glaciario pleistoceno, evidencia de glaciación durante dicho período. En líneas generales son costas erosivas, con desarrollo de acantilados activos de gran altura y extensión de área. Entre las formas de acumulación marina menos frecuentes, abundan las playas de grava, ocasionalmente arenosas.

### Oscilaciones del nivel del mar

#### PLEISTOCENO TARDÍO

Según diversos autores, hace aproximadamente 19.000 años, durante el último pulso glaciario, el nivel del mar se encontraba unos 150 a 200 m debajo del nivel del mar actual.

El ascenso posterior ocurrió en una serie de pulsos que pueden identificarse por las líneas de costa sumergidas que presenta la plataforma continental argentina.

#### HOLOCENO (10.000 AÑOS AL PRESENTE)

La tendencia transgresiva iniciada durante el Pleistoceno tardío continua durante parte del Holoceno, cesando hace unos 7.000 años. A partir de ese momento comienza una fase regresiva, que se mantiene activa en el presente.

### MODELO EVOLUTIVO DE LA COSTA ARGENTINA

Los cambios ocurridos a lo largo de la costa argentina son la resultante de los siguientes fenómenos:

- Oscilaciones del nivel del mar originadas por el último evento correspondientes a los fenómenos glaciostáticos.
- Oscilaciones del nivel del mar originadas por los fenómenos neotectónicos.
- Desplazamiento de la línea de costa por fenómenos erosivos y acumulativos.

Como se comprende, estos fenómenos se han manifestado en forma simultánea y en algunos casos en forma parcialmente recurrente. Ello implica un elevado grado de complejidad espacio temporal en la

concepción del modelo evolutivo.

Las oscilaciones del nivel del mar originadas por el último evento glaciostático produjeron un evento transgresivo que se reflejó en el retroceso progresivo y general de la línea de costa.

Una vez alcanzado el máximo transgresivo y luego de una breve estabilización del nivel marino, ocurrió una pequeña regresión.

Las oscilaciones del nivel del mar de orígenes neotectónicos produjeron un ascenso diferencial a lo largo de la costa. Es así que las áreas correspondientes a las cuencas (Austral, Golfo de San Jorge, Valdés, Colorado, Salado y Chacoparanaense), tienen ascensos relativos menores, que varían entre 0,12 y 1,63 m cada 1.000 años.

Cabe señalar que el ascenso del nivel del mar para el puerto de Buenos Aires es del orden de 1,6 mm por año (D'Onofrio *et al.*, 1994), similar al ascenso general de la costa (Figura 7).

Sin embargo, según Neren (1995) el ascenso del nivel del mar en dos años (diciembre de 1992 - diciembre de 1994) fue de 3,8 mm por año. Cabe señalar que en dicho trabajo se advierte que estos valores podrían ser más altos que el promedio a causa de la corriente de El Niño. Asimismo cabe señalar el trabajo de Dennis *et al.*, (1995), sobre la susceptibilidad del ascenso del nivel del mar en la costa argentina.

También el desplazamiento de la línea de costa por los fenómenos de progradación y erosión es diferencial. Los fenómenos de progradación tienen su mayor manifestación en sectores con bajos valores de rangos de mareas y de energía de ola. Contrariamente, los fenómenos erosivos tienen su mayor magnitud donde el rango de mareas y de energía de ola presentan valores elevados.

### Esquemas evolutivos estudiados en localidades costeras

En Antártida occidental Codignotto *et al.*, (1978) reconocen cinco niveles marinos, a saber: 1) nivel de 80-90 m, 2) nivel de 35-40m, 3) nivel de 18-22 m, 4) nivel de 3-6 m, 5) nivel actual.

