

Particularidades de la dinámica de los sedimentos en las playas del E de la Ciudad de la Habana*

**Eliás RAMÍREZ CRUZ
y **Jorge FOYO HERRERA

RESUMEN. *En este artículo se presenta el comportamiento generalizado de la evolución de las playas del E de la Ciudad de La Habana, mediante el análisis de cuatro perfiles topográficos en las playas de Tarará, Santa María y Guanabo. La incidencia, en el período de investigación, de las fuertes precipitaciones de junio de 1982, y la entrada del mar en el mes de marzo de 1983, alteraron el comportamiento regular del perfil de playa, por lo que la evolución representada para este tramo de costa, está asociada a un período poco estable de la zona. A pesar de los fenómenos referidos anteriormente, se caracteriza la dinámica general de las playas que presentan un ciclo de acumulación en el verano y otro de erosión en invierno, con predominio de movimientos de sedimentos en dirección perpendicular a la costa, sobre el movimiento paralelo a la misma. El movimiento paralelo a la costa de los sedimentos presenta estabilidad en dirección W, asociado a los vientos predominantes del 1er cuadrante.*

INTRODUCCIÓN

Se ha comprobado que en la evolución de las playas intervienen diversos factores naturales y antrópicos que aceleran o frenan las variaciones cíclicas de las mismas, con consecuencia trágica para su conservación. Sólo con estudios detallados, en largos períodos, puede pronosticarse, en parte, la magnitud que alcanza la dinámica de una playa.

A partir del triunfo de la Revolución, se sistematiza en nuestro País el estudio de-

tallado de las costas y plataformas, mediante los convenios de colaboración soviético-cubanos. Dentro de estas investigaciones conjuntas, particular importancia ha adquirido, el estudio de los litorales, principalmente en las costas acumulativas,

*Manuscrito aprobado en marzo de 1986.

**Instituto de Oceanología de la Academia de Ciencias de Cuba.

con vistas a conocer los factores e intensidad de su deterioro.

El presente trabajo es el resultado de la continuidad de investigaciones costeras, en el cual se analizan las particularidades de la dinámica litoral en las playas del E,

así como la influencia de los fenómenos naturales y antrópicos en los diferentes sectores de playa, con influencia en una extensión de 11 km de costa acumulativa, desde la desembocadura del río Tarará hasta Rincón de Guanabo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la dinámica costera es usual apreciar los cambios morfológicos que sufre el perfil de playa, mediante controles topográficos sistemáticos en puntos escogidos por las características geólogo-geomorfológicas de la línea de costa.

En el área fueron seleccionados los puntos de control topográficos por las características de la zona de investigación, de manera que el estudio de las mismas abarcara el comportamiento más generalizado

de la franja costera acumulativa (Fig. 1). El análisis de la evolución de los 11 perfiles topográficos controlados en la playa, mostró que los cuatro perfiles escogidos son representativos de las distintas áreas de la playa.

Los controles topográficos de los perfiles de playa se realizaron mensualmente con el uso del teodolito THEO-20 y la mira directa de 4 m. En los puntos escogidos para los perfiles de medición topográfica,

PLAYAS DEL ESTE CIUDAD DE LA HABANA

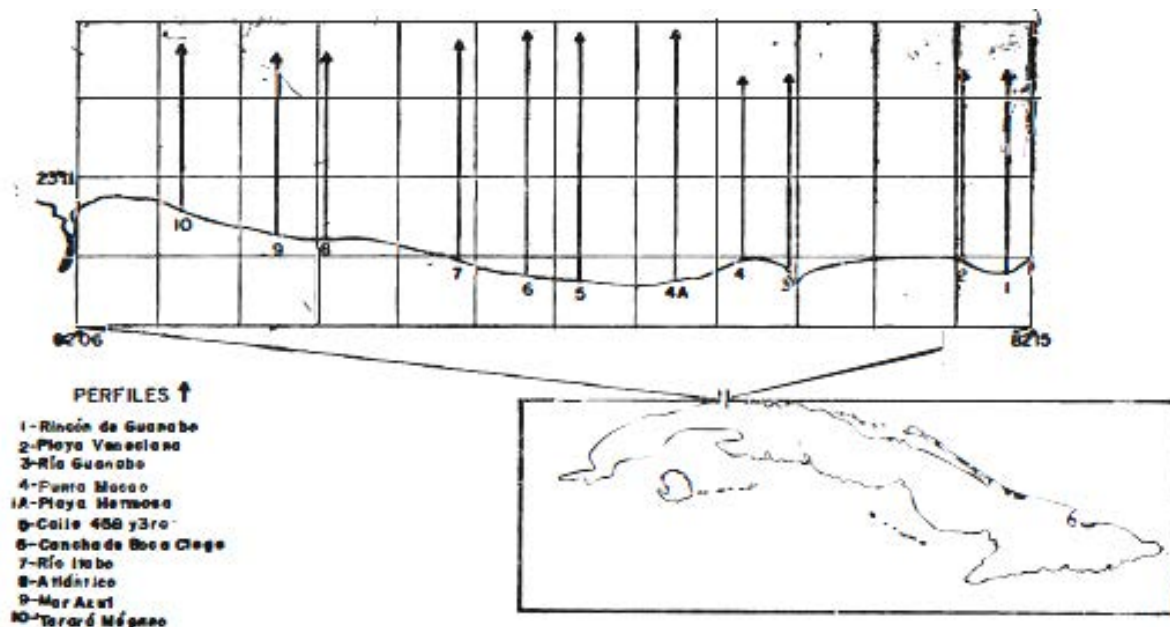


Fig. 1. Ubicación de la zona de investigación y perfiles topográficos.

se situaron monumentos enchapados de 10 × 25 cm, con 50 cm enterrados en la arena para garantizar su durabilidad y la exactitud de las mediciones.

