

## FORMACIÓN DE UN CORDÓN LITORAL EN MÁNCORA, PERÚ, A RAÍZ DE EL NIÑO DE 1983

Ronald F. Woodman\*, Antonio Mabres \*\*

### Resumen

Se ha postulado que los cordones litorales fósiles de Colán, en el norte del Perú, podrían haber sido formados durante eventos muy intensos del fenómeno El Niño (Mega-Niños). El presente trabajo documenta la formación en Máncora, Perú, de un nuevo cordón como consecuencia del evento extraordinario de El Niño de 1983, probablemente el más fuerte registrado en los últimos siglos desde la conquista española. Se presenta esta formación como evidencia de lo postulado para los cordones de Colán.

**Palabras claves:** *Cordón litoral, progradación costera, Perú norte, El Niño 1983, Mega-Niño.*

### FORMATION D'UN CORDON LITTORAL À MÁNCORA, PÉROU, APRÈS LE EL NIÑO DE 1983

### Résumé

On a prôné que les cordons littoraux fossiles de Colán, au nord du Pérou, pourraient s'être formés au cours d'événements très forts de phénomènes El Niño (Mega-Niño). Ce travail présente des informations sur la formation à Máncora, Pérou, d'un nouveau cordon suite à un événement extraordinaire El Niño en 1983, certainement le plus fort enregistré depuis la conquête espagnole. Cette formation est présentée comme une preuve de ce qui a été prôné pour Colán.

**Mots clés:** *Cordon littoral, progradation côtière, Nord Pérou, El Niño 1983, Mega-Niño.*

### ON THE FORMATION OF A NEW BEACH RIDGE IN MANCORA, PERU, AFTER EL NIÑO OF 1983

### Abstract

It has been postulated that the fossil discrete coastal ridges in Colán, Perú, were formed during extremely strong El Niño events of the past (Mega-Niños). This paper reports the formation of a new beach ridge in Máncora, Perú, after the extraordinary El Niño of 1983, probably the strongest El Niño registered in the last centuries, after the Spanish conquest. The formation of this ridge is presented as evidence of what was postulated for the beach ridges of Colán.

**Key Words:** *Beach ridge, coastal progradation, Northern Peru, El Niño 1983, Mega-Niño.*

\* Instituto Geofísico del Perú, Apartado 3747, Lima 100, Perú.

\*\* Universidad de Piura, Apartado 353, Piura, Perú

## 1. INTRODUCCIÓN

En diversos puntos a lo largo de la costa del Perú se encuentran una serie de cordones litorales, algunas veces a varios kilómetros de la playa, como evidencia de que la orilla del mar, sólo hace unos cientos o unos cuantos miles de años, se encontraba allí (Woodman & Polia, 1974; Richardson, 1983; Ortlieb *et al.*, 1989). Es evidente, por la altura sobre el nivel del mar que tienen estos cordones, que este retiro se debe al levantamiento del continente, o a una disminución del nivel eustático del mar, o a una combinación de ambos. El nivel del cordón más antiguo es del orden de unos 4 metros sobre el nivel del mar, y tienen una antigüedad de unos 3,500 a 4,000 años (Woodman & Polia, 1974; Richardson, 1983; Ortlieb *et al.*, 1989).

Por otro lado, no es muy clara la razón por la cual los cordones forman una secuencia discreta con un número aproximado de ocho en la región norte del país, algunas veces con una distancia de varios cientos de metros entre ellos. Se ha propuesto como hipótesis para explicar su formación, la ocurrencia de eventos sísmicos, la ocurrencia de grandes avenidas de los ríos que desembocan en su vecindad (Woodman & Polia, 1974), así como marejadas asociadas con grandes eventos de El Niño (Richardson & McConaughy, 1987; Ortlieb *et al.*, 1989).

De especial interés para nosotros son los cordones litorales que se aprecian en forma muy conspicua en las cercanías del pueblo de San Lucas de Colán (latitud 05° 01' Sur, longitud 81° 04' Oeste), pueblo de pescadores que hoy en día se encuentra atrás de uno de estos cordones, a casi un kilómetro del mar. Indudablemente, esta lejanía no se debe a los fundadores del pueblo; como pescadores que fueron, el pueblo debe haber estado ubicado en sus inicios a orillas del mar.

Los cordones de Colán fueron estudiados inicialmente por Woodman & Polia (1974), quienes contaron ocho cordones bien definidos; el más reciente es un cordón de dunas, estabilizado por la cobertura de una suculenta verdolaga *Portulaca* peruviiana, que crece en este tipo de habitat, en la costa del Perú. A lo largo y sobre este cordón, los piuranos han construido el balneario 'La Esmeralda', conocido también como Colán. Los otros cordones, lo que queda de ellos, son de canto rodado, con cantos de 2 a 3 cm. El más antiguo se encuentra al borde del acantilado. Woodman & Polia (1974) estimaron, por los restos arqueológicos precerámicos que encontraron detrás, que dicho cordón tendría una antigüedad del orden de los cuatro mil años, durante la última transgresión. Es probable que el acantilado de unos 50 a 60 m de altura, que se encuentra bordeando estas playas, haya sido formado por la erosión de las olas, hace también unos cuatro a cinco mil años, durante los niveles máximos del mar correspondientes al periodo interglacial que vivimos. Woodman & Polia (1974) describen un 'conchal' precerámico al borde de éste, atrás del último cordón. Recientemente, Ortlieb *et al.* (1989) han fechado los cordones de Colán, en forma más exacta, usando el Carbono 14 en conchas encontradas entre los cantos; la fecha más antigua atribuida al último cordón es de unos 3,100 años.