Mörner (1990b) reconoció en la Península Antártica la existencia de tres niveles de terrazas marinas holocenas correspondientes a los niveles de 21, 7, 5 y

2,5 m y un nivel dudoso a los 56 m. En la Isla Livingston el nivel máximo del Holoceno es de 12,5-13 m, distinguiendo también una playa doble de 6,9 - 7,5 m y una playa de 3 a 3,8 m. Este autor establece que las playas actuales son de naturaleza transgresiva y que la capa de hielo actual sobre las playas holocenas, es el resultado de un avance significativo del hielo durante el Holoceno tardío.

En la costa fueguina se presenta un importante sector de acreción marina holocena entre las localidades de Mina María - Punta de Arenas y el Páramo, así como entre Cabo Domingo y Punta María. Codignotto (1990a) señala que desde Mina María hacia Punta de Arenas se aprecia un área costanera baja, representada por una espiga de 18 km de longitud, que cierra parcialmente la bahía de San Sebastián. Su anchura varía entre 200 m y 1.200 m en el sector más ancho, correspondiente al paraje denominado el Páramo. El segundo sector, está representado por una faja angosta de acreción discontinua con niveles altimétricos de 6 a 10 m formando cordones litorales en espigas alargadas y sucesivas. Este fenómeno produjo la desviación del río Chico o Carmen Silva hacia el sur, desde La Sara hasta la altura del Cabo Domingo en un recorrido de 35 km (Codignotto, 1983).

La costa fueguina durante el Pleistoceno estuvo afectada por importantes lenguas glaciarias que ocupaban el Estrecho de Magallanes y la Bahía Inútil-Bahía San Sebastián. Más al sur se ubican otras lenguas menores disfluyentes de la artesa glaciaria.

Bujalesky y González Bonorino (1990) cuantificaron un descenso del nivel del mar en la Bahía San Sebastián de 7 m desde 5.000 a 7.000 años AP. Los depósitos muestreados yacen en áreas que se supone se han elevado por tectonismo y rebote glacioisostático durante el Holoceno. El mismo autor afirma que la Bahía San Sebastián se encuentra fuera de las influencias glacioisostáticas y tectónicas por estar en una planicie costera distante de los Andes y además sostiene que el rebote isostático habría desaparecido por estimarse que las masas de hielo que cubrían este sector desaparecieron 30.000 años AP dando tiempo suficiente para una completa recuperación isostática durante el Holoceno tardío. Sin embargo reconoce la existencia de depósitos elevados y los relaciona con la orogenia andina desde el Terciario Medio con una



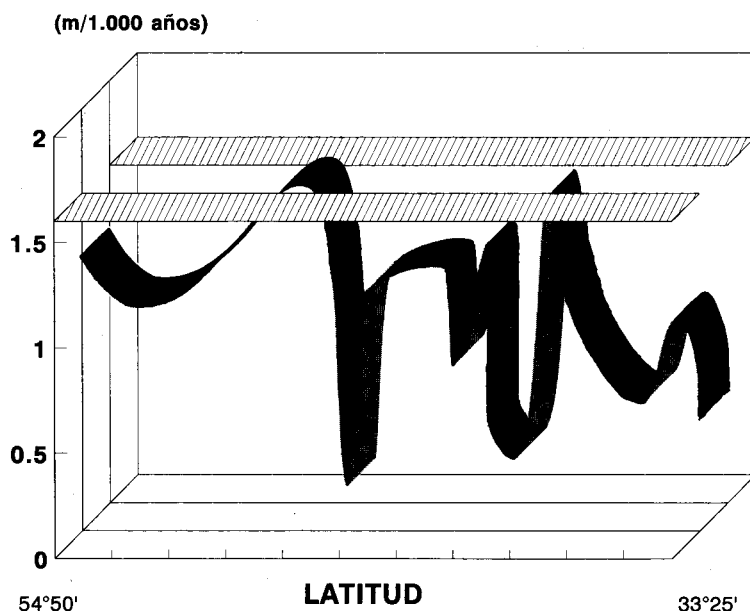


Figura 7. El desplazamiento vertical durante los últimos 7.000 años es igualado y superado en gran parte de la costa por el ascenso del nivel del mar contemporáneo.

contribución subordinada de rebote producido por la movilización local del hielo. La Bahía San Sebastián es rellenada por un prisma sedimentario progradante acumulado desde 5.720 años AP, mostrando un gradiente hacia el mar que refleja un ascenso relativo de 1,8 m. Este autor lo explica como una disminución en la altura de ola debido al crecimiento de la espiga hacia el sur que protege a la albúfera del tren de olas dominante del NE. Otra evidencia de la estabilidad del nivel del mar durante el Holoceno es el desarrollo de dos plataformas de abrasión ubicadas al N y S de la bahía.