El control de los cambios de la línea de costa y la evolución de los perfiles se registró también con fotografías mensuales, donde se reflejó la intensidad de los procesos en sectores de las playas para un año.

Se utilizó, como metodología de trabajo, la descripción de las características generales del perfil, conjuntamente con las mediciones topográficas, comparándose los

resultados obtenidos en el análisis de gabinete con las observaciones en el terreno.

Finalmente, se compararon los resultados del régimen de viento con las variaciones morfológicas de los perfiles mediante la aplicación del método de Petersen-Knapsa, citado por Yurkevich (1965) y Juanes *et al.* (1984).

Los datos de viento se obtuvieron mediante los registros meteorológicos de la estación ubicada en Casablanca, perteneciente al Instituto de Meteorología de la Academia de Ciencias de Cuba.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para valorar la dinámica de la zona de playa, mediante la variación que experimentan los perfiles topográficos escogidos como los más típicos del comportamiento general del litoral, es imprescindible, previamente, interrelacionar varios factores que necesariamente, en un análisis tan complejo como resulta el de la vida de la playa, se tomen en cuenta para valorar las migraciones en cada perfil en su justa medida.

Los factores a considerar en el análisis de la región estudiada son:

a) El ciclón Alberto y la entrada del mar con oleajes de hasta 4 m de altura, que alteraron lo que pudiera ser el ciclo esperado de la playa; erosión en el período invernal asociada a los frentes fríos que la azotan, y recuperación o acumulación en el verano. Este comportamiento que normalmente presentan las playas, ubicadas en dicho tramo de la costa N de Cuba por la orientación que presenta, aparece algo alterado en cuanto a la configuración morfológica de sus perfiles, lo cual refleja que los años estudiados en las playas del E de la Ciudad de La Habana corresponden a un período de poca estabilidad para

la zona, si se tiene en cuenta, que las precipitaciones de Junio de 1982 fueron de 29 mm diarios y la entrada del mar, en 1983, no se producía en la zona con esta intensidad, desde hace 30 años.

b) Dada las características geomorfológicas del lugar, donde aparecen ubicados algunos perfiles, las variaciones que muestran no corresponden al comportamiento más generalizado de la playa, poniendo de manifiesto la variación del perfil a corto plazo, al igual que se mostró en la playa de Varadero (Juanes, *et al.*, 1982).

c) El tercer factor considerado, es la influencia que ejerce el relieve colinoso costero en la evolución del perfil de la playa, con acentuada diferencia respecto a otros perfiles de playa abiertos y desprovistos de esta cobertura.

El análisis de los cuatro perfiles de playa escogidos como los representativos de la dinámica litoral, por las características de cada uno de ellos, evidencian, que a pesar de tener la línea de costa una orientación similar desde Tarará hasta Rincón de Guanabo, las variaciones de dichos perfiles están asociadas al régimen hidrodinámico de la región y a las características

geomorfológicas de cada zona en específico, mostrando que, además de la influencia principal, en el modelado del relieve que ejerce el oleaje en las direcciones *NW* y *N*, existen otros factores, como las precipitaciones que en zonas muy localizadas ejercen influencias marcadas en las modificaciones del perfil de playa.

A partir de los factores anteriores se analizaron, aisladamente, los perfiles de playa de mayor significación en la evolución general de la zona.

La evolución del perfil Atlántico, ubicado en Santa María del Mar, es representativo de los cambios experimentados por este sector de playa en los años 1981, 1982 y 1983 (Fig. 2).

En el último semestre del año 1981, aparecieron en el perfil de la playa características peculiares de erosión, como corresponde a estos meses invernales, con berma no bien definida y cóncavo hacia arriba; además, asociado al régimen hidrodinámico de la zona en estos meses, se observaron escarpes en el perfil, que aunque no son índices únicamente estacionales, reflejan el retroceso del perfil de la playa, en esta época.

El perfil experimentó aumento en los niveles de arena, a partir del mes de abril de 1982 y comenzó a adquirir la configuración típica de los meses de verano, alcanzando en junio de ese año niveles por encima de la acera construida sobre la duna con berma definida y pendiente suave.

El retroceso que experimentó el perfil en junio de 1982, con respecto a junio de ese mismo año, se debió a la influencia de las inundaciones en esta área.

El gráfico B, de la evolución del perfil Atlántico, muestra que el desarrollo del mismo para el año 1983 presenta niveles de arena muy inferiores a los del año anterior, lo cual ha estado condicionado por la mayor incidencia de la entrada del mar

con relación a las inundaciones (que no fueron de gran envergadura) en esta zona.