Richardson & McConaughy (1987) y Ortlieb *et al.* (1989) han postulado que los cordones de El Chira y Colán fueron formados por grandes eventos de El Niño, del tipo infrecuente y catastrófico como el ocurrido el año 1983. De comprobarse esta hipótesis, los cordones litorales de Colán tendrían un interés aún mayor del que ya poseen desde un punto de vista geográfico y geológico. Esta hipótesis abre la posibilidad de que su estudio suministre información paleoclimática no solamente para la región, sino para los estudios paleoclimáticos globales.

Dos hechos de ocurrencia reciente hacen del estudio de los cordones, desde un punto de vista climático, de especial interés:

1. El reconocimiento que el fenómeno El Niño no es un fenómeno regional, sino global, lo que fue puesto aún más en evidencia por El Niño de 1983 y
2. La comprobación de que la actividad del hombre, en épocas recientes -deforestación, uso de combustibles fósiles, algunas industrias- está produciendo un aumento artificial en la atmósfera de CO<sub>2</sub> y otros gases, los que están causando una variación en el clima a una velocidad mucho mayor que las producidas en forma natural en el pasado, y a niveles que muy pronto podrían convertirse en desastrosos. Todo esto ha motivado un gran interés por el estudio del clima en el pasado, ya que ésta es la única forma de verificar modelos que nos predigan lo que ocurrirá en el futuro. El estudio del paleoclima es uno de los temas de mayor prioridad en el programa internacional IGBP-Global Change. Los Paleo-Niños juegan un papel importante dentro de estos estudios.

Los cordones litorales de Colán han motivado el presente trabajo, pero las observaciones que queremos comunicar han sido realizadas a unos 70 km al norte, en la caleta pesquera y playas de Máncora. Ocorre que durante 1983-1984 los pobladores de Máncora han sido testigos de la formación de un nuevo cordón litoral, dejando 200 metros atrás el cordón que hasta el año 1983 era el borde del mar, en una forma muy similar a la que podría haber ocurrido en Colán, tiempos atrás.

Algo similar podría haber acontecido en la desembocadura del Santa, estudiada por Sandweiss (1986). Aunque allí no se puede descartar la ocurrencia de grandes acarreo de sedimentos debidos al desprendimiento de glaciales como el ocurrido durante el terremoto de 1970, en Huaraz.

## 2. MÁNCORA PREVIO A EL NIÑO DE 1982-1983

Máncora (Lat 4° 06'S, long 81° 03'W) es un pueblo de pescadores, situado al sur del abanico aluvial común formado por las quebradas Seca y de Fernández (o Máncora). Está a las orillas del mar al norte de un promontorio rocoso, por el que desemboca una quebrada adicional llamada del Pozo de Cabo Blanco. De estas quebradas, la única que trae aguas estacionales casi todos los años, con lluvias, es la de Fernández. Tanto ésta como la quebrada Seca soportan cultivos basados sobre todo en aguas subterráneas. La del Pozo, según el señor Helfried Senekowitsh que tiene su casa a sus orillas, en los 30 años que llevaba viviendo allí sólo había traído un poco de agua los años 1959 y 1972. Razón por la cual, tal vez, se hicieron construcciones casi bloqueando su desembocadura, las que fueron arrasadas el año 1983.

El promontorio defiende del oleaje del sur a una bahía bastante abierta que antes de 1983 servía de fondeadero a los botes de pesca. En la figura 1 se muestra Máncora y sus alrededores. Es una copia de la carta 1/25,000 de la zona, elaborada con fotografías aéreas anteriores a 1975. Usaremos el punto más cercano de la costa a la carretera como referencia. Este se aprecia mejor en la carta de navegación que se muestra en la figura 2a) (Hidronav-133, 3era Edición, 1974, corregida 1979). La distancia al mar en dicho punto más cercano tenía, en ese entonces, unos 15 metros.