Mörner (1990a) afirma que los cambios relativos del nivel del mar en este sector han sido el resultado de un ascenso relativo más o menos gradual ocurrido hasta aproximadamente los 4.000 años AP, y del ascenso sismotectónico acaecido en algunas aguas, destacando que el ascenso glacioisostático desapareció antes del Holoceno.

La costa de Chubut y Santa Cruz presenta por lo general un nivel de terraza de acreción holocena, definida por Feruglio (1950) como nivel VI, localizado entre los 6 y 11 m.

En el golfo San Jorge se estudiaron las localidades de Puerto Mazarredo, Bahía Lángara, Caleta Olivia, Bahía Solano y Bahía Bustamante.

En la localidad de Puerto Mazarredo, Codignotto (1983, 1987) describe dos niveles de acumulación marina; la más alta corresponde a un nivel pleistoceno entre 18 y 25 m y la más baja de 5 a 11 m con edades de 500 a 5.850 años AP.

Codignotto *et al.* (1988) asignan edades entre 1.550 y 6.630 para Caleta Olivia, inferiores a 3.600 años AP para Bahía Lángara, 2.000 y 6.300 para Bahía Solano y entre 2.030 y 2.080 para Bahía Bustamante.

Codignotto *et al.* (1990b) aplicando el método cronoestratigráfico y el desarrollo de una curva de progradación, determinaron el patrón evolutivo del dominio marino de la localidad de Bahía Solano durante el Holoceno. Los resultados obtenidos indicaron que el mismo es del tipo de progradación cíclica, reconociendo dos ciclos de progradación de unos 1.300 años de duración cada uno, con un aumento progresivo en la altura de ambos cordones litorales.

Las velocidades de progradación para los dos grupos más antiguos son similares y del orden de 0,4

m por año. Un período de erosión y/o no deposición interrumpió el registro durante unos 800 años. Entre los 6.500 y los 3.800 años el nivel del mar se mantuvo constante, pero entre los 3.800 y 2.700 se produjo un descenso del orden de 1,5 m.

Cionchi (1987) en Bahía Bustamante describe para el Holoceno la Formación Zanjón Pinter: "Estos depósitos se disponen a lo largo de la costa actual con un diseño similar a la misma. Los cordones ocupan una franja relativamente angosta de 300 a 500 m presentando alturas variables de 8 a 10 m, con máximos de 12 m".

Caleta Valdés representa un importante rasgo de acreción Holocena del litoral de la provincia de Chubut. Codignotto y Kokot (1988) reconocen para este sector dos posiciones del nivel del mar holoceno. Establecen que las variaciones del nivel del mar determinaron la existencia de un sector norte donde se registraron formas que evidencian un proceso de segmentación inconclusa fósil, mientras que en el sector sur se reflejan formas que sufrieron un proceso similar pero que están en evolución. Estos autores reconocen formas acrecionales holocenas en el interior de la caleta (islas de barrera con ubicación opuesta al mar abierto), resultantes de las condiciones especiales eólico hidráulicas de la misma. En la evolución de la espiga compuesta (norte), estiman seis pulsos de crecimiento con edades comprendidas entre 1330 y 5100 años AP (Codignotto, 1983). Es interesante señalar que en los últimos 25 años la espiga norte progradó 800 m (Codignotto *et al.*, 1995). Para el interior de la Caleta identifican dos sistemas de islas de barrera, que muestran una orientación inversa a las formas típicas ascendidas. También distinguen planicies de marea (actual y ascendida) y espigas cuspidadas.