Al inicio del verano, generalmente en toda el área de playa de Santa María, se forma una barra de arena submarina bien definida, la cual se mueve con bastante rapidez, permitiendo la recuperación de la playa entre los meses de abril y agosto.

Existe, en general, según muestra la evolución de los perfiles mensuales, un comportamiento cíclico con cierta irregularidad por la incidencia, primero, de las inundaciones, y después, por la penetración del mar.

Se comprobó que esta área no fue la más afectada por las precipitaciones de junio de 1982, debido a la defensa natural de las dunas relativamente altas en la misma; no obstante, como las inundaciones produjeron considerables arrastres de volúmenes de arena en zonas muy cercanas, la playa entró en un proceso de balance natural de sedimentos que repercutió en su evolución.

El desarrollo del perfil, en el año 1983, muestra que los meses acumulativos de julio y agosto presentan un nivel muy por debajo al de estos mismos meses del año 1982, así como que su configuración no es la forma acumulativa normal del período, manifestando el intenso efecto erosivo de la entrada del mar en el mes de marzo de 1983, con escarpes en zonas contiguas al perfil del orden de los 2 m.

El efecto de las intensas precipitaciones y la entrada del mar en la playa, nos conduce a afirmar que los registros mensuales que se analizaron, tanto para el período de verano, como para el de invierno, no son los que se esperan del comportamiento cíclico de la playa. No obstante, estos mismos fenómenos sí permiten afirmar que, en general, la playa tiene un comportamiento estable y su etapa de recuperación es rápida.

El perfil Mar Azul (Fig. 2) situado a unos 500 m al W del perfil Atlántico, mantiene las características morfológicas de desarrollo ya apuntadas para este último. Obsérvese que el mes de julio de 1983 mantuvo un desarrollo similar en ambos perfiles, y de igual forma se comportó la evo-

lución, para ambas áreas, en el mes de agosto de 1982. Así mismo, se manifiesta en los meses sucesivos, con erosión marcada en el mes de mayo, por el efecto de la entrada del mar.

Resulta significativo para el área, el desarrollo cíclico de los perfiles de playa, con

