

# Diagramas de corrientes en playas (\*)

Por JESUS MARTINEZ

Doctor en Ciencias Geológicas  
Centro Universitario Superior de Ciencias del Mar.  
Las Palmas, España.

*Hay una estrecha relación entre la dinámica oceanográfica y los procesos sedimentarios. Por ello resulta imprescindible el estudio de las corrientes en playas, para comprender las peculiaridades y cambios en determinados depósitos costeros (en los depósitos de arenas).*

*Una vez definidas las corrientes de playa (onshore currents), inducidas principalmente por el oleaje, se clasifican y denominan y se describen sus rasgos más característicos, además de analizar las causas que las motivan.*

*Entre la zona de rompientes y la orilla, se establecen, aparte de rip currents, tres tipos de corrientes: inshore currents, offshore currents y longshore currents.*

*Se justifica y desarrolla una metodología, en función de la distribución del parámetro granulométrico  $Q_2$ , para identificar las anteriores corrientes.*

*De acuerdo con las longshore currents y las dependencias de las mismas, sobre todo con el régimen de oleaje direccional, se propone una clasificación y nomenclatura de diagramas de corrientes en playas.*

*Con el seguimiento sistemático de una serie de playas grancañarias, durante ciclos anuales, se obtienen estimaciones de balances sedimentarios y medidas de valores granulométricos, que permiten el diseño de diagramas de corrientes en playas. Estos diagramas y sus evoluciones, se interpretan según el esquema propuesto.*

## INTERES DEL ESTUDIO DE LAS CORRIENTES EN PLAYAS

Existe una estrecha relación entre la dinámica oceanográfica y los procesos de sedimentación. Para Del Moral (1980), las corrientes son las que originan y regulan, en su mayor parte, el movimiento de los sedimentos costeros. Las evoluciones de los depósitos serán las respuestas de las fluctuaciones energéticas de esas corrientes. De ahí la necesidad de abordar el análisis de las corrientes, y el diseño de sus modelos, en las playas, para comprender los cambios en los depósitos de sedimentos en el litoral.

(\*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de enero de 1987.

## CONCEPTO DE CORRIENTES. LOS DIAGRAMAS DE CORRIENTES, INDUCIDAS POR EL OLAJE, EN LAS PLAYAS

Del Moral (1980) define a las corrientes como «movimientos, generalmente no periódicos, de masas de agua del mar, que pueden tener lugar en distintas capas a diferentes profundidades o bien entre ellas».

Los parámetros principales que miden las características de una corriente son:

- El sentido, que indica el lugar hacia donde se dirige.
- La deriva o velocidad diaria.

En una playa, entre la zona de rompientes y la orilla, se forman un conjunto de corrientes,

principalmente inducidas por el oleaje. Un diagrama de corrientes consiste en una representación gráfica de las mismas, para unas circunstancias determinadas.

### CLASIFICACION Y NOMENCLATURA DE LAS CORRIENTES DE PLAYA

Se entiende por corrientes de playa (onshore currents) las inducidas por el oleaje, en o una vez rebasada la zona de rompientes. Estas se clasifican en:

- Inshore currents.
- Offshore currents.
- Longshore currents.

Las corrientes tipo «inshore currents» definen el movimiento del agua, desde la zona de rompientes a la orilla (proto-corrientes de aproximación).

Las corrientes tipo «offshore currents» (resaca) corresponden al flujo difuso de retorno del agua, desde la orilla a la zona de rompientes, según la línea de máxima pendiente del estrán, próximo al fondo y a lo largo de casi toda la longitud de la playa. El movimiento desaparece en la zona de rompientes. Están motivadas por la necesidad de evacuación del volumen del agua sobrante, que ha sido empujado y acumulado contra la orilla.

Las longshore currents (corrientes laterales) son aquéllas que desplazan una masa de agua de mar canalizada, entre la zona de rompientes y la orilla. Para Del Moral (1980), los principales transportes de sedimentos en las playas se deben a estas corrientes.

Un caso particular de longshore currents sería la corriente condicionada por singularidades dinámicas. Entonces recibe el nombre de «shelter current», de acuerdo con Bores (1978).

Las longshore currents adquieren el calificativo de alimentadoras (feeder currents), si aportan materiales a las rip currents. Ejemplo: feeder longshore currents

Las causas de las longshore currents están:

1. En los gradientes de sobre elevación del nivel del mar, que se crean en la zona de rompientes (surf o break zone) y entre ésta y la orilla (trough).

La sobre elevación del nivel del mar representa la transformación de parte de la energía cinética en energía potencial, en los procesos de rotura de las olas (Bores, 1978).

Aunque estas corrientes tienen componentes de formación a lo largo de todo su recorrido, se inician en zonas puntuales de la playa, en los puntos más altos que definen los gradientes de sobre elevación.

