

GEOMORFOLOGIA DE LA COSTA DEL PACIFICO COLOMBIANO Y ASPECTOS RELATIVOS A SU ESTABILIDAD

Jaime Orlando MARTINEZ M.

Diagonal 53 # 34-53
Bogotá, Colombia.

Geomorphology of the Colombian Pacific shoreline and topics related with its stability

Abstract: The present research defines the geomorphologic characteristics as well as the stability in function of marine process of the Pacific shoreline. According to the erosion type classification used in this study four shoreline categories have been established: High erosion: 8.7%, medium erosion: 36,2%, low erosion: 51.5%, accretion: 3.6%.

Aparently two main factors are involved in the continous and extensive erosion affecting the shoreline; these factors are: 1) Differential subsidence of the coastal zone, 2) Probably increased rate of sea level rise.

El trabajo define prioritariamente las características de las diferentes geoformas presentes en la línea de costa y complementariamente determina los niveles de erosión marina que sufre la misma. Como un aspecto final del estudio se hacen una serie de considerandos sobre las causas que inciden en la degradación diferencial del borde costero.

El Pacífico colombiano presenta dos tipos de costa con características geomorfológicas contrastantes. (1) Una costa alta montañosa que se extiende desde la frontera con Panamá hasta el sur de Cabo Corrientes y que corresponde a las serranías de Los Saltos y Baudó, y (2) una costa baja donde una variedad de ambientes sedimentarios y geoformas están presentes, y que comprende desde el sur de Cabo Corrientes hasta la frontera con el Ecuador.

COSTA ALTA

Se caracteriza por presentar una topografía montañosa que se extiende ininterrumpidamente sobre una longitud de 375 Km. Las serranías son empinadas con pendientes fuertes en las cabeceras de los ríos y cuya superficie se encuentra cubierta con vegetación densa. Hacia el borde occidental de las mismas es común encontrar colinas con su tope truncado, es decir plano, indicativo de zonas de erosión producidas por antiguos niveles marinos.

En un alto porcentaje las serranías antes mencionadas están formadas por rocas ígneas y sedimentarias sobresaliendo en el primer grupo los basaltos, diabasas, andesitas, y en el segundo se destacan arcillolitas, limolitas, grawacas con intercalaciones de chert y caliza.

Como producto de la erosión marina sobre el borde rocoso se encuentra una línea de acantilados que presentan una longitud de 287 Km (González y Marín, 1989). Las

alturas de las zonas acantiladas oscilan entre 10 y 300 m con un promedio de 80 m, de acuerdo con los autores antes mencionados. La costa acantilada se halla cubierta con un denso bosque de tipo de selva húmeda que se extiende hasta el nivel de marea alta.

Asociados a los bordes rocosos descritos anteriormente y dentro del proceso de erosión marina es característico encontrar adyacentes a la línea de costa, pilares, es decir, remanentes de roca aislados a manera de pequeñas islas.

Por otra parte los arcos de piedra al igual que las cavemas se observan en diferentes sectores de las zonas acantiladas. Estas geoformas se producen por la influencia mecánica de las olas sobre segmentos de rocas que muestran zonas débiles desde el punto de vista estructural y litológico (Martínez y Carvajal, 1990).

Un rasgo geomorfológico adicional asociado a los acantilados, es la presencia de plataformas de abrasión, es decir, prominencias rocosas horizontales ubicadas en el litoral, que han sido modeladas por el mar cuando el nivel del mar coincidía en el pasado con el nivel superior de estas geoformas.

Además de los acantilados, y dentro del segmento de costa alta se presentan de manera alternante playas, planos aluviales, playas antiguas y zonas de manglar.

COSTA BAJA

Contrastando con la costa montañosa anteriormente citada, desde el sur de Cabo Corrientes hasta Cabo Manglares se presenta una llanura baja dominada por zonas inundables conformadas fundamentalmente por antiguos depósitos fluviales. Dentro de éstos sobresalen orillales, brazos abandonados y zonas pantanosas que han sido generados por ríos importantes tales como el Baudó, San Juan, Dagua, Anchicayá, Naya, Patía y Mira. En este contexto la zona exterior de la costa baja parece estar formada por la depositación de sedimentos a través de redes fluviales, algunas de las cuales desarrollaron sistemas deltáicos, tal es el caso de los ríos Patía y Mira.