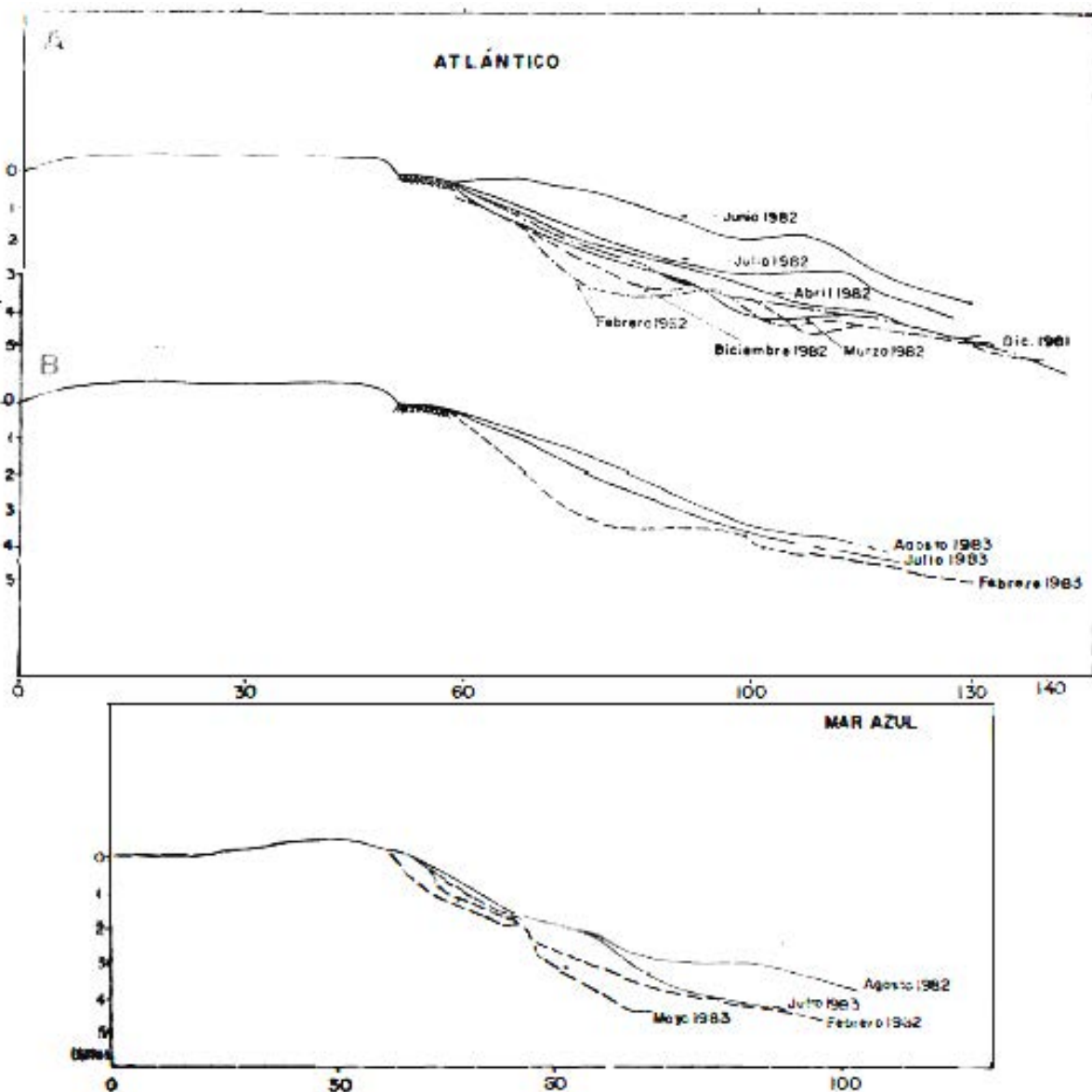


Fig. 2. Evolución de los perfiles Atlántico y Mar Azul. A, en el año 1982, y en diciembre de 1981. B, disminución de los niveles de arena en el año 1983.

acumulación en los meses de verano, y erosión en los de invierno, lo cual está en correspondencia con la orientación de la línea de costa y la dirección del oleaje predominante.

La similitud en la evolución de estos dos perfiles (Mar Azul y Atlántico), responden a las características homogéneas del tramo de costa, con dunas relativamente altas, pendientes submarinas suaves, y terraza submarina elevada sobre los 10 m del fondo, lo cual favorece al régimen hidrodinámico, que en última instancia es el que determina la configuración del perfil de playa.

Los perfiles en las playas de Santa María y Guanabo revelan las variaciones morfológicas que sufren las mismas y su dependencia, ya probada en otras partes del mundo y en nuestro País, de factores tales como el oleaje, las mareas, las características morfológicas del fondo y la configuración de la línea de costa, factores que actúan en estrecha interrelación y que, en determinadas ocasiones, por elementos naturales o antrópicos, sufren alteraciones que crean diferencias marcadas en las playas en cortos períodos y, a veces, en localidades cercanas con aparente similitud.

Los perfiles del Atlántico y Mar Azul revelan, en su parte superior, estabilidad en el perfil, confirmando a lo largo de los dos años de investigación, que no se producen alteraciones morfológicas debido a la siembra de casuarinas, las cuales impiden el desarrollo o aporte del material suelto por procesos eólicos, hacia esta parte de la post-playa.

La recuperación rápida de la duna al W del río Itabo, y la presencia de sedimentos transportados por el viento, después de la tala de las casuarinas, evidencian claramente el efecto perjudicial de ésta a la conservación y desarrollo de la playa.

El perfil del Mégano presenta un comportamiento irregular caracterizado por la inestabilidad en su morfología, que se distingue por escarpes, bien definidos casi todos los meses, y una pendiente pronunciada hacia el mar, excepto en el mes de noviembre de 1981 (Fig. 3, arriba).

Como se observa en la Fig. 3A, los dos escarpes aparecen, en ocasiones, distanciados hasta 50 m, y otras veces continuos, y en muy pocos meses aplanados con una berma bien definida, manteniendo la agudeza de la pendiente hacia el mar; tal manifestación se observa en junio de 1981.

Longinov (1973) planteó, sobre los estudios de la dinámica costera, que si la filtración permaneciera constante, las partículas mayores deben formar menos pendientes que las menores. El hecho de que el caso inverso sea lo corriente en la naturaleza, demuestra la importancia que tiene el factor filtración. En este perfil se cumple, lo que la práctica ha demostrado, es decir, que la pendiente es mayor que la de los demás perfiles de playa, por el grano grueso de los sedimentos predominantes.

La confección de la carta batimétrica de la región, con los datos del perfilaje sísmico, pone de manifiesto que el perfil se encuentra en la zona menos protegida por la estrechez y configuración de la plataforma. Su dinámica, además de las características granulométricas, se asemeja a la evolución del perfil de La Conchita, ubicado también hacia el extremo W de la Península de Hicacos (Juanes, *et al.*, 1981), donde se reduce el ancho de la plataforma submarina, evidenciando la fuerte incidencia de los factores geomorfológicos en la configuración del perfil de playa.

Fue en junio de 1982 cuando se produjeron las mayores alteraciones en la morfología del perfil, por el efecto de las inundaciones en el área. Estas alteraciones en