Las longshore currents por sobre elevación, y el transporte de sedimentos por las mismas, se encuentran descritas, entre otros, por Shepard (1967), Bores (1974-1978), Del Moral (1980) y Rice (1983). Para Bores (1978) la magnitud del transporte depende del gradiente de sobre elevación, de la granulometría y de las características geométricas de la playa:

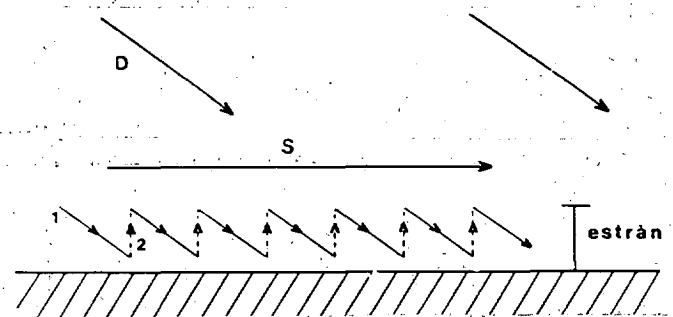
$$Q_s = Q (V_s, l, i, \phi, D)$$

siendo:

- $V_s$  = Gradiente de sobre elevación.
- $l$  = Anchura de la playa.
- $i$  = Pendiente de la playa.
- $\phi$  = Diámetro predominante de los sedimentos.
- $D$  = Parámetro morfológico del fondo sedimentario.

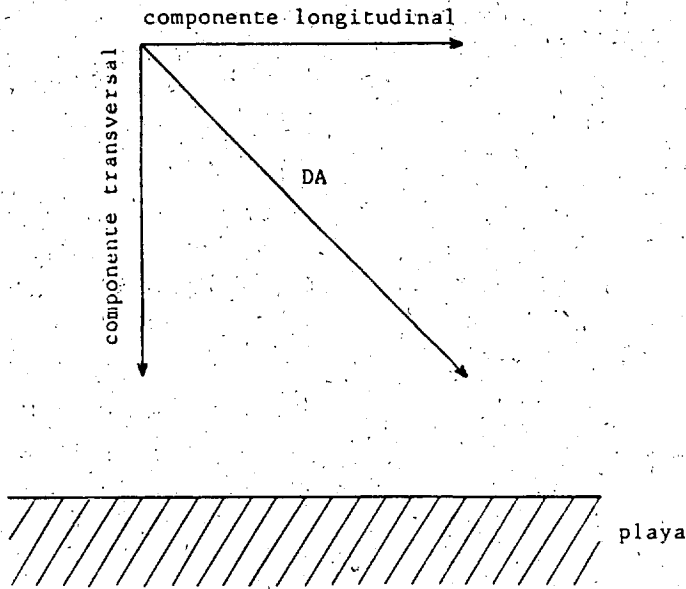
2. En la integración de proto-corrientes en zig-zag, por las roturas de las olas: avances según la dirección de la incidencia (inshore currents), y retrocesos según la dirección de la máxima pendiente del estrán (offshore currents). La figura 1 describe este proceso.

La integración de las proto-corrientes sería



- D = dirección de la incidencia.
- S = sentido de las proto - corrientes integradas.
- 1 = inshore currents.
- 2 = offshore currents.

Figura 1.—Longshore currents por integración de proto-corrientes en zig-zag.



DA = dirección de aproximación del oleaje

Figura 2.—Componentes de la dirección de aproximación del oleaje.

una respuesta a la componente longitudinal de la dirección de aproximación del oleaje (Fig. 2).

Hay una serie de fórmulas empíricas para evaluar la velocidad de las corrientes laterales en las playas. Esta velocidad depende básicamente del oleaje (altura y período de la ola y ángulo de incidencia), aunque intervienen otras variables, como es la pendiente de la playa. De todas las fórmulas, una de las más conocidas se debe a Inman (1952), que toma la expresión:

$$V = \left[ \left( \frac{1}{4x^2} + y \right)^{0.5} - \frac{1}{2x} \right]^2 \quad [1]$$

en donde:

- V = velocidad de la corriente (pies/seg.).
- x = distancia al fondo, y.
- y =  $C_b - \text{Sen } a$ .

siendo:

- $C_b$  = velocidad de la ola rota (pies/seg) =  $\sqrt{2.28 g H_b}$ .
- $H_b$  = altura de la ola en rotura (pies).
- a = ángulo entre la línea de rotura y la orilla

Se demuestra que la velocidad no se mantiene constante a lo ancho del estrán, sino que

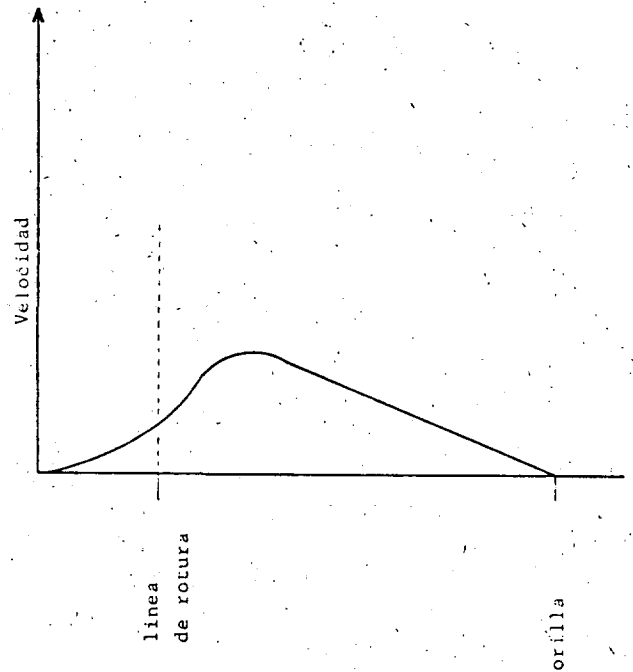


Figura 3.—Distribución de las velocidades de las corrientes laterales en playas, recogida por Del Moral (1980).

decrece hacia la orilla, después de alcanzar un máximo en las proximidades de la línea de rotura, de acuerdo con la figura 3, recogida por Del Moral (1980).