Bayarsky y Codignotto (1982) reconocen en Puerto Lobos la existencia de seis cordones litorales, de los cuales los dos orientales corresponden al Holoceno. El quinto cordón se halla a unos 200 m de la línea de costa actual a un nivel altimétrico de 6 a 8 m mientras que el último adosado al anterior, sin depresión de por medio, presenta un nivel de 2 a 4 m. Los autores establecen que desde el Pleistoceno más joven (19.000 años AP) hasta el Holoceno más antiguo (3.310 AP), se reconoce una apreciable discontinuidad

temporal que coincide con notables diferencias en la morfología y granulometría.

Para la localidad San Blas, Trebino (1987) localiza las acumulaciones marinas holocenas en la Isla Jabalí y en el sector sur de la misma. Diferencia 10 unidades integradas por crestas y espigas de playa a las que les asigna cotas de 3 a 8 m. En la actual morfología del área reconoce un importante fenómeno de deriva litoral hacia el norte. Establece además una tendencia general de ascenso relativo del territorio a partir de los 30.000 años AP.

Weiler (1983) en su análisis morfológico evolutivo de la desembocadura del río Colorado, divide el tramo litoral en dos sectores principales: 1) el sector comprendido entre Bahía Verde y Bahía Anegada, y 2) entre Bahía Anegada e Isla Gaviota. El primero presenta gran influencia de procesos fluviales con existencia de crestas de playa y barreras arenosas. El segundo también presenta crestas de playa e islas de barrera pero compuestas por rodados con abundante matriz arenosa. Las edades obtenidas de crestas de playa arenosas y de rodados presentan un rango comprendido entre  $6930 \pm 130$  y  $407 \pm 100$  años. Las planicies de marea observadas parecen indicar un nivel marino estable o en lento descenso, con edades comprendidas entre  $3920 \pm 60$  y  $3860 \pm 95$  años AP. La autora afirma que el sector marino relacionado con los rasgos fluviales presenta mayor progradación debido al importante aporte de sedimentos del río Colorado, que el mar redepositó en forma de cordones.

Codignotto *et al.* (1990a) y Aguirre y Codignotto (1990) establecen que el litoral atlántico del noreste bonaerense es el sector progradacional de régimen marino más importante de la República Argentina. El valor máximo de progradación se produjo durante los últimos 6.000 años resultando una expansión de 4.000 km<sup>2</sup>. Las formas acrecionales del área pueden diferenciarse en dos tipos principales. El primero corresponde a un ambiente de alta energía y está representado por islas de barrera o barras de *offshore*. El segundo corresponde a la espiga de barrera, cuyo origen fue aproximadamente sincrónico con el anterior. Entre ellos existen zonas bajas, donde suelen presentarse canales de marea, algunos de los cuales se hallan parcialmente influenciados por el régimen fluvial. Sobre la base del contenido faunístico el ambiente de

acreción se ha dividido en dos niveles energéticos.

Parker *et al.* (1990) establecen que dentro del ámbito de la plataforma media e inferior y llanuras costeras del noreste bonaerense, se distinguen además del actual, dos litosomas costeros relictos, que coinciden con la isobata de 30 m y la isohipsa de 5 m. En todos los espacios comprendidos entre las curvas de nivel arriba indicadas se observan litofacies sin formas significativas que documenten el pasaje de una línea de costa. En una primera aproximación, y dada la homogeneidad geológica del sustrato, puede suponerse que en ambos casos la velocidad de variación del nivel del mar no permitió que el ciclo geomorfológico costanero alcanzara su estado de madurez.

El sistema deposicional deltaico fue descrito por Iriondo (1980). En la Isla Martín García, Ravizza (1984) reconoce la existencia de un nivel de terraza holoceno de 5 m en las márgenes de la isla.