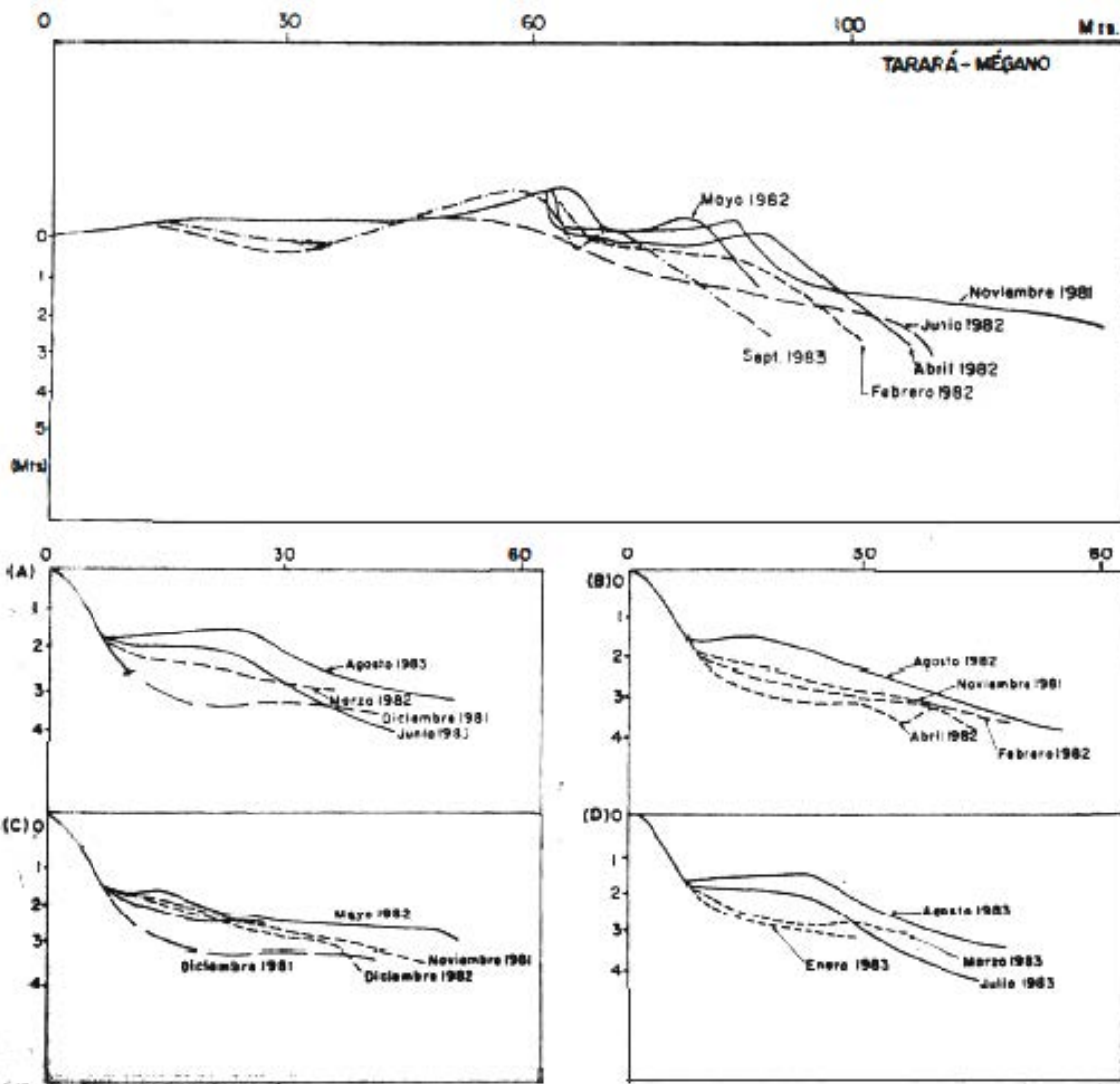


Fig. 3. Evolución de los perfiles Tarará-Mégano y Punta-Macao. A, evolución más significativa del perfil en los años 1982 y 1983, y en diciembre de 1981. B, en el año 1982 y en noviembre de 1981. C, crecimiento del perfil a partir de diciembre de 1981. D, comportamiento del perfil en el año 1983.

el perfil de equilibrio, se observaron hasta el mes de septiembre de 1983, por lo que el déficit de sedimentos se mantuvo hasta bien avanzado el período invernal de este año.

Las variaciones mayores en la evolución del perfil, aparecen hacia la parte más

avanzada de la anteplaya, sobre la berma, provocando la inestabilidad de ésta, donde regularmente se forma un segundo es-carpe.

En este perfil, así como en los de la calle 458 y 3ra, en el Río Itabo, en la Concha del Mégano, en el W del Río Guanabo y

en la Playa Hermosa, se comprobó el efecto perjudicial de las fuertes lluvias de junio de 1982, y se conoció que en las playas del E, las precipitaciones desempeñan un papel importante en las zonas más bajas de la franja costera, condicionado esto, por la ausencia de una red de drenaje pluvial que provocan las inundaciones.

El perfil de Punta Macao (Fig. 3B) ubicado en la playa de Guanabo, además de presentar las características de desarrollo cíclico de la playa, asociada a un período de acumulación, en la etapa de verano, y a uno de erosión en invierno, es objeto de discusión por la intensa variación que experimentan los niveles de arena de la misma.

En la Fig. 3A se observa que el espesor de arena entre el mes de agosto de 1983, uno de los de mayor acumulación en el período estudiado, y el de diciembre de 1981, fue de 2 m.

En la Fig. 3C se muestra cómo a partir del mes de mayo de 1982 el perfil experimenta un desarrollo creciente, con acumulación marcada, que alcanza niveles superiores a los meses invernales de noviembre y diciembre de 1981 y 1982.

La intensidad, en la dinámica general del perfil, se muestra mediante registros fotográficos a las estacas de control situadas a 15 m del perfil.

Las variaciones del perfil en 1983 (Fig. 3D), se comportan bastante similar a 1982, con desarrollo en los meses de verano, berma bien definida y pendiente suave que se extiende hacia el mar, propio de los períodos de calma.