Bordeando la llanura costera se presenta un cinturón de islas barrera, es decir cuerpos de arena que se hallan separados por bocanas o estuarios asociados a la desembocadura de los principales ríos que llegan al mar. La longitud de estas barras de arena varía entre 3 y 10 Km, y un ancho promedio de 1 Km; son de escasa elevación no superando 1.50 m por encima del nivel promedio de marea alta.

Las islas barrera limitan en dirección al mar con extensas playas, y hacia el continente con canales de marea dentro de una zona de mangle, o en algunos casos, como ocurre en la región de Tumaco y el sur de Patía, por una laguna interna.

Uno de los rasgos típicos de estos cuerpos de arena es la presencia de crestas de playa (beach ridges), similares a las que se encuentran en el sector norte del Pacífico y que se evidencian fácilmente a través de las fotografías aéreas.

Hacia los extremos de las islas es común encontrar deltas de marea, es decir acumulaciones de sedimentos que se forman por el efecto del ciclo mareal en las zonas externas e internas de las bocanas.

Asociadas a las islas barrera y en menor proporción a zonas bajas aluviales cubiertas con manglar se presentan amplias playas de suave inclinación, las cuales en marea baja pueden tener hasta 200 m de ancho y en marea alta de 0 a 2 m. Las arenas de estas playas son de grano fino, de color oscuro, con variaciones locales de arena de grano medio a grueso y que procede fundamentalmente de material traído por los ríos que desembocan al mar y por la erosión que realiza el mar sobre los bordes rocosos. En algunos sectores, las playas presentan la formación de barras litorales que generan una amplia zona de rompientes (zona de surf). No obstante hay zonas de la costa con playas con una pendiente mayor de 4°, en donde las olas llegan a la orilla con alturas importantes.

En la parte trasera de las islas barrera se encuentra una zona de mangle cuya amplitud varía entre un mínimo de escasos metros hasta más de 11 Km como ocurre en la zona de la protuberancia del Patía. La faja del manglar aparece disectada por una red de canales que conectan al mar y que permiten reflejar a grandes distancias de la costa los procesos de ascenso y descenso de la marea.

De acuerdo con West (1957), cuatro principales géneros de manglar dominan la zona costera del Pacífico Colombiano, éstos son: *Rhizophora* (mangle rojo), *Avicennia* (mangle negro), *Laguncularia* (mangle blanco) y *Conocarpus*. Von Prahl (1984), menciona como importantes, además de los anteriores, las variedades *Pelluciera rhizophorae* (piñuelo) y *Mora megistosperma* (nato).

Desde el punto de vista geológico el manglar tiene una gran importancia pues sus raíces actúan como retenedoras de sedimentos lo cual contribuye al avance o acreción del borde costero.

EROSION COSTERA Y SUS CAUSAS

La tendencia actual de la costa del Pacífico Colombiano es de pérdida de terreno, especialmente de los tramos bajos y en menor proporción las zonas acantiladas. La mayoría de las playas se han venido erodando; las evidencias de tal proceso son observadas en las diferentes islas barrera cuyo frente de playa migra aceleradamente en dirección del continente. Complementariamente moradores de la región costera revelan que las diferentes playas eran más amplias, pobladas y cultivadas de palma de coco. Esas revelaciones resultan verdaderas al observar actualmente raíces de coco en zonas ocupadas por el mar en muchos lugares de la costa. Las causas del proceso erosivo que afecta la costa no se conoce con claridad hasta el momento, sin embargo, dos factores primarios parecen estar incidiendo en tal proceso: (1) Inestabilidad de la zona costera; (2) Ascenso del nivel del mar.

Con respecto al primer factor, en campo se detectaron segmentos que aparentemente están en hundimiento. Tal fenómeno se evidencia, además de la erosión severa que sufre la línea de costa, por la destrucción de zonas internas del manglar, las cuales son arrasadas en amplias extensiones por las corrientes de marea, a través de esteros y ríos que surcan la llanura costera baja; un ejemplo de esta situación se presenta en el antiguo delta del río Patía donde el manglar localizado a considerable distancia de la línea de costa está siendo destruido por avalanchas mareales. De acuerdo a West (1957), en la costa del Pacífico hay subsidencia y afirma que remanentes de crestas de playas separadas por el manglar, se ubican en la parte trasera de las playas, y aduce tal hecho al hundimiento y

eluviación de esos sectores bajos. Herd et al (1981) indican que la costa Pacífica desde Buenaventura hasta Esmeraldas parece que se ha hundido en el Holoceno y Pleistoceno tardío.