Codignotto (1990b), señala que la superficie del complejo insular Martín García-Timoteo Domínguez se duplica cada 32 años, y discute la posible evolución del frente deltaico. Ello fue confirmado en un trabajo donde se comparan los dos deltas de la Argentina, el del Paraná y el del Colorado (Codignotto y Marcomini, 1993).

## CONCLUSIONES

En la Figura 2 se visualizan los factores neotectónicos a lo largo del litoral argentino.

Al norte de Bahía Blanca, los factores que contribuyen a la evolución geomorfológica son:

1) Los afloramientos rocosos (planicies de abrasión), y los afloramientos preholocenos que controlan el contorno costanero; 2) el movimiento sobre la costa de material clástico por el ascenso del nivel del mar durante el Holoceno; 3) el desplazamiento de material arenoso a lo largo de la costa, sobre la costa y hacia el mar producido por el viento.

Al sur de Bahía Blanca, a pesar de la existencia de vientos fuertes y continuos, la falta de afloramientos que aporten arena, hacen que este factor tenga poca influencia. Por el contrario, aumenta la importancia relativa de las corrientes cercanas a la costa (erosión-acreción).

## BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE, M. L. & CODIGNOTTO, Y. O. 1990. Edades, malacofauna y geoformas en el área próxima a General Lavalle, Buenos Aires. Resúmenes, Simposio Internacional sobre Costas, La Plata, Argentina.
- ALBERO, M. C., ANGIOLINI F., BALBUENA J. L., CODIGNOTTO J. O., LINARES E. & WEILER N. W. 1980. Primeras edades Carbono-14 de afloramientos de conchillas en la República Argentina. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, 35 (3): 363-374.
- BAYARSKY, A., & CODIGNOTTO, J. O. 1982. Pleistoceno Holoceno marino en Puerto Lobos, Chubut. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, 37 (1): 91-99.
- BUJALESKY, G.G. & GONZÁLEZ BONORINO, G. 1990. Evidence for a stable sea level in the late Holocene in San Sebastian Bay, Tierra del Fuego, southernmost Argentina. *International Symposium on Quaternary Shoreline: evolution, processes and future changes*. La Plata, Argentina.
- CIONCHI, J.L. 1987. Depósitos marinos cuaternarios de Bahía Bustamante, provincia de Chubut. *Asoc. Geol. Arg., Rev.* 42(1-2):61-73.
- CODIGNOTTO, J. O. 1983. Depósitos elevados y/o de acreción Pleistoceno Holoceno en la costa fueguino-patagónica. *Actas, Simposio Oscilaciones del Nivel del Mar Durante el Ultimo Hemiciclo Deglacial en la Argentina*. (IGCP), Univ. Nac. de Mar del Plata, Argentina.
- CODIGNOTTO, J. O. 1984. Estratigrafía y geomorfología del Pleistoceno Holoceno costanero entre los 5330' y 4200' Sur, Argentina. IX Cong. Geol. Arg., San Carlos de Bariloche, Argentina. *Actas*: (3) 513-519.
- CODIGNOTTO, J. O. 1987. Cuaternario marino entre Tierra del Fuego y Buenos Aires. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, 42 (1-2): 208-212.
- CODIGNOTTO, J. O. 1988a. Glosario geomorfológico marino bilingüe. *Asociación Geológica Argentina, Serie B: Didáctica y Complementaria N 17*, pp 1-70.
- CODIGNOTTO, J. 1988b. Coastal forms, evolution and near-shore currents in San Sebastián Bay, Argentina. *AGU Chapman Conference. Sediments Transport Processes in Estuaries. Program*, 25 pp.