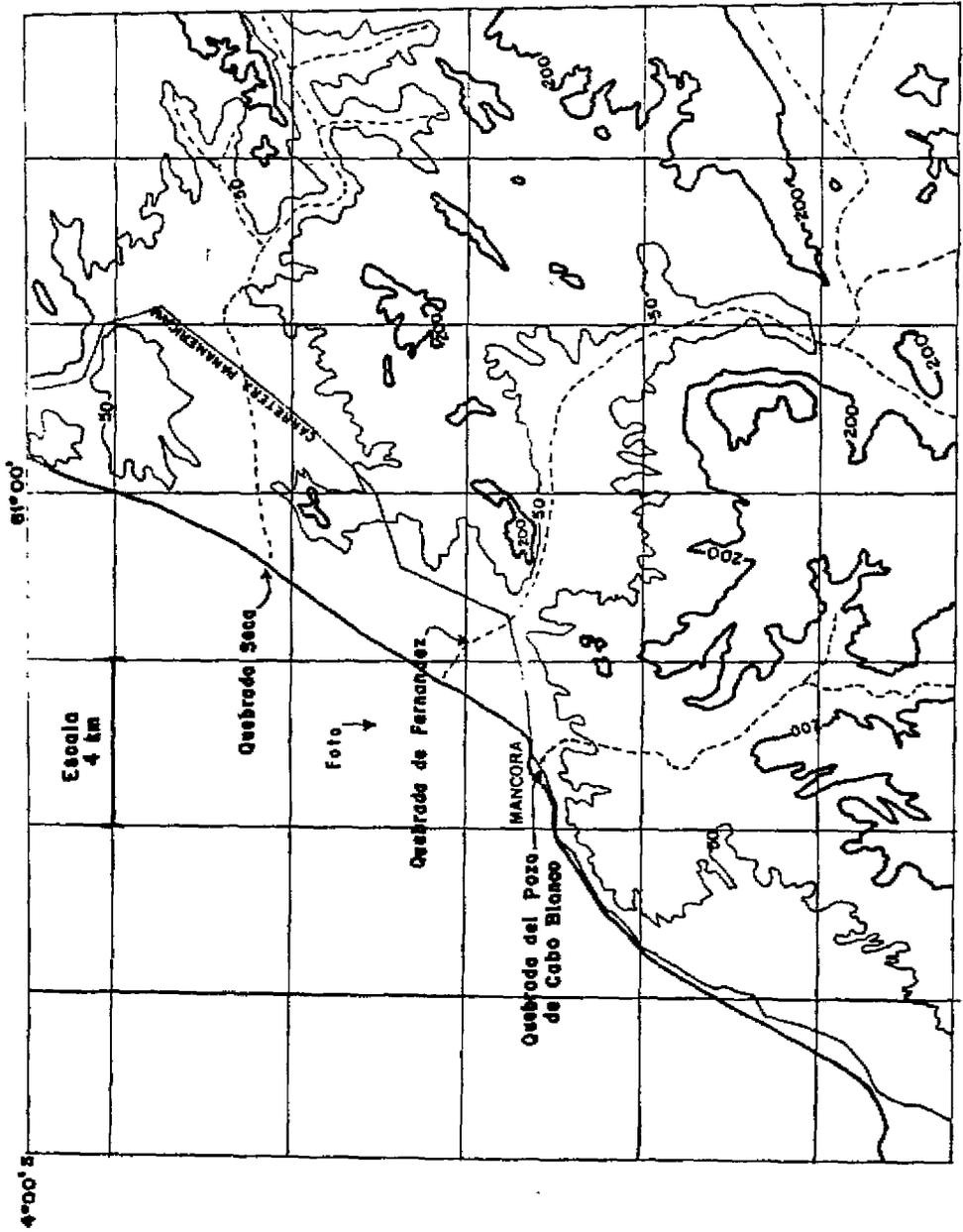


Fig. 1 - Carta de la caleta de Mánкора. Observar la ubicación de las quebradas Seca, de Fernández y del Pozo de Cabo Blanco.