Por otra parte,

$$V = (108,3 H_b \cdot i \cos a) / T \quad [2]$$

en donde:

- i = tangente de la pendiente de la playa.
- T = período del oleaje.

Si se igualan las ecuaciones [1] y [2], se obtiene que:

$$\begin{aligned} (108,3 H_b \cdot i \cos a) / T &= \\ &= \left[ \left( \frac{1}{4x^2} + y \right)^{0.5} - \frac{1}{2x} \right]^2 \end{aligned} \quad [3]$$

En general, una playa de arena forma un sistema dinámico, que tiende a un equilibrio, entre la energía del oleaje, la pendiente topográfica y los valores granulométricos. Las energías del oleaje condicionan, por otro lado, las energías de las corrientes que se desarrollan en una playa.

El anterior equilibrio se define en ecuaciones muy elaboradas, algunas de las cuales están re-

cogidas por Sunamura (1984):

$$\text{tag } a = \frac{0,013}{(H_b / g^{0,5} D^{0,5} T)^2} + 0,15 \text{ (con datos de laboratorio)}$$

$$\text{tag } a = \frac{0,12}{(H_b / g^{0,5} D^{0,5} T)^{0,5}} \text{ (con datos de campo)}$$

y

$$\text{tag } a = 0,25 \left( \frac{D}{H_o} \right)^{0,25} \left( \frac{H_o}{L_o} \right)^{-0,15}$$

en donde:

- H<sub>o</sub> = Altura del oleaje en alta mar.
- H<sub>b</sub> = Altura del oleaje en la rompiente.
- L<sub>o</sub> = Longitud del oleaje en alta mar.
- T = Período del oleaje.
- D = Tamaño de grano del sedimento.
- g = Aceleración de la gravedad.
- a = Pendiente de la playa.

De acuerdo con criterios de sobre elevación, y si se considera, además, los impulsos del la componente longitudinal de la dirección de aproximación del oleaje, los inicios y sentidos de las longshore currents permiten describir distintos modelos de diagramas de corrientes en playas:

**a) En una playa rectilínea, sin singularidades dinámicas.**

Si un fondo somero tiene una topografía de valles y umbrales, las olas suelen presentar frentes sinuosos. Sobre los umbrales, los frentes del oleaje forman sinuosidades cóncavas hacia tierra, al quedar las olas frenadas. En esas circunstancias, se dan convergencias en las direcciones de aproximación (energías), que determinan incrementos en las alturas de las olas, con unas consecuentes mayores sobre elevaciones en las zonas de rompientes y en el trough, y en relación con los sectores de playa colindantes. Los gradientes de sobre elevación del nivel del mar favorecen, desde los puntos más altos, el inicio de las corrientes laterales de playa.

En estas playas, una alternativa de longshore currents, por umbrales y valles del fondo somero, sería el desarrollo de una única longshore

currents (de sentido constante), inducida fundamentalmente por la componente longitudinal de la dirección de aproximación del oleaje. La corriente se encontraría fragmentada por rip currents (reales o potenciales) o por proto rip currents.

**b) En una playa en caleta, con el eje oblicuo a la dirección de aproximación del oleaje, y sin singularidades dinámicas.**

1. En el margen abierto a la dirección de aproximación del oleaje, las olas tienen más energías (alturas), que en el resto de la playa, en donde estarían refractadas, con las consecuentes pérdidas de energías. Con ello, se establece un gradiente de sobre elevación, que favorece el inicio de corrientes laterales de playa hacia el margen protegido.

2. En el margen resguardado, también sería factible el inicio de corrientes laterales, cuando concurren dos circunstancias básicas:

- Que se den depósitos submareales protegidos (Flor, 1978), que pueden llegar hasta la zona del estrán. Estos depósitos actúan de umbral, lo que a su vez implica una convergencia de las direcciones de aproximación de las olas.
- Que las olas refractadas conserven las suficientes energías para crear, sobre el umbral, una mayor sobre elevación respecto a la zona colindante subcentral (que haya otro gradiente de sobre elevación).

3. Si la dirección de aproximación del oleaje es, más o menos, paralela a la orientación de uno de los márgenes de la caleta, cabe la posibilidad de que se desarrolle una corriente lateral, de un solo sentido, fragmentada o no, a lo largo de la orilla.