## Bahía Blanca, Argentina.

- CODIGNOTTO, J. O. 1990a. Evolución en el Cuaternario Alto del sector de costa y plataforma submarina entre Río Coig, Santa Cruz y Punta María, Tierra del Fuego. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, 45 (1-2): 19-16.
- CODIGNOTTO, J. O. 1990b. Avance del delta del Paraná y la Isla Martín García. XI Cong. Geol. Arg., San Juan. *Actas*:(1): 272-275.
- CODIGNOTTO, J. O. 1996. Cuaternario y dinámica costera. En: *Geología y Recursos Naturales de la Plataforma Continental Argentina. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos. V.A. Ramos y M.A. Turic (Eds.). Relatorio 2: 17-28, Buenos Aires.*
- CODIGNOTTO, J. O. & AGUIRRE, M. L. 1993. Coastal evolution, changes in sea level and molluscan fauna in northeastern Argentina during the Late Quaternary. *Marine Geology*, 110: 163-175.
- CODIGNOTTO, J. O. & BEROS C. A. 1987. Comparação dos dados radiocarbônicos em depósitos marinhos, emergidos do litoral argentino. Primer Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. *Anais*, pp 319-324. Porto Alegre.
- CODIGNOTTO, J. O. & DECLICH, L. M. 1990. Cuaternario alto en el sector central de la faja costanera del Chubut. *International Symposium on Quaternary Shoreline: Evolution Processes and Futures Changes. 4. La Plata, Argentina.*
- CODIGNOTTO, J. O. & KOKOT, R. R. 1988. Evolución holocena en Caleta Valdés, Chubut. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, 43 (4): 474-481.
- CODIGNOTTO, J. O. & MALUMIÁN, N. 1981. Geología de la región al norte del paralelo 54°S de la Isla Grande de la Tierra del Fuego. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, 36 (1): 44-88.
- CODIGNOTTO, J.O. & MARCOMINI, S. C. 1993. Argentine Deltas morphology. Eighth Symposium on Coastal and Ocean Management. *Coastal Zone'93, Louisiana. 8 (1):323-336.*
- CODIGNOTTO, J. O. & WEILER, N. E. 1980. Evolución morfodinámica del sector comprendido entre Punta Laberinto e Isla Olga, provincia de Buenos Aires. Simposio sobre problemas geológicos del litoral bonaerense. *Mar del Plata, Argentina. pp 35-43.*
- CODIGNOTTO, J. O. & HERRERA, C. L. 1995. Evolución holocena en la costa del estuario del Río de la Plata. VI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, Mar del Plata, (172) 53.
- CODIGNOTTO, J. O., LLORENTE, R. A., MENDÍA, J.E., OLIVERO, E. & SPIKERMANN, J.P. 1978. Geología del cabo Spring y de las islas Leopardo, Pingüino y César. *Inst. Antártico. Arg., Contribución 216: 1-41.*
- CODIGNOTTO, J. O., BEROS S. A. & TREBINO, L. G. 1987. Nuevo método cronoestratigráfico: morfocronología en secuencia deposicional cordinoforme. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, 42 (3-4): 462-468.
- CODIGNOTTO, J. O., MARCOMINI, S. C. & SANTILLANA, S. N. 1988. Edad de las terrazas marinas entre Puerto Deseado y Bahía Bustamante. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, 43 (1): 43-50.
- CODIGNOTTO, J. O., KOKOT, R. R. & MARCOMINI, S. C. 1990a. Modelo costanero del Cuaternario tardío, Argentina. *International Symposium on Quaternary Shorelines: Evolution, Processes and Future Changes. La Plata, Argentina.*
- CODIGNOTTO, J. O., CÉSARI, O. & BEROS, C. A. 1990b. Morfocronología secuencial evolutiva holocena, en Bahía Solano, Chubut. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, 45 (3-4): 205-212.
- CODIGNOTTO, J. O., KOKOT, R. R. & MARCOMINI, S. C. 1992. Neotectonism and sea level changes in the coastal zone of Argentina. *Journal Coastal Research*, 8 (1): 125-133.
- CODIGNOTTO, J. O., KOKOT, R. R. & MARCOMINI, S. C. 1993. Desplazamientos holocénicos verticales y horizontales de la costa argentina en el Holoceno. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, 48 (2): 125-132.
- CODIGNOTTO, J.O., KOKOT, R.R. & MONTI A. J.A. 1995. Formas de evolución ultrarrápidas. Caleta Valdés, Chubut. VI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, Mar del Plata, 170, 53.
- DANGAVS, N.V. 1983. Geología del complejo lagunar Salada Grande, General Lavalle y General Madariaga, Provincia de Buenos Aires. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, 38 (2): 161-174.
- DENNIS, K.C., SCHNACK, E.J., MOUZO, F.H. & ORONA, C.R. 1995. Sea-level rise and Argentina: Potential impacts and consequences. *Journal Coastal Research, Special Issue 14, 205-223.*
- D'ONOFRIO, E., FIORE, M. & ROMERO, S. 1994.