En relación con el ascenso del nivel del mar, es difícil precisar la evolución del fenómeno como tal, no obstante recientes estudios revelan que tres cuartas partes de las playas del mundo están retrocediendo a una tasa de 10 cm o más por año, mientras que una tercera parte de éstas están retrocediendo a más de 1 m por año. Aceptando la ocurrencia del fenómeno de tipo eustático, es de presumir que éste suceda en las costas del Pacífico Colombiano y cuyo reflejo sería el proceso severo de erosión marina que ocurre a lo largo de la costa.

Una segunda evidencia de la ocurrencia del ascenso del nivel del mar estaría dado por Gornitz y Lebedeff (1987), quienes determinaron que la región del golfo de México del Caribe donde se incluyen datos de la costa colombiana con base a mareógrafos ubicados en Cartagena, Rio Hacha, y Tumaco, se ha experimentado un ascenso del nivel del mar con un valor aproximado de 20 cm, el intervalo entre 1880 y 1980.

No se descarta dentro del proceso de ascenso eustático del nivel del mar, superposición de aumentos temporales del nivel marino dentro de perturbaciones climáticas y oceanográficas debidos al fenómeno de El Niño.

Además de los factores descritos anteriormente, otros hechos parecen incidir en la destrucción de la costa. Entre estos se tiene: (1) Presencia de oleaje fuerte asociado a períodos de invierno y a intervalos de máxima marea, (2) Depósitos mareales de refluo los cuales generan alteración de la batimetría, (3) Marejadas asociadas a temporales, (4) Disminución sectorial en el aporte de material fluvial.

Referencias Citadas

- González J. y L. Marín., 1989. Problemas Geológicos asociados a la línea de costa del departamento del Chocó: Geomorfología y Riesgos Geológicos. Informe Interno, Ingeominas.
- Gornitz, V. y S. Lebedeff., 1987. Global Sea level change during the century, In: Bummeral D. y otros (Ed) Sea level fluctuation and coastal evolution. SEPM, Special Publication. Nº 41.
- Herd, D., T. L. Youd, H. Meyer, J. Arango, W. Person, C. Mendoza., 1981. The great Tumaco, Colombia earthquake of 12 december 1979; Science, vol 211., Nº 4481, p. 441-445.
- Martínez, J. y H. Carvajal., 1990. Problemas Geológicos asociados a la línea de costa de los departamentos de Cauca, Nariño y Valle: Geomorfología y Riesgos Geológicos; Informe interno, Ingeominas.
- Von Prah H., 1984. Notas sistemáticas de las diferentes especies de mangle del Pacífico Colombiano. Cespadesia. Boletín Científico del departamento del Valle de Cauca, Nº 13, 49-50, 222-238.
- West, R., The Pacific Lowlands of Colombia. A negroid area of the American tropics. Louisiana State University Press, Baton Rouge.

VARIACION DE LA ESTRUCTURA TERMICA DEL MAR EN EL AREA DEL CALLAO

Eloy MIGUEL R.

Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina
Apartado 80 Callao - Perú

El área del Callao está ubicado en una zona sub-tropical, cuya estructura térmica se caracteriza por:

- a) Una capa de mezcla donde la temperatura permanece casi constante.
- b) La Termoclina donde la temperatura disminuye en forma brusca con la profundidad.
- c) Una capa profunda en la cual la temperatura sufre un descenso en forma gradual con la profundidad.

Cerca a la costa la estructura térmica presenta una forma muy característica debido a la poca profundidad, donde la capa de mezcla es superficial y la termoclina es más acentuada, conforme se aleja de la Costa, la característica de la estructura térmica varía, el espesor de la capa de mezcla aumenta, la termoclina se profundiza, en el verano la capa de mezcla es superficial encontrándose en el invierno a mayor profundidad.

INTRODUCCION

El objetivo del presente trabajo, consiste en conocer la variabilidad de la estructura térmica del mar, en el área del Callao. Varios aspectos de la estructura térmica, como la capa de mezcla (Napa), la profundidad y la intensidad de la termoclina sus fluctuaciones estacionales y en presencia de un evento como El Niño 1982-83 es importante conocer, dándonos las pautas para posteriores estudios.