**c) En una playa en caleta, con eje paralelo a la dirección del oleaje, y sin singularidades dinámicas.**

Mientras la zona central de la playa está abatida por olas sin refractar, los márgenes reciben olas relativamente refractadas (menos energéticas). Así se crea un gradiente positivo de sobre elevación respecto a los márgenes, hacia donde se dirigen corrientes laterales.

## DIAGRAMAS DE CORRIENTES EN PLAYAS

Por otro lado, los márgenes, al tener unos abatimientos menos energéticos, pueden permitir el desarrollo de depósitos submareales protegidos, que actúan de umbrales. Si sobre esos umbrales llega un oleaje suficientemente energético, se produce aquí mayores sobreelevaciones que en los sectores subcentrales colindantes. Esto determina nuevos gradientes de sobreelevación y, con ello, la posibilidad de que se formen otras corrientes laterales, desde esos márgenes hacia los sectores subcentrales.

Este último modelo podría estar relacionado con las células cerradas de circulación de corrientes, en la zona de rompientes, para los ca-

sos de incidencia casi normal del oleaje. Estas células han sido investigadas por Sonu (1972) y Nakamura (1976).

d) **En una playa con singularidades dinámicas.**

Las corrientes laterales se inician y condicionan por las singularidades dinámicas presentes en la playa, de origen morfológico o por obras marítimas (Bores, 1978).

Como se ha visto, las corrientes de playa vienen condicionadas por la intensidad y dirección de las olas (Tejedor, 1977). Luego resulta lógi-

CUADRO 1

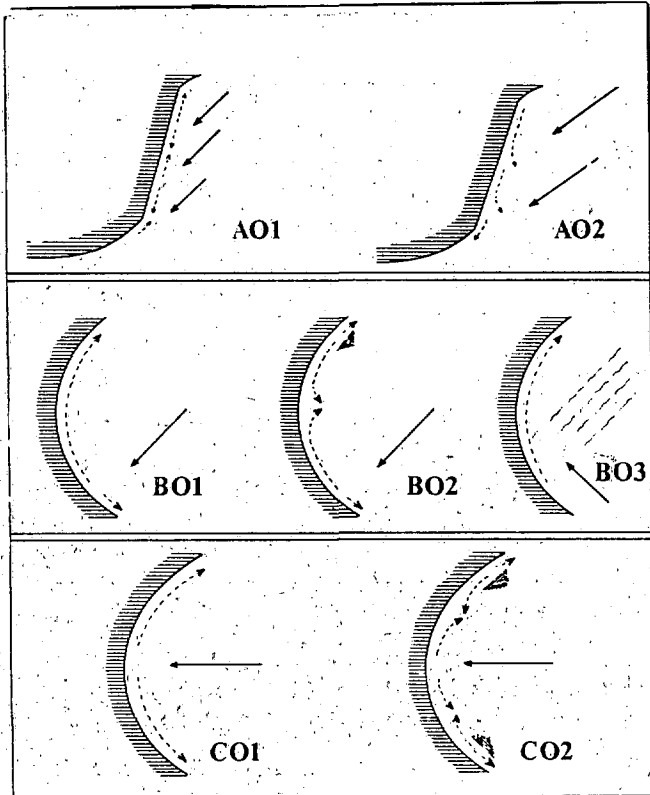
### PROPUESTA DE CLASIFICACION Y NOMENCLATURA PARA UN SISTEMA DE MODELOS DE DIAGRAMAS DE CORRIENTES EN FUNCION DE LONGSHORE CURRENTS

TIPO	Morfología de la playa y orientación de ésta respecto al oleaje	SUBTIPO	Singularidades dinámicas	CLASE	CARACTERISTICAS	Simbología de la playa
A	Rectilínea	0	Ausentes	1	Longshore currents por umbrales y valles del fondo.	A01
				2	Incidencia oblicua del oleaje. Longshore current fragmentada y de sentido constante.	A02
		d	Presentes		De acuerdo con las singularidades dinámicas.	Ad
B	En caleta, con eje oblicuo a la dirección de aproximación del oleaje	0	Ausentes	1	Desarrollo de una sola corriente lateral, desde el margen enfrentado al oleaje.	B01
				2	Dos corrientes laterales: una desde el margen enfrentado al oleaje y otra desde el margen resguardado.	B01
				3	Dirección de aproximación del oleaje paralela a uno de los márgenes. Longshore current, fragmentada o no, a lo largo de la orilla y hacia el margen no paralelo.	B03
		d	Presentes		De acuerdo con las singularidades dinámicas.	Bd
C	En caleta, con eje paralelo a la dirección de aproximación del oleaje.	0	Ausentes	1	Sin efecto umbral en los márgenes. Dos longshore currents desde la zona central.	C01
				2	Con efecto umbral en los márgenes. Inicio de longshore currents desde la zona central y desde los márgenes.	CO2
		d	Presentes		De acuerdo con las singularidades dinámicas.	Cd

## DIAGRAMAS DE CORRIENTES EN PLAYAS

CUADRO 2

### ESQUEMAS PARA LA CLASIFICACION Y NOMENCLATURA DE LOS DIAGRAMAS DE CORRIENTES EN PLAYAS SIN SINGULARIDADES DINAMICAS



co que el régimen de oleaje direccional, es decir, la función de distribución (probabilidad de presentación/altura de las olas significantes en una cierta dirección) sea uno de los factores decisivos en la configuración geomorfológica (entiéndase la distribución de sedimentos) de la playa.