- Tendencias del nivel medio del mar en el litoral argentino. Informe Técnico, Servicio de Hidrografía Naval, Argentina.
- FARINATI, E.A. 1984. Dataciones radiocarbónicas en depósitos holocenos de los alrededores de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, Argentina. Simposio Internacional sobre Cambios del Nivel del Mar y Evolución Costanera en el Cuaternario Tardío. Mar del Plata. Simposio, Actas, pp 27-31.
- FASANO, J.L., ISLA F.I. & SCHNACK, E.J. 1983. Un análisis comparativo sobre la evolución de los ambientes litorales durante el Pleistoceno tardío - Holoceno. Laguna de Mar Chiquita (Buenos Aires) - Caleta Valdés (Chubut). Simposio Oscilaciones del Nivel del Mar Durante el Ultimo Hemiciclo Deglacial en la Argentina. Simposio. Actas, pp 27-47.
- FASANO, J.L., ISLA, F.L., MOOK, W.G. & VAN DE PLASSE, O. 1987. Máximo transgresivo postglacial de 7.000 años en Quequén, provincia de Buenos Aires. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, 42 (3-4): 475-477.
- FERUGLIO, E., 1950. Descripción geológica de la Patagonia. 3. YPF: 74-196.
- FIDALGO, F., FIGINI, A., GOMEZ, G., CARBONARI, J. & HUARTE, R. 1981. Dataciones radiocarbónicas de la Formación Las Escobas y Destacamento, Río Salado, provincia de Buenos Aires. *Actas, San Luis*,(3):43-56.
- FRAY, CH. & EWING, M. 1963. Pleistocene sedimentation and fauna of the Argentine shelf, I: Wisconsin sea level as indicated in Argentine continental shelf sediments. *Proc. Acad. Nat. Sciences Philadelphia*, 115, (6): 113-126.
- GONZALEZ, M. A. & WEILER, N. E. 1990. Time transgressive 'wave' of the maximum holocene transgressive behaviour on South America Atlantic littorals. *International Symposium on Quaternary Shorelines: Evolution, Processes and Future Changes. La Plata, Argentina*. 34.
- IRIONDO, M. 1980. Esquema evolutivo del delta del Paraná durante el Holoceno. En: *Simp. sobre Problemas Geológicos del Litoral Bonaerense. Mar del Plata*. pp 74-88.
- ISLA F., RUTTER, N., SCHNACK, E. & ZÁRATE, M. 1990. Adjusting Patagonian uplift to former high sea levels. *International Symposium on Quaternary Shorelines: Evolution, Processes and Future Changes. La Plata, Argentina*. 40.
- KOKOT, R. R., MARCOMINI, S. C. & CODIGNOTTO, J. O. 1988. Evolución holocena en espigas de barrera; Caleta Valdés, Bahía San Sebastián. *Simposio Internacional Sobre el Holoceno en América del Sur*. Ed. Iriundo-Ceruti, pp 57-60.
- KOKOT, R. R., CODIGNOTTO, J. O. & ARDILES, B. C. 1994. The coast of Argentina in conflict - Managements problems and geomorphological evolution. *Coastal Zone, Canada* 94. 151.
- MARCOMINI, S. C., KOKOT, R. R. & CODIGNOTTO, J.O. 1988. Edades Carbono 14 del Holoceno marino argentino. Distribución e interpretación. *Simposio Internacional Sobre el Holoceno en América del Sur*. Ed. Iriundo-Ceruti, pp 65-67.
- MÖRNER, N. A. 1980. Eustasy and geoid changes as a function of core mantle change. En: Mörner, N. A. et ed. *earth rheology isostasy and eustasy*. Londres, John Wiley and Sons: pp 535-553.
- MÖRNER, N.A. 1990a. Sea level changes in the Tierra del Fuego region. *International Symposium on Quaternary Shorelines: Evolution, Processes and Future Changes*. 44.
- MÖRNER, N.A. 1990b. Sea level changes in Antarctica. *International Symposium on Quaternary Shoreline: Evolution, Processes and Future Changes*. 44.
- NEREM, R.S. 1995. Global mean sea level variations from TOPEX/POSEIDON altimeter data. *Science*, 268: 708-710
- PARKER, G., PATERLINI, C. M., COSTA, P., VIOLANTE, R. A., MARCOLINI, S. & CAVALLOTO, J. L. 1990. La sísmica de alta resolución en el estudio de la evolución costera del noreste bonaerense durante el Cuaternario. *Resúmenes, Simposio Internacional sobre Costas, La Plata, Argentina*.
- PERILLO, D. G. & CODIGNOTTO, J. O., 1989. Ambientes costeros. En Bossi, C. E. (ed.): *1 Simposio de Ambientes y Modelos Sedimentarios. Boletín Sedimentológico*. 4: 137-159.
- PIRAZZOLI, P. A. 1976. Les variations du niveau marine depuis 2000 ans. *Mémoires du laboratoire de geomorphologie de L'Ecole pratique des Hautes Etudes, Dinard, France.*, 30:1-421.
- RAVIZZA, G. B. 1984. Principales aspectos geológicos