Es necesario mencionar que se han hecho estudios sobre variaciones de la temperatura del mar pero en forma superficial y horizontal, es por ello que se ha preferido elaborar un trabajo en una área determinada donde hay mayor densidad de información.

MATERIAL Y METODOS

El área de estudio abarca una línea perpendicular de la costa (latitud 12°05'S - longitud 77°20'W), hasta una distancia de 200 millas aproximadamente (latitud 13°43'S - longitud 80°05'W). Fig. No. 1.

La información batitermográfica fue obtenida por cruceros nacionales y extranjeros en diferentes programas de estudio como son: Cruceros Oceanográficos, Mopas, Evaluación de recursos pelágicos y demersales, desde el año 1981 a 1991 época en la que se obtuvo mayor cantidad de información. Los equipos que se utilizaron para la obtención de datos batitermográficos son: el batitermógrafo, las botellas Nansen, XBT y el CTD.

Se han procesado 67 secciones verticales de temperatura con un total de 574 estaciones oceanográficas, de la superficie hasta los 500 metros de profundidad.

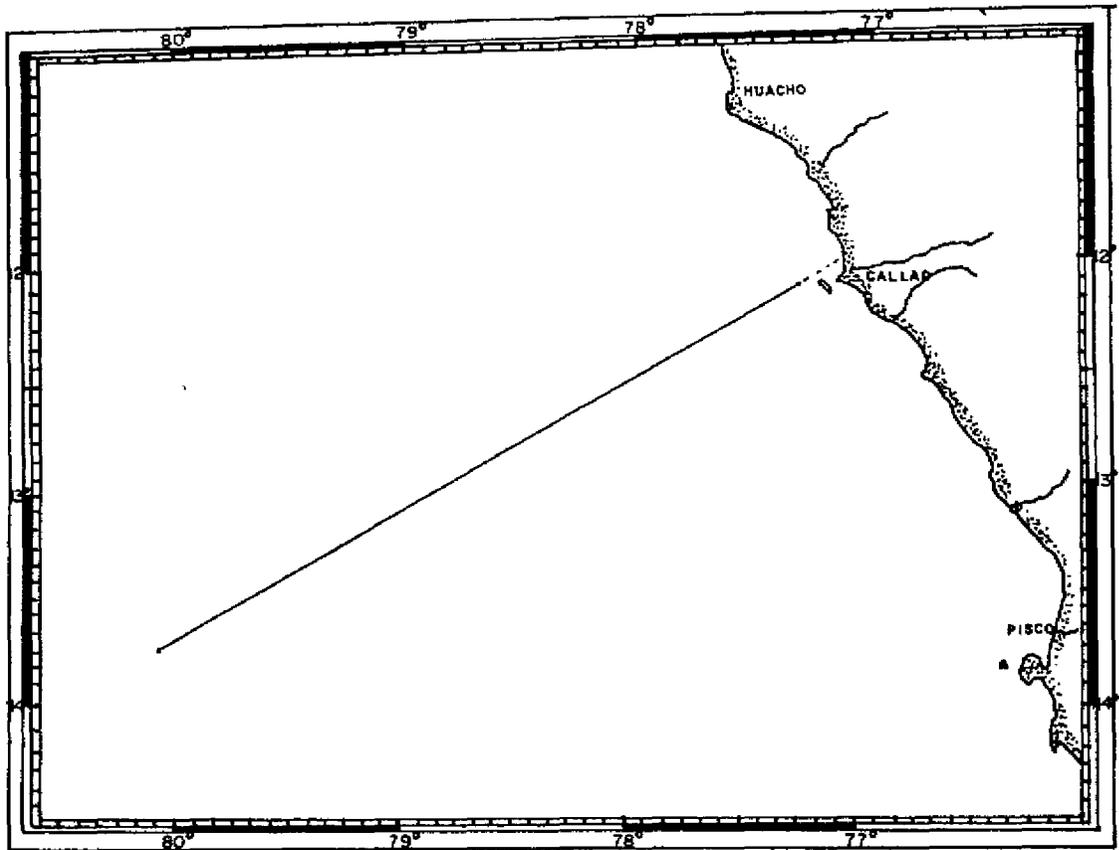


Fig. 1 Area de estudio (CALLAO- Latitud: 12° S.) La línea perpendicular a la costa frente al Callao hasta una distancia de 200 millas marinas esquematiza la densidad de 574 mediciones realizadas con BT, XBT, CTD, y Botellas NANSEN del año 1981 hasta 1984.