El comportamiento del perfil, en el año 1983, se refleja con mayor claridad en las fotografías de marzo y agosto, que muestran los cambios intensos del sector con acumulación superior a 1,20 m, cubriendo totalmente las estacas, que en marzo apa-

recen aflorando en la playa, con ausencia total de arena.

El gráfico de la Fig. 4 muestra el resultado de mediciones simultáneas con el perfil topográfico en la estaca mencionada. En ella se recogen las mediciones para el período de diciembre a agosto en 1981-1982 y 1982-1983. La comparación de estos períodos de observación, al igual que el registro fotográfico, ponen de manifiesto que las variaciones bruscas de este sector de playa son estables, y que las mayores pérdidas de arena se producen en los meses de invierno, asociadas a la entrada de los frentes fríos, así como que las mayores acumulaciones aparecen relacionadas a las condiciones más pacíficas del verano.

En esta figura se refleja, además, la intensa acumulación que se produce a partir de mayo, que cubre totalmente las estacas en los meses de junio, julio y agosto, en ambos períodos de observación. El mes de febrero tiene un comportamiento no usual para la época, en el primer período.

Asumimos que el intenso transporte de sedimentos que se observa en dicha área, está estrechamente ligado a la incidencia del régimen hidrodinámico y a las características geomorfológicas del sector.

En primer lugar, cuando se produce el período de calma del verano, el oleaje es muy débil y tiene una dirección *NNE*, lo cual favorece que el material arenoso que arriba a la costa quede atrapado por el promontorio de Punta Macao, y en segundo lugar, la intensa erosión del invierno aparece asociada al fuerte oleaje que llega a la costa con una componente *N* y *NW*, favorecida por la orientación que presenta Punta Macao y la incidencia, casi vertical, del tren de olas en la costa.

Otros elementos que favorecen la erosión en el sector son las construcciones costeras sobre la duna, las cuales interrumpen

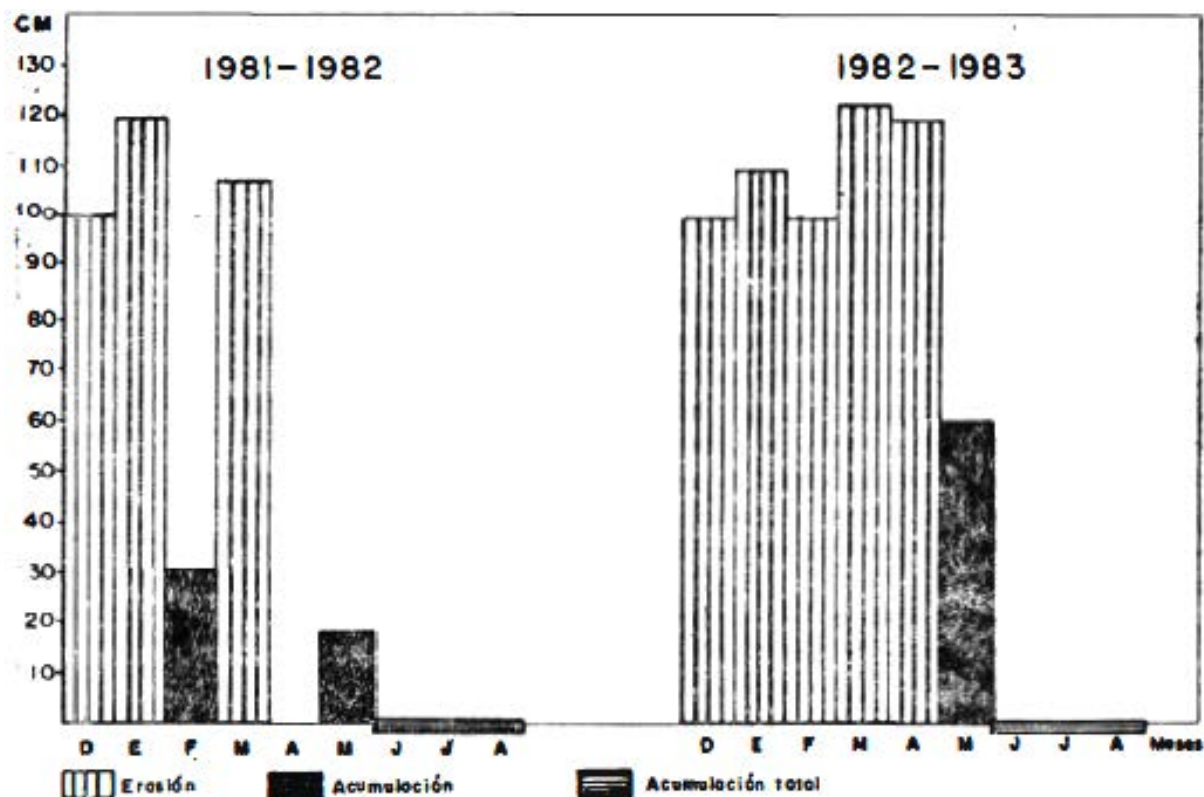


Fig. 4. Mediciones de la estaca de control de Punta Macao.

el proceso normal de intercambio que debía producirse entre las diferentes partes del perfil.

De manera que se detecta, una vez más, como ya se afirmó en las investigaciones de la Península de Hicacos (Juanes *et al.*, 1985) y, como aparece en la bibliografía sobre este particular, que las construcciones costeras tienen un efecto negativo para la conservación de las playas.