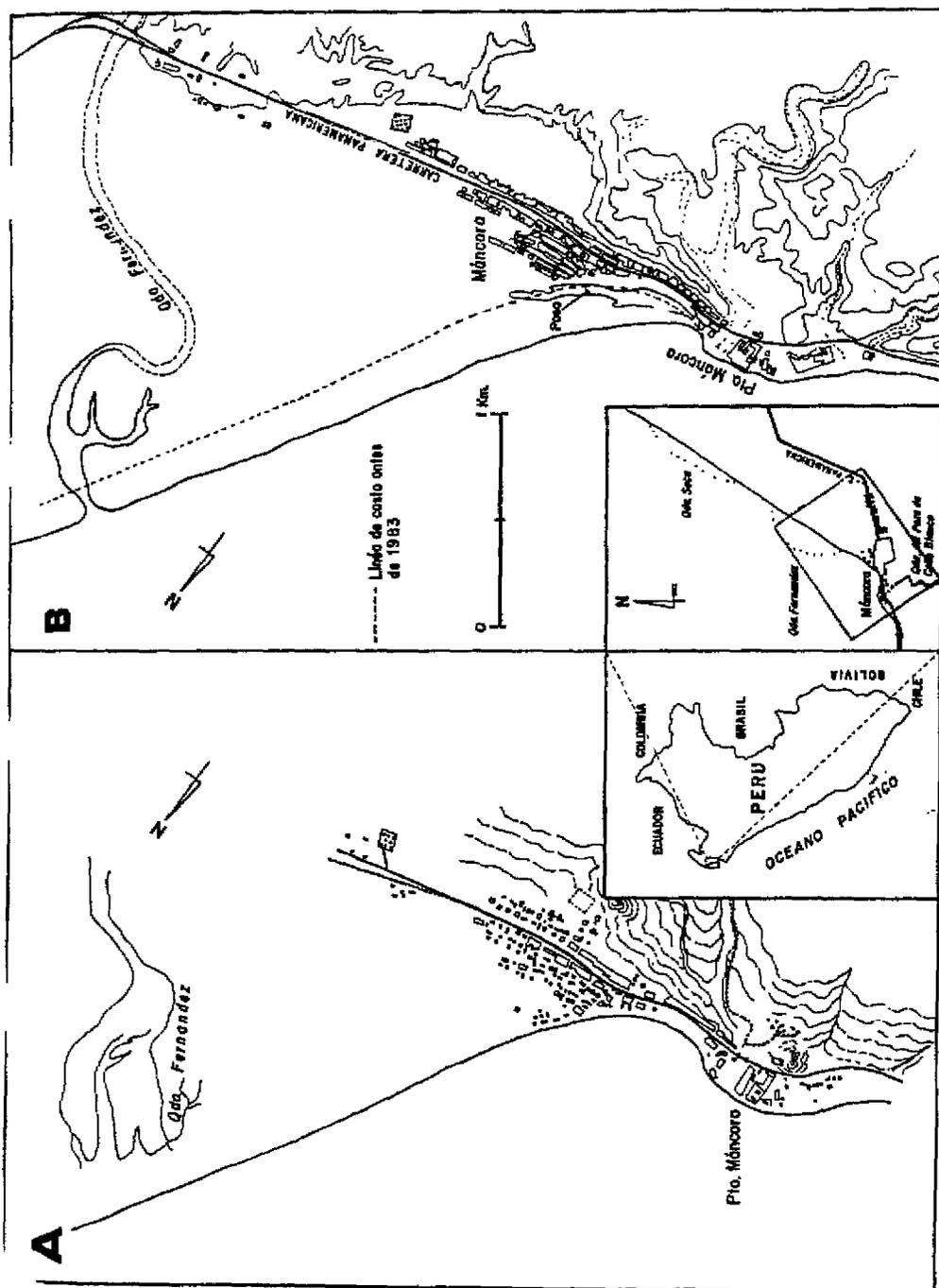


Fig. 2 - Dos ediciones de la carta de navegación de la caleta de Máncora (Hidromav-1133) a) 3era Edición 1974, corregida 1979, y b) 4ta Edición, 1988. Esto es antes y después de 1983.

### 3. MÁNCORA DURANTE LAS LLUVIAS DE 1983

Máncora no fue excepción de la zona norte del Perú con respecto a las lluvias de 1983. Todos los vecinos con los que hemos podido conversar concuerdan en que fueron las más fuertes que ellos nunca antes hayan visto. El pueblo estuvo incomunicado por tierra como consecuencia de la destrucción de puentes y alcantarillados de las quebradas vecinas y por mantener éstas un flujo de agua casi continuo que no permitía vadearlas. Lo más llamativo fue la bajada de la quebrada del Pozo de Cabo Blanco, la cual, tal como mencionáramos antes, no había bajado en los últimos 30 años y tal vez desde el año 1925.

Si bien no hay registros pluviales en Máncora, las precipitaciones en Zorritos (lat. 03° 41' S, long 80° 41' W) pueblo a 60 km al norte, fueron de 3960 mm en 1983, lo que habría que comparar con 300 a 600 mm en años de El Niño fuertes como los de 1939, 1941 y 1943, o con el más alto nivel registrado anteriormente, con 1500 mm durante el Niño extraordinario de 1925. Durante el evento reciente de 1987-también un El Niño fuerte- la precipitación anual registrada en la estación de Cañaverál, a escasos km al sur de Zorritos, fue de 859 mm.

Durante las lluvias, las quebradas trajeron una gran cantidad de piedras y sedimento, los que fueron depositados en grandes abanicos en las cercanías de las desembocaduras. En la figura 3 se puede ver la desembocadura de la quebrada del Pozo. Se aprecia la destrucción total de la carretera, quedando en pie sólo un pequeño alcantarillado de concreto, el que evidentemente no se dio abasto para que discurriera tanta agua. Lo pequeño del alcantarillado dramatiza la diferencia entre el flujo máximo esperado y el que en realidad discurrió en aquella época. La foto fue tomada el 22 de febrero de 1983, algunos meses después del inicio de las lluvias fuertes a fines de diciembre y varios meses antes de su fin (junio). Se puede apreciar también la destrucción de las casas y edificios que fueron construidos en su desembocadura. Por información de los residentes de la zona, al finalizar las lluvias, las rocas, piedras y sedimento habrían incursionado aún más en el mar, aproximadamente unos 50 m mar adentro.

Si bien no tenemos fotos de la desembocadura de las otras quebradas es de esperar que éstas también hayan traído grandes cantidades de sedimento, principalmente arenas, que depositaron en el mar en las cercanías de la desembocadura. Tenemos informes, sí, de que las embarcaciones pesqueras, de relativamente poco calado, no podían anclar en sus sitios habituales pues tocaban fondo. Aún hoy en día, los botes ya no usan esta caleta (Caleta Máncora) sino la que hay al sur (Caleta Máncora Chico).

Se puede apreciar también que, durante las lluvias, el mar, en zonas no pertenecientes a los abanicos de sedimentos recientes, más bien avanzó. En la foto se aprecia que las orillas llegan al pie de la carretera. Los residentes mencionan que el oleaje golpeaba el borde elevado de la carretera incluso sobrepasándola. Esto es de esperar, ya que el nivel promedio del mar subió hasta 50 ó 60 cm sobre el nivel normal -durante los meses-pico del fenómeno- y que el oleaje era mucho más grande. El oleaje, que normalmente viene del sur, y para el cual la bahía ofrece protección, tuvo componentes del norte como consecuencia de tormentas extraordinarias en el Pacífico Norte (Enfield, 1989) y del cambio del régimen de vientos. Hay que recordar que en 1983 los vientos Alisios del este, en el Pacífico Ecuatorial, cambiaron de sentido (Enfield, 1989).

Algo similar ocurrió en Colán, teniendo como consecuencia la destrucción casi completa del balneario La Esmeralda. El mayor nivel promedio del mar y el mayor oleaje, trajeron la reventazón sobre los cimientos (pilotes) de las casas, produciendo su colapso.



Fig. 3 - Fotografía aérea de la desembocadura de la quebrada del Pozo de Cabo Blanco tomada durante las lluvias. El punto más cercano a la carretera se ha usado en las comparaciones en el texto.

El avance de la reventazón produjo una erosión en playa bajando su nivel, lo que hizo avanzar la reventazón aún más, hasta llegar a los cimientos por debajo de las terrazas y algunas habitaciones construidas sobre pilotes. En algunos lugares el mar escarbó la playa bajando su nivel 1.80 m dejando los pilotes en el aire. Tanto en Colán como en Máncora, las arenas removidas por la erosión deben haberse acumulado en una barra inmediatamente detrás de la nueva línea de reventazón. Esto lo atestiguan los residentes del balneario quienes cuentan que al entrar al mar, para sus baños, se encontraban con profundidades más bajas que las existentes más cerca a la orilla. Ya hemos mencionado los problemas experimentados por los pescadores de Máncora con el calado de sus botes

#### 4. MÁNCORA DESPUÉS DE LAS LLUVIAS

Las lluvias no cesaron en el norte del Perú hasta fines del mes de junio. No hay recuerdo ni tradición o historia que mencione lluvias tan intensas y prolongadas. En el año 1925, el único que podría igualarse en intensidad al año 1983 en los últimos 200 años y probablemente en los 450 años de historia escrita de la región, llovió sólo hasta abril (Woodman, 1985). El nivel del mar también mantuvo cotas por encima de lo normal hasta esa época.

Como consecuencia del gran volumen de sedimentos acarreados por las tres quebradas arriba mencionadas, el mar se ha retirado a lo largo del frente del abanico fluvial formado por las quebradas Seca y de Fernández aproximadamente unos 200 m. La nueva línea de playa está delimitada por un cordón de arena de sección trapezoidal. La cresta del cordón está cercana a la línea de marca alta y a unos 1-1.5 m sobre el nivel de ésta. En la parte de atrás del cordón, existe una pequeña albufera, vestigios de un pequeño estuario, parte del cual todavía se llena y vacía con el subir y bajar de la marca. La conexión entre éste y el mar se realiza por una entrada en el extremo meridional del cordón, delante del punto más cercano a la carretera. Se nos informa que, desde que se retiró el mar, cuando la quebrada de Fernández baja, la albufera crece hasta convertirse nuevamente en un estuario que desagua por el lugar mencionado, a menos que el caudal sea demasiado grande, en cuyo caso la quebrada rompe el cordón en el punto de incidencia.

Cabe mencionar que algo similar ocurrió en el río Chira durante los Niños fuertes de 1940 y de años anteriores, según relatos de viejos pobladores que recuerdan un brazo que discurría paralelo a la playa, pasaba entre el balneario la Esmeralda y el pueblo de Colán, y llegaba al mar mucho más al sur. Actualmente, también el río Piura tiene un estuario (San Pedro) en su desembocadura, con un brazo hacia el norte.

Los autores no tuvieron oportunidad de visitar Máncora hasta abril de 1989. La fotografía que se muestra en la figura 4 fue tomada en esa época. En ella se puede apreciar ambas líneas de playa, tanto la antigua como la nueva, así como el cordón de arena que delimita la nueva playa. La nueva carta de la caleta (Hidronav- 1133, 4ta. Edición, 1988) mostrada en la figura 2b), basada en fotografías tomadas en el año 1983, muestra ya la nueva línea de costa y la albufera formada entre ambas líneas.

Según los informes recogidos de los residentes, el mar no se retiró de inmediato. En realidad, como hemos mencionado antes, durante las lluvias la línea de costa avanzó tierra adentro unos cuantos metros. No hemos podido recoger una descripción detallada, pero aparentemente llevó varios meses la formación de la nueva playa y no necesariamente en el mismo lugar donde nosotros la encontramos. En todo caso, podemos proponer el siguiente escenario para explicar su formación.

Durante las lluvias, una gran cantidad de sedimentos es acarreada por las tres quebradas mencionadas y el sedimento es depositado en las cercanías de las desembocaduras en forma de conos aluviales. Hay que recordar que el flujo de agua es portador de sedimento mientras su velocidad de flujo produzca velocidades turbulentas verticales mayores que la velocidad de sedimentación. Al entrar el flujo al mar, súbitamente aumenta su sección transversal y su velocidad disminuye asintóticamente a casi cero, antes de ello ha disminuido a una velocidad crítica donde la sedimentación ocurre. Esto sucede aproximadamente en un



Fig. 4 - Fotografía a vuelo de pájaro de la playa al norte de Máncora, mirando hacia el sur. Al fondo de la playa el pueblo, y delante de él, una pequeña albufera. Se aprecian los dos cordones, de antes y después de las lluvias de 1983.

arco centrado en el eje de la desembocadura. Al acumularse el sedimento, forma el cono aluvial como una protuberancia de la costa que penetra hacia el mar, parte se pone al descubierto cuando baja el nivel de las avenidas y parte es submarina.

Pero ésta no es una situación estable, cualquier protuberancia, sobre todo si viene acompañada de un talud submarino que penetre en una rompiente de olas, concentra la energía de éstas en ella, produciendo un oleaje y una rompiente mucho más energética. Esto lo atestiguan un residente aficionado al surfing quien recuerda las grandes olas que se formaron después de las lluvias y que no se han vuelto a repetir. El romper de las olas incrementa la turbulencia donde ello ocurre y pone los sedimentos en suspensión. Éstos se difunden transversalmente, disminuyendo su espesor donde fueron depositados originalmente e incrementando el de zonas cercanas donde no hay rompiente. Eventualmente estas zonas acumulan sedimento como para atraer a su vez la rompiente. En esta forma el sedimento es removido de la desembocadura y depositado en las playas a ambos lados. El proceso continúa hasta que el sedimento es distribuido uniformemente a lo largo de una nueva línea de costa, paralelo a la línea de rompiente.

El sedimento no puede alojarse mucho de la playa. Éste se acumula en dos lugares: en la playa misma al perder la ola velocidad y turbulencia, y en forma de un banco de arena, en la parte inmediatamente detrás de la rompiente, donde tampoco hay turbulencia. La formación de este banco tampoco es muy estable en lugares como Máncora que tienen una marea relativamente alta, con una amplitud de oscilación promedio de 1.40 m. Al bajar la marea, la rompiente erosiona la barra y transporta el sedimento a la playa. Como resultado tenemos un proceso que acumula el sedimento recibido, principalmente en la playa.

Por otro lado, si el nivel promedio del mar baja bruscamente, por ejemplo al perder los 50 cm anómalos que tuvo durante los meses-pico, puede dejar las barras de arena formadas atrás de la reventazón rápidamente en seco. La barra de arena pasaría a ser la nueva línea de playa.

Tenemos, por lo tanto, dos alternativas: en una habría un retiro relativamente lento, en el que las barras de arena actúan como depósito temporal de sedimentos que eventualmente van a acumularse en la playa, produciendo un retiro relativamente lento de su línea; en la otra tendríamos un retiro brusco, con una nueva línea de playa donde estaba antes la barra de arena, atrás de la reventazón que existía durante los meses de nivel promedio alto del nivel del mar. Parece que lo sucedido en Máncora fue lo primero, a juzgar por los relatos de los vecinos del lugar.

En ambos casos, eventualmente se forma un cordón alto de sedimentos en el borde de la nueva playa, el que a su vez produce un bloqueo de las aguas de la quebrada en su desembocadura. El bloqueo es efectivo cuando la quebrada no tiene mayor fuerza ni caudal. Éste obliga a las aguas a discurrir a lo largo de la playa, por detrás del nuevo cordón y delante del antiguo, hasta que éstas encuentran una salida lejos de la desembocadura original donde la formación del nuevo cordón no ha sido muy efectiva por carencia de suficientes sedimentos.

Este discurrir entre los dos cordones es efectivo en transportar sedimentos al mar lejos de la desembocadura original. El fondo de este canal tiende a tomar una cota baja, ligeramente por encima de la marea más baja. Al secarse la quebrada durante el periodo de estío, este se cubierte en una laguna costera longitudinal o albufera, o alternativamente en un

estuario que se llena y vacía con el subir y bajar de las mareas. En la foto de la figura 4, así como en la carta de la figura 2b), se puede apreciar la albufera, la que se rellena con aguas del mar durante mareas más altas que lo normal, y la que se convierte en canal a la desembocadura cuando la quebrada baja con pequeño caudal.

El estuario que se forma en la parte de atrás hace que el proceso sea más eficiente en el aprovechamiento de los sedimentos recibidos. Como es una zona de cota baja, no ha hecho uso de los nuevos sedimentos en rellenarse. Los nuevos sedimentos son usados solamente en la formación del nuevo cordón de playa. Para una cierta cantidad de nuevos sedimentos traídos por la quebrada, el retiro puede ser mayor que en el caso que tendrían que usarse para relleno.

Si se acepta que ha habido un flujo adicional de sedimentos y que gran parte de éstos termina en la playa, uniformemente distribuidos a lo largo de ésta, tenemos que aceptar que la nueva playa tiene que encontrarse retirada con respecto a la anterior. La magnitud del retiro dependerá del volumen de sedimentos y del talud de la playa original rellenada por ellos. Tenemos que aceptar, también, que la nueva línea de playa tiene que ser paralela a la rompiente y paralela a la playa original, la que a su vez también lo fue. En la desembocadura podemos admitir distorsiones producidas por sedimentos gruesos, incluyendo cantos, piedras y rocas que la quebrada puede transportar, pero no la rompiente. Es posible, también, que existan asimetrías con respecto a la desembocadura, causadas por las corrientes marinas paralelas a la playa, que tratan de llevar el sedimento preferencialmente en su dirección. La causa más importante para estas corrientes es la componente paralela a la playa de la deposición de momento depositado por la rompiente de las olas. Esto ocurre cuando éstas no son exactamente paralelas a la playa y garantizan que eventualmente lo sean.