A partir de las longshore currents, se propone una clasificación y nomenclatura para los modelos de diagramas de corrientes en playas (Cuadros 1 y 2).

Diseños de diagramas de corrientes en playas, con distribuciones de longshore currents, análogas a las descritas, abundan en la bibliografía. Sirvan de ejemplos las siguientes referencias recientes:

1. Short (1985) para los modelos A01, A02, B02, B03.
2. U.S. Army (1950) para el modelo A01.
3. Dubois (1985) para el modelo A01.

4. Sonu (1972) y Nakamura y otros (1976) para el modelo C02.
5. Bores (1978) para los diagramas condicionados por singularidades dinámicas.

### Las rip currents

Las rip currents (corrientes de retorno) son unas corrientes perpendiculares a la costa, hacia mar adentro, que atraviesan la zona de rompientes, si es que no surgen aquí. Tienen unas características peculiares que, de acuerdo con las ideas del Department of the Army (1950) de Mackenzie (1958), de Shepard (1967) y de Del Moral (1980), se resumen de la siguiente manera:

1. Están motivadas, en general, por la necesidad de evacuación del exceso de agua del mar, que se acumula contra la costa.

2. Morfológicamente consisten en corrientes «en chorro concentrado» muy bien definidos, que terminan en expansiones. El penacho de disipación se denomina «cabeza de la corriente».

3. La formación y espaciado de las rip currents dependen de condicionantes topográficos, geomorfológicos, sedimentológicos y de oceanografía física:

- a) Topográficamente se forman en algunos puntos bajos de la costa.
- b) En las bahías normalmente se desarrollan en el centro de las mismas, siempre que haya unas condiciones físicas adecuadas.
- c) En playas rectilíneas de arena, el espaciado de las corrientes dependerá del estado del mar: Con las olas de tormenta se producen escasas corrientes, pero muy potentes, mientras que con olas más pequeñas, se originan numerosas corrientes, pero poco potentes.

4. En las playas, las corrientes de retorno se extienden desde la superficie al fondo, pero mar adentro sólo llegan a ser corrientes superficiales.

5. Inicialmente fluyen a lo largo de canales labrados por las mismas corrientes. A veces, los lados son muy abruptos. En bajamar, en la zona intermareal arenosa y en algunas circunstancias, se observan estos canales.

6. Las corrientes pueden alcanzar longitudes extremas de varios kilómetros. Las anchuras son variables (en decenas de metros) y se miden velocidades de hasta 2 ó 3 m/seg. Estas magnitudes dependen de los condicionantes de las corrientes.

7. Con frecuencia resulta fácil reconocer una rip currents, si tiene lugar en una playa arenosa. Por lo general, sobre la corriente, las olas no rompen tan activamente como en sus alrededores, debido a la mayor profundidad del agua. Por otra parte, pequeñas olas de corto período pueden romper más lejos. Además, las corrientes ponen en suspensión sedimentos, con los que se forman aguas turbias que se extienden a lo largo del curso de la corriente, en contraste con el agua más limpia a ambos lados.

Corrientes parecidas a las de retorno se localizan en inlets y a lo largo de los canales, que fragmentan a barras enfrentadas a la costa (corrientes de desagüe).

Las corrientes de retorno se clasifican, según Short (1985) en:

- a) Rip currents de erosión.
- b) Rip currents de acreción.

Las corrientes tipo «rip currents de erosión» son las que acompañan a los procesos de erosión de una playa.

Constituyen el principal mecanismo para el transporte de los sedimentos mar adentro (en condiciones extremas pueden depositarlos a más de un kilómetro).

Estas corrientes se inician en pleameres. Se encuentran ampliamente espaciadas en las playas. Se incrementan en tamaño e intensidad, aunque disminuyen en número, con el crecimiento de las olas. Sus persistencias, tanto en el espacio como en el tiempo, resultan altamente variables. Mantienen sus localizaciones solamente desde unas horas a un día, excepto cuando están controladas topográficamente. Desaparecen cuando la playa ha alcanzado una situación completa de erosión (playa disipativa en grado extremo).

Casos particulares de rip currents de erosión son las corrientes denominadas «mega rip currents de erosión». Se trata de corrientes a gran

escala, de más de un kilómetro de longitud, controladas topográficamente. Se encuentran alimentadas por longshore currents. Se relacionan con playas en situaciones completamente disipativas.

Las corrientes tipo «rip currents de acreción» se definen como aquéllas que acompañan normalmente a los procesos de acreción, en playas que suelen desarrollar barras.

Con frecuencia, estas corrientes siguen, en el tiempo, a las de erosión, y son más estrechas y menos intensas que aquéllas. Pueden quedar encajonadas con el crecimiento topográfico de la playa. Prevalecen relativamente, tanto en el espacio como en el tiempo, durante condiciones de olas estables o de decaimiento energético. Si se prolongan las condiciones favorables de un oleaje, las corrientes mantienen sus localizaciones desde varios días a semanas. Desaparecen en la marea baja, cuando sus canales se colmatan. Durante marea alta y con temporales, los rips currents se destruyen.

### METODOLOGIA PARA LA IDENTIFICACION DE DIAGRAMAS DE CORRIENTES EN PLAYA

Los valores granulométricos de muestra de arenas, de la zona intermareal, sirven de criterio para identificar corrientes, paralelas a la orilla y sus sentidos, que coinciden con los de las progresivas caídas de la velocidad.

Según el diagrama de Hjulström (1935), una progresiva disminución de velocidad en una corriente, implica un transporte y deposición de sedimentos, con diámetros cada vez más pequeños, en el sentido de avance.

Para aplicar el método, se precisa diseñar radiales en las playas en seguimiento, programar campañas de campo que coincidan con situaciones de bajamar y muestrear en puntos medios intermareales, en los radiales previamente diseñados. Además, se debe tener presente las características del oleaje, antes y en el momento de la toma de muestras.

Las muestras de arenas se obtienen introduciendo, en los puntos de muestreo, un tubo de plástico muy endurecido (o un tubo de acero),

## DIAGRAMAS DE CORRIENTES EN PLAYAS

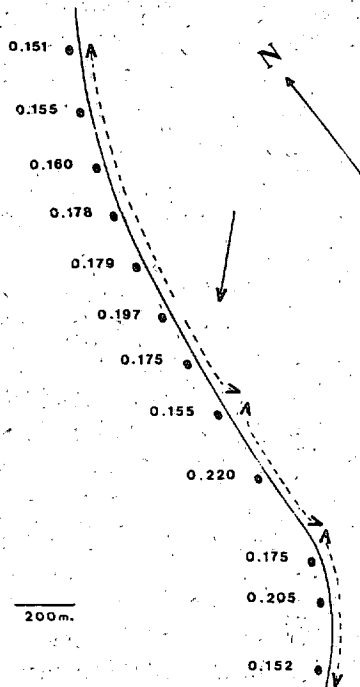


Figura 4.—Playa de El Inglés (S. Bartolomé). 9/3/85. Situación de alisios. Diagrama de corrientes según los valores del parámetro granulométrico  $Q_2$ .

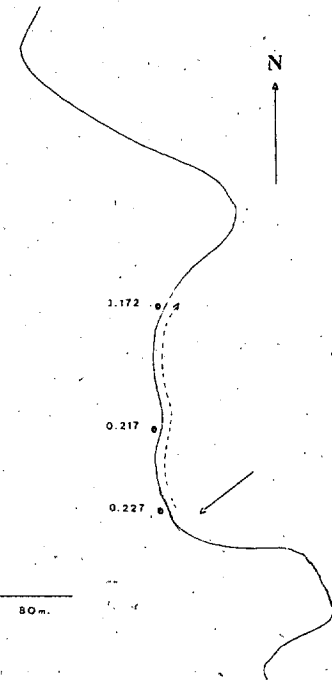


Figura 6.—Meleanra (Telde). Situación de alisios. Diagrama de corrientes según los valores del parámetro granulométrico  $Q_2$ .

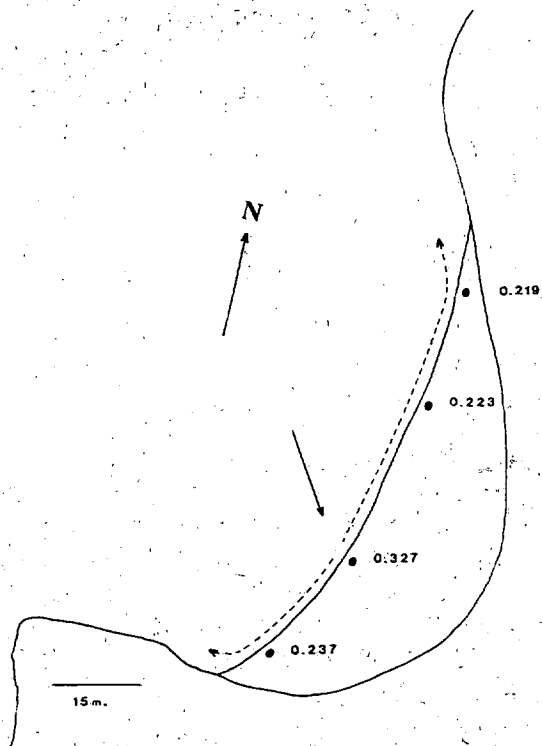


Figura 5.—Sardina del Norte (Gáldar). Situación de alisios. Diagrama de corrientes según los valores del parámetro granulométrico  $Q_2$ .

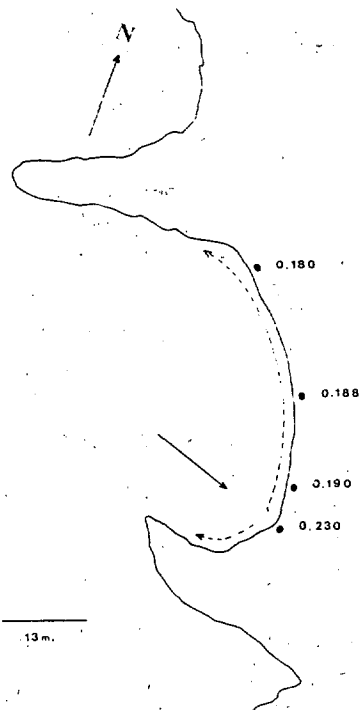


Figura 7.—El Portillo (Aruca). 24/3/84. Temporales del noreste. Diagrama de corrientes según los valores del parámetro granulométrico  $Q_2$ .



# DIAGRAMAS DE CORRIENTES EN PLAYAS

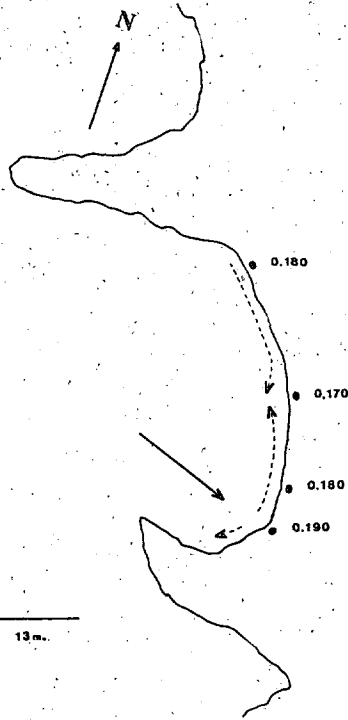


Figura 8.—El Portillo (Arucas). 30/12/83. Situación de alisios. Diagrama de corrientes según los valores del parámetro granulométrico  $Q_2$ .

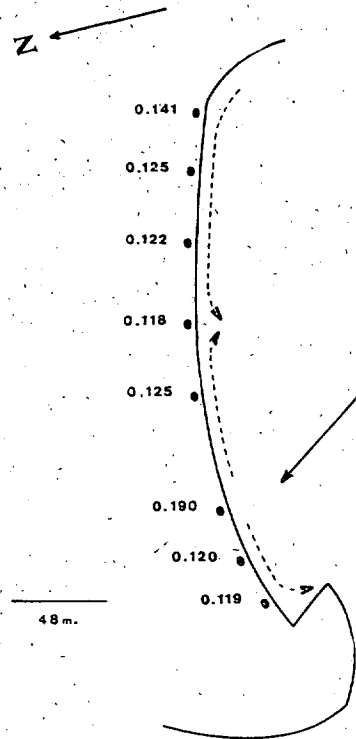


Figura 10.—Las Burras (S. Bartolomé). 5/6/84. Situación de alisios. Diagrama de corrientes según los valores del parámetro granulométrico  $Q_2$ .

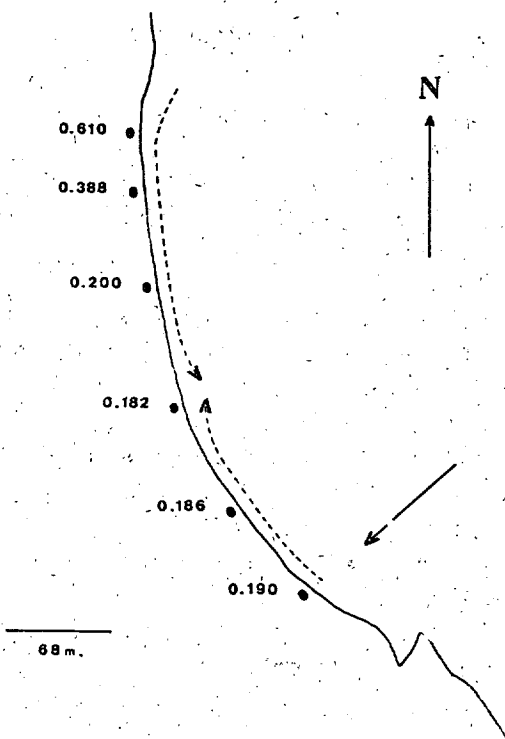


Figura 9.—Pozo Izquierdo (Santa Lucía). 16/6/84. Situación de alisios. Diagrama de corrientes según los valores del parámetro granulométrico  $Q_2$ .

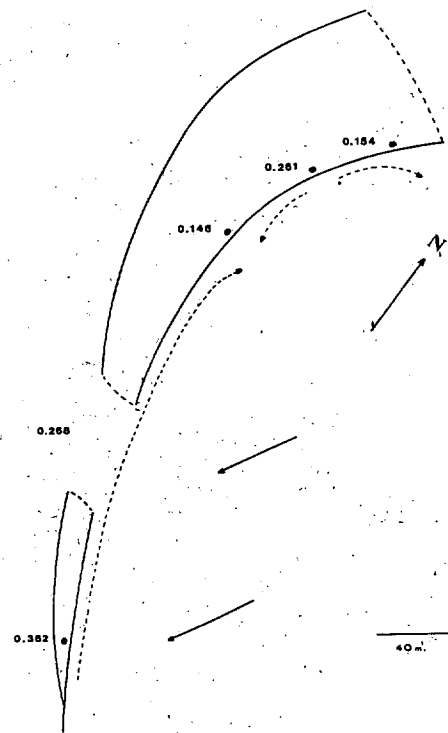


Figura 11.—Ojos de Garza (Telde). 16/7/84. Situación de alisios. Diagrama de corrientes según los valores del parámetro granulométrico  $Q_2$ .

## DIAGRAMAS DE CORRIENTES EN PLAYAS

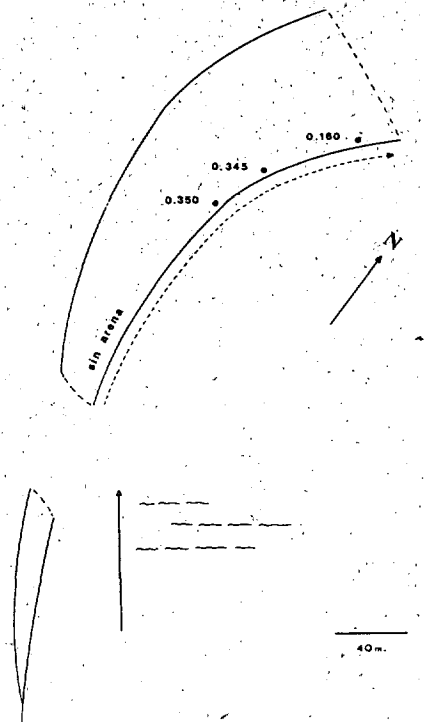


Figura 12.—Ojos de Garza (Telde). 5/3/84. Situación del sureste. Diagrama de corrientes según los valores del parámetro granulométrico  $Q_2$ .

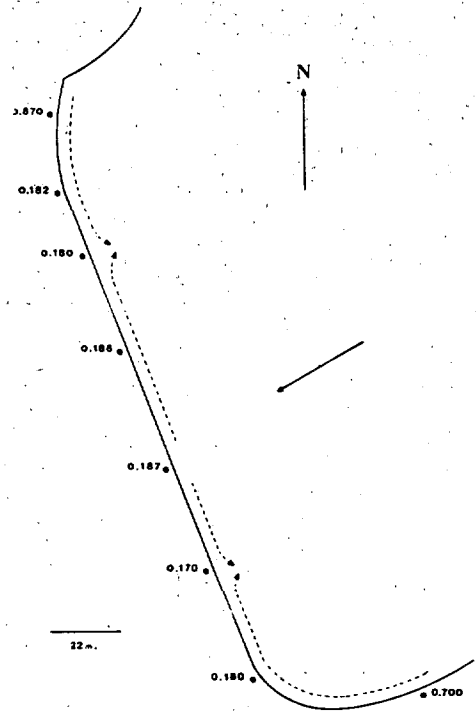


Figura 14.—El Hombre (Telde). 4/9/84. Situación de alisios. Diagrama de corrientes según los valores del parámetro granulométrico  $Q_2$ .

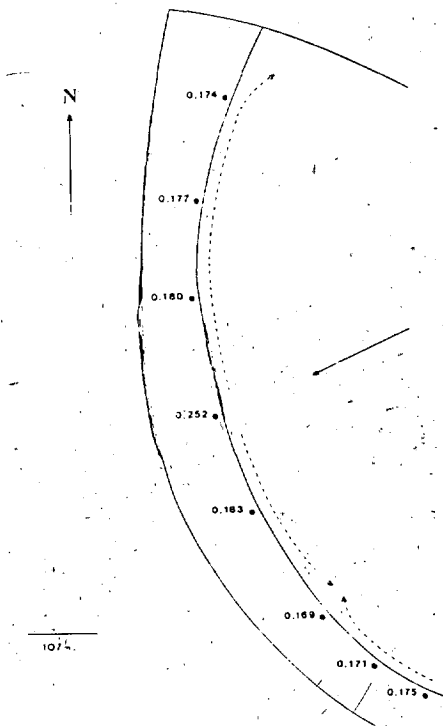


Figura 13.—La Laja (Las Palmas). 27/10/84. Situación de alisios. Diagrama de corrientes según los valores del parámetro granulométrico  $Q_2$ .

de unos 5 centímetros de diámetro por 30 centímetros de longitud.

Se opta por el parámetro  $Q_2$  para medir el decrecimiento de los valores granulométricos. Este parámetro da diámetros en abscisas logarítmicas, correspondientes a 50 por 100 acumulativos, representados en ordenadas no logarítmicas. Así, el sentido de caída de los parámetros traduce el de la corriente que afecta, o ha afectado, al depósito de arena de una playa, en un intervalo determinado de tiempo. Las figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 describen gráficamente esta metodología.

Las pautas en la dinámica sedimentaria, de acuerdo con la clasificación genética de las playas (Bores, 1978), verifica la metodología desarrollada.

En el caso de la playa de Las Canteras (Las Palmas), y frente a los dos segmentos principales de la Barra, hay plena coherencia entre las deposiciones de detritos, por las singularidades dinámicas, y los diagramas de corrientes deducidas por la evolución de los valores gra-

## DIAGRAMAS DE CORRIENTES EN PLAYAS