En la dinámica general de las costas resulta de importancia conocer la magnitud, dirección e intensidad de los procesos de transporte de los sedimentos, normal y paralelo, al litoral. Para explicar la influencia del viento sobre la zona costera se utilizó el método de Petersen-Knapsa.

La Fig. 5 muestra los porcentajes de frecuencia de viento en las direcciones de

trabajo que tienen incidencia en el movimiento de sedimentos para el año 1982 en las playas del E, y se revela que existe marcado predominio de los vientos provenientes del 1er cuadrante (72%), sobre los del cuarto cuadrante (3,5%).

En la figura referida se destaca la frecuencia de velocidad de 5 a 9 m/s, fundamentalmente en el 1er cuadrante, de gran importancia por el efecto que tiene en el movimiento de sedimentos.

Cuando se comparan los resultados del efecto del viento con la morfología de los perfiles topográficos registrados en las playas, se observa la estrecha relación existente entre la dinámica del perfil y el efecto del viento, favoreciendo la acumulación en los meses de verano, y provocando erosión en los de invierno.

Año 1982)

Santa María

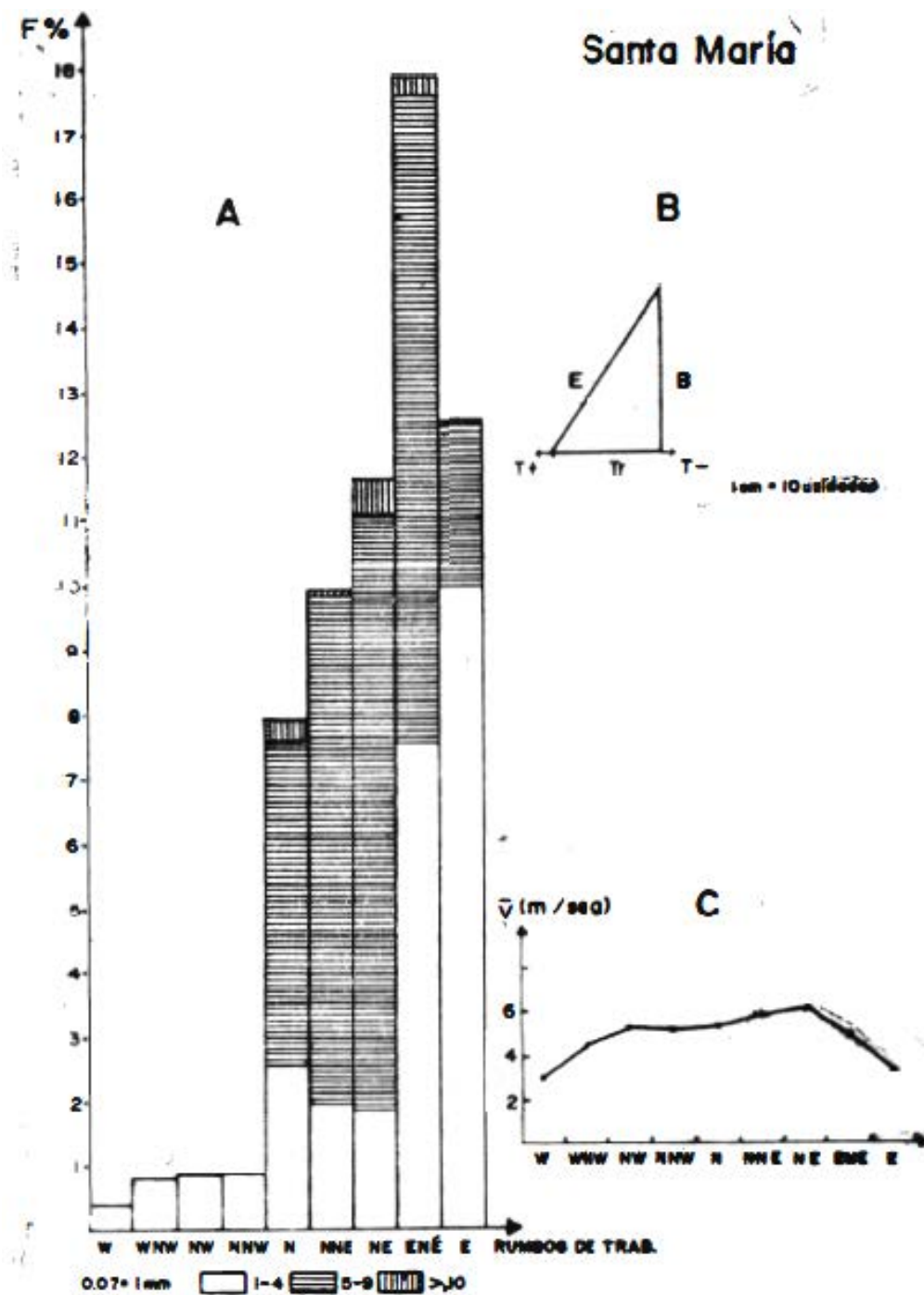


Fig. 5. Resultado del análisis del efecto del viento por el método Petersen-Knapsa (1982).