La figura 5 muestra, esquemáticamente, un corte transversal a la costa y de acuerdo con el escenario descrito. Ésta señala el perfil original y el posterior, después de recibir el sedimento. El achurado muestra los volúmenes del nuevo sedimento, el que tiene que ser aportado por una fuente: las quebradas en nuestro escenario. El área achurada multiplicada por la longitud de la playa nos da un volumen que debe ser igual al aportado por las quebradas.

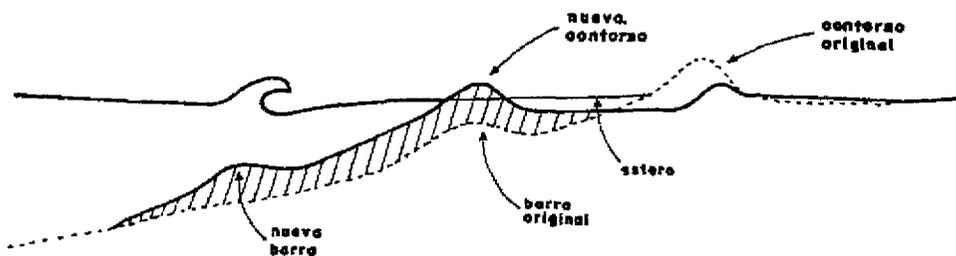


Fig. 5 - Corte esquemático del fondo de playa, antes y después de las lluvias. La zona achurada muestra los nuevos volúmenes de sedimento aportados por las lluvias.

## 5. IMPLICANCIAS EN LA INTERPRETACIÓN DE LOS CORDONES LITORALES DE COLÁN

En la introducción hemos discutido la importancia de los cordones litorales antiguos de Colán si se acepta la hipótesis de Ortlieb *et al.*, (1989), de que fueron formados como consecuencia de 'Niños' extraordinarios como el de 1983. Durante 1983 no se formó un nuevo cordón en Colán, pero sí en Mánкора. Lo que, por lo menos, prueba su factibilidad. Las condiciones son muy similares, ya que en las cercanías de Colán desemboca el río Chira, el río más caudaloso de la costa (en lo que a avenidas máximas se refiere) y portador eficiente de sedimentos. Su sensibilidad al Niño es también bastante conocida, y en 1983 tuvo flujos nunca antes registrados (Woodman, 1985). A esto hay que agregar los sedimentos -sobre todo los gruesos- aportados por la quebrada de Colán (Ortlieb *et al.*, 1989), la que baja solamente durante El Niños fuertes.

El retiro del mar en Colán en una escala de miles de años es inevitable como consecuencia del levantamiento relativo de su costa. Lo que necesita explicación es la ocurrencia de una secuencia discreta de cordones. Lo ocurrido en Mánкора nos da la evidencia necesaria para postular que esto puede ocurrir en forma discreta, como resultado de grandes aportes de sedimento durante eventos extraordinarios de 'El Niño'. La cantidad de sedimentos aportados en uno de estos eventos puede ser superior a los aportados en varias decenas de años. Hay que recordar, por ejemplo, que en los tres primeros meses de las lluvias de 1983, llovió en la ciudad de Piura más que la lluvia acumulada en los 25 años anteriores, los que incluyen Niños como los de 1965, 1972 y 1976 (Mabres *et al.*, 1984; Woodman, 1985).

Por otro lado, hay ciertas diferencias entre Colán y Mánкора que conviene discutir.

En Colán se aprecian por lo menos ocho cordones antiguos mientras que en Mánкора se aprecian sólo dos, el anterior y el actual. Pero hay que recordar que los cordones antiguos de Colán están constituidos por cantos rodados, lo que los hace casi indestructibles una vez que son abandonados por el mar. Los de Mánкора son de arena. Lo son ahora y lo deben haber sido en el pasado pues no hay fuente de cantos como lo hay en Colán (Woodman & Polia, 1974; Ortlieb *et al.*, 1989). Hemos visto en Mánкора cómo el cordón anterior fue erosionado por las marejadas y la subida del nivel del mar antes de ser abandonado en 1983. Aun en Colán, el cordón actual de arena fue casi totalmente arrasado por las lluvias y marejadas en 1983. Hay evidencia, también en Colán, de por lo menos dos cordones de arena anteriores al actual, de los que queda sólo una línea de conchas abandonadas por el hombre, como única evidencia de su existencia anterior (Woodman & Polia, 1974; Ortlieb *et al.*, 1989). Es verdad que al norte de la desembocadura todavía existen cordones igualmente antiguos (Richardson, 1983; Ortlieb *et al.*, 1989) constituidos sólo por arena, pero éstos deben su permanencia a que fueron estabilizados por inmensas cantidades de conchas dejadas en su superficie por los pobladores antiguos. Esto no ha ocurrido en Mánкора, donde su población aparentemente no ha sido tan densa como en el valle del Chira; lo que es razonable, dada la fertilidad de este último comparada con la esterilidad de Mánкора.

El hecho de que la mayoría de los cordones de Colán sean de cantos rodados y los de Mánкора sean de arena, es de por sí una diferencia que merece discusión. En este sentido los cordones al norte del Chira serían más similares. Pero, en todo caso, los procesos de deposición son similares. Ambos son acarreados por los flujos extraordinarios, ambos son transportados por la turbulencia del oleaje y ambos son depositados en las orillas de las olas

más fuertes. Hemos mencionado, en todo caso, que el actual y por lo menos dos de los anteriores en Colán fueron de arena y que es muy probable que los cordones de cantos (lo único que queda) hayan sido continuados por sedimentos más finos (hoy desaparecidos). El cordón actual comienza por su lado sur con abundancia de cantos. El Sr. H. Senekowitsh recuerda también que algunos viejos pescadores le habían hablado de que hace mucho (quizás más de 90 años), el mar ocupaba lo que ahora es el poblado de Máncora. Entonces, por lo visto, el poblado de pescadores estaba en lo que actualmente se denomina Máncora Chico, al sur del promontorio rocoso donde desemboca la quebrada del Pozo (Fig.1).

Otra diferencia ya mencionada: en Máncora se formó un nuevo cordón en 1983 y no así en Colán. Hay varias posibilidades, aunque sólo podemos especular respecto a su importancia. Tal vez se requiera un evento del Niño aún mayor, o la combinación de varios, los que en conjunto suministren la cantidad de sedimento crítico que se necesita para su retiro. Sin duda, la represa de Pocchos, construida el año 1971, ha reducido la cantidad de sedimentos sustancialmente con respecto al pasado. La mayor parte de la cuenca del Chira está por encima de Pocchos. Los sedimentos proporcionados por ésta ya no llegan al mar. Que existe un desbalance en el suministro de sedimentos es un hecho que se puede comprobar en el puente de Sullana sobre el Chira, donde hoy en día se puede apreciar que la parte superior de las zapatas de cimentación del puente están por encima del nivel libre del río. El cauce ha sido evidentemente erosionado y no recibe nuevos sedimentos de aguas arriba. Es posible también que la línea de casas de La Esmeralda haya influido en una ubicación más permanente de la playa, por lo menos en su vecindad, que es el lugar donde se han hecho las observaciones que no muestran cambio.

Cabe mencionar que, posteriormente a la redacción de este informe, hemos podido observar, en mayo de 1992, la formación incipiente de un segundo cordón o *spit* al norte de la quebrada de El Pozo, como consecuencia de las lluvias fuertes ocurridas en los meses anteriores.

## 6. CONCLUSIONES

Hemos mostrado evidencia de que la formación de nuevos cordones litorales, dejando cordones litorales 'fósiles', es factible de ocurrir como eventos discretos coincidentes con fenómenos extraordinarios de El Niño. El evento usado como evidencia ocurrió en Máncora, pero hace factible la interpretación que los cordones litorales de Colán y del norte de la desembocadura del Chira fueron formados y/o abandonados en esta forma. Esta posibilidad incrementa la importancia de estos cordones como fuente de información sobre la ocurrencia de Niños extraordinarios en el pasado, y de las variaciones climáticas a nivel global que los acompañan.

### Agradecimientos

Los autores manifiestan su reconocimiento al Sr. Helfried Senekowitsh por la información y fotografías proporcionadas, así como al Ing. Rodolfo Rodríguez por la amplia colaboración prestada.

## Referencias citadas

- ENFIELD, D.B., 1989 - El Niño, Past and Present. *Reviews of Geophysics*, 27: 159-187.
- MUGICA, R., 1984 - Departamento de Piura rainfall in 1983. *Tropical Ocean Atmosphere Newsletter*, 28: 7.
- ORTLIEB, L., MACHARÉ, J., FOURNIER, M. & WOODMAN, R., 1989 - La secuencia de cordones litorales de Colán, Piura: Un registro del Fenómeno 'El Niño' en el Holoceno Superior. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, Vol. 80: 107-121.
- RICHARDSON, J.B., 1983 - The Chira beach ridges, sea level change, and the origins of maritime economics on the Peruvian coast. *Annals of Carnegie Museum*, 52: 265-275.
- RICHARDSON, J.B. & MCCONAUGHEY, M.A., 1987 - The Holocene beach ridges of the Chira and Piura rivers, northwestern Perú. Sea level tectonics and El Niño, 51st Annual Meeting of Society of American Anthropology, Toronto, 1987.
- SANDWEISS, D.H., 1986 - The beach ridges at Santa, Perú: El Niño uplift and prehistory. *Geoarcheology*, 1: 17-28.
- WOODMAN, R. & POLIA, M., 1974 - Evidencias arqueológicas del levantamiento continental al norte del Perú en los últimos 4 mil años. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima*, 43: 63-66.
- WOODMAN, R., 1985 - Recurrencia del Fenómeno 'El Niño' con intensidad comparable a la del Niño 1982-1983. in: *Ciencia, Tecnología y Agradación Ambiental: El Fenómeno El Niño*: 301-332, Lima: CONCYTEC.