- del Cuaternario en la Isla Martín García, Río de la Plata Superior. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, 49, (2):125-130.
- SCHNACK, E., FASANO, J. & ISLA, F. 1980. Los ambientes ingresivos del Holoceno en la región de Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires. Resúmenes Simposio Probl. Geol. Litoral Atlántico Bonaerense. Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires, pp 229-242.
- SUGUÍO, K., MARTIN, L., ABILIO C.S.P. BITTENCOURT, DOMINGUEZ, J. M. L. FLEXOR, J. M. & DE AZEVEDO, A. E. G., 1985. Fluctuações do nível relativo do mar durante o Quaternario superior ao longo do litoral Brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Rev. Bras. de Geociencias*, 15: 273-286.
- SWIFT, D. J. P., STANLEY, D.J. & CURRAY, J. R. 1971. Relict sediments on continental shelves: a reconsideration. *Jour. Geol.*, 79: 322-346.
- THOM, B. G. 1978. Coastal sand deposition in southeast Australia during the Holocene. En: Davies, J. L. & Williams, Ed. *MAG, Landform Evolution in Australia*. ANU Press, Camberra. pp 197-214
- TREBINO, L. 1987. Geomorfología y evolución de la costa en los alrededores del pueblo de San Blas, provincia de Buenos Aires. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, 42: (1-2): 9-22.
- VIOLANTE, R. 1988. Geología de la "planicie costera" entre Villa Gesell y Faro Querandí, provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral. Fac. Cs. Nat. y Museo, Univ. Nac. La Plata, Argentina.
- WEILER, N. E. 1983. Rasgos morfológicos y evolutivos del sector costanero comprendido entre Bahía Verde e Isla Gaviota, provincia de Buenos Aires. *Asoc. Geol. Arg., Rev.* 38(3-4):392-404.
- WEILER, N. E. 1988. Depósitos litorales del Pleistoceno tardío - Holoceno en Bahía Anegada, provincia de Buenos Aires. Segunda Reunión Argentina de Sedimentología. *Actas: Buenos Aires* pp 453-461. Buenos Aires.