Del análisis de la Fig. 5 se desprende que en las playas del *E* existió una tendencia mayor de arrastre, cuando el viento provino del 1er cuadrante por la alta frecuencia de ocurrencia de esa dirección.

La tendencia hacia el *W*, que presenta la playa, explica la fuerte acumulación que aparece en el perfil de Punta Macao, en los meses de verano, favorecida por el promontorio de ésta, así como la intensa acumulación que se origina hacia la zona del Mégano y Tarará.

El análisis global de la incidencia del viento en las playas del *E* mediante los índices matemáticos *B*, T^+ , T^- , *A*, *I* (Yurkevich, 1965; Juanes *et al.*, 1985), ponen de manifiesto que el valor de los índices *B* y T_r revelan la tendencia de un mayor

arrastre de sedimentos normal a la línea de costa sobre el movimiento paralelo a la misma.

Los índices de energía paralelos a la costa (T^+ y T^-) manifiestan por el alto valor de T^+ , que la resultante T_r , tenga una componente hacia el *W*, lo que condiciona la tendencia general en el movimiento de sedimentos hacia esta dirección.

El resultado de la suma de los valores absolutos T^+ y T^- dados por $A = 31,12$ revela la intensidad de los procesos de transporte de sedimentos, independientemente de su sentido, pues el valor de $I = 0,86$ reporta que el movimiento de sedimento ya apuntado hacia el *W*, tiene una componente estable.

CONCLUSIONES

Los factores meteorológicos de fuerte intensidad que afectaron a la playa en el período de investigaciones, sugieren no mostrar el comportamiento de los perfiles analizados como concluyentes de sus etapas de evolución, por la marcada diferencia morfológica que presenta, lo cual refleja que los años estudiados en las playas del *E* corresponden a un período poco estable de la zona; no obstante, en los períodos estacionales se observó el comportamiento cíclico del perfil de playa con acumulación en los meses tranquilos de verano, y erosión en los de invierno, cuando el oleaje es predominante en la dirección *N* y *NW*.

Se comprobó que en condiciones normales la playa presenta un desarrollo acorde con el período estacional, con barras submarinas bien conformadas que favorecen la recuperación rápida de la playa en los

meses de verano, sobre todo, en el tramo entre Santa María y Boca Ciega.

En las playas del *E* de la Ciudad de La Habana, además de los factores que, teóricamente, intervienen en su ciclo de desarrollo, como en cualquier playa típica, aparecen las precipitaciones como un posible factor que favorecido por las características físico-geográficas en la zona, juegan un papel considerable en áreas muy localizadas como Tarará, Mégano y Guanabo, afectando en condiciones normales de lluvia, la morfología de estas playas, debido a la ausencia de una red pluvial que encauce las fuertes corrientes que de ella se deriva.

El predominio de la frecuencia de vientos del 1er cuadrante condiciona la tendencia en el arrastre del material suelto de la playa, con estabilidad hacia el *W*.

RECOMENDACIONES

De los resultados alcanzados se sugiere la necesidad de la realización de un estudio para la construcción de una red pluvial que beneficie la zona litoral de la playa y las instalaciones turísticas y urbanas, fundamentalmente, en el área de Boca Ciega.

Se recomienda que las construcciones

que se proyecten sobre el área deben estar alejadas, prudencialmente, de la duna costera, y en caso que exista necesidad de disminuir la distancia, se estudien las particularidades de la zona, y continuar, en la medida posible, de eliminar las construcciones sobre la duna.

REFERENCIAS

- Juanes, J. L., E. Ramírez, y V. Medvedev (1986): Dinámica de los sedimentos en la Península de Hicacos. I. Variaciones morfológicas del perfil de playa. *Rev. Cien. Tierra Espacio*, 10: 69-84.
- (1985): Dinámica de los sedimentos en la Península de Hicacos. II. Efecto de las olas de viento a la zona costera. *Rev. Ciencia Tierra Espacio*.
- Longinov, V. V. (1973): *Esbozo litodinámico de los sedimentos [en ruso]*. Editorial Nauka, Moscú.
- Yurkevich, M. G. (1965): Análisis para el estudio del relieve en las zonas litorales junto a diferentes regímenes de oleaje. En *Procesos de desarrollo y métodos de investigación de las zonas marinas litorales [en ruso]*. Editorial Nauka, 32 pp.

Ciencias de la Tierra y del Espacio, 14, 1987

PARTICULARITIES OF SEDIMENTS' DYNAMICS IN THE BEACHES AT THE E OF HAVANA CITY

Elías RAMÍREZ CRUZ
and Jorge FOYO HERRERA

ABSTRACT. *In this paper, it is presented the generalized conduct of the development of beaches at E of Havana City by means of the analysis of four topographic profiles in the Tarará, Santa María and Guanabo beaches. Incidence in the investigation period of the strong rainings of June 1982 and the entry of the sea in March 1983, altered the regular conduct of the beach's profile, wherefore the development represented for this coastal space is associated to a few stable period of the zone. In spite of the earlier referred phenomena, it is characterized the general dynamics of beaches presenting a cycle of accumulation in summer and of erosion in winter, with predominant movements of sediments in a course perpendicular to shore over the movement parallel to it. The sediments' movement parallel to shore, presents stability towards the W, associated to predominant winds of the first quadrant.*