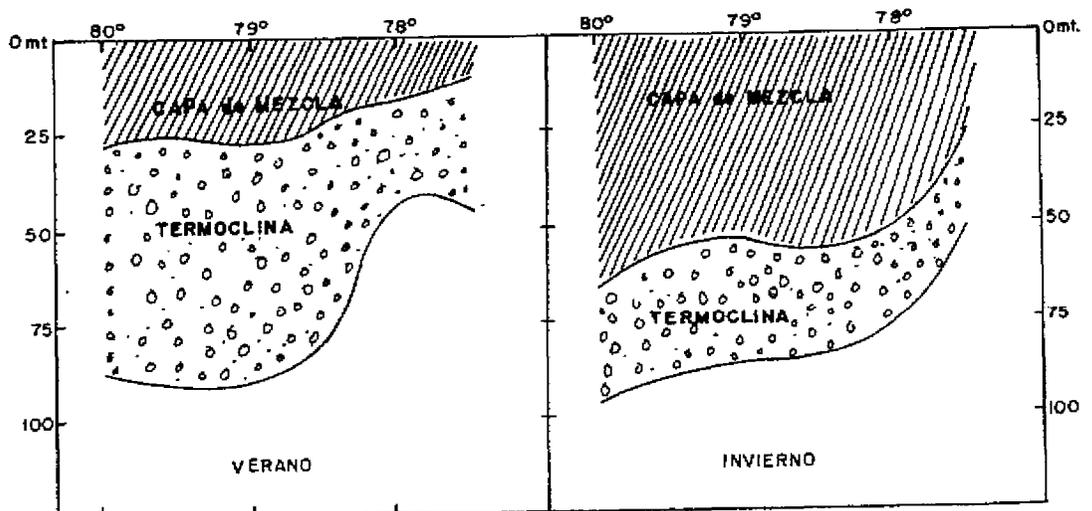


Fig. 2 Variación Estacional de la capa de mezcla (NAPA) y termocline en el area del Callao.

RESULTADOS Y DISCUSION

La estructura térmica en dicha área muestra algunas variaciones por la presencia de masas de aguas Sub-tropicales superficiales con una capa bastante somera cerca a la costa, que se profundiza del mismo modo que la termoclina. Las aguas Ecuatoriales Sub-superficiales que se justifica su presencia por la Corriente Sur Ecuatorial (Wyrki.1967), y las aguas Antártida Intermedia que se encuentra entre los 600 a 900 mts. de profundidad.

La variación estacional es notoria, en el verano la capa de mezcla es superficial, en el otoño se inicia la profundización y en el invierno se encuentra en su máxima profundidad debido a la persistencia de los vientos; la termoclina al igual que la capa de mezcla se profundiza de verano a invierno lo que coincide con la intensificación de los vientos. Fig.2.

Durante el fenómeno El Niño el espesor de la capa de mezcla se incrementa ligeramente, la termoclina se hace más profunda, el gradiente térmico es mayor y el límite inferior de la termoclina llega hasta los 200 m de profundidad cerca a la costa como en El Niño 1982- 83.

La variación de la temperatura superficial frente al área de estudio se incrementa de la costa hacia las 200 millas, en el verano el promedio de la variación es de 21 ° a 25.5 °C respectivamente, en el invierno la fluctuación es menor y varía de 17 ° a 19 °C respectivamente, mientras que en las estaciones de otoño y primavera los valores son más homogéneos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Salvador ZUTA y Wilfredo URQUIZO : Boletín Vol. 2 N: 8 Temperatura promedio de la superficie del Mar frente a la costa Peruana. agosto 1971.
- Gustavo LAOS Cruzado: Estructura térmica en el Mar de Grau. Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina.
- David ASKREN y Antonie BADAN: Conceptos de Oceanografía Física.
- Richard C. VETTER : Oceanografía (la última frontera)
- Salvador ZUTA y Oscar GUILLEN: Boletín Vol. 2 N:5. Oceanografía de las aguas costeras del Perú, enero 1970.
- Ramón MUGICA: Historia Marítima del Perú Tomo 1 Vol. 1
- Klaus WYRTKI : La estructura térmica del océano Pacífico Oriental. (Junio 1954)
- Juan QUISPE A.: Alteraciones de la estructura térmica del mar frente a las costas del Perú durante el fenómeno El Niño 1982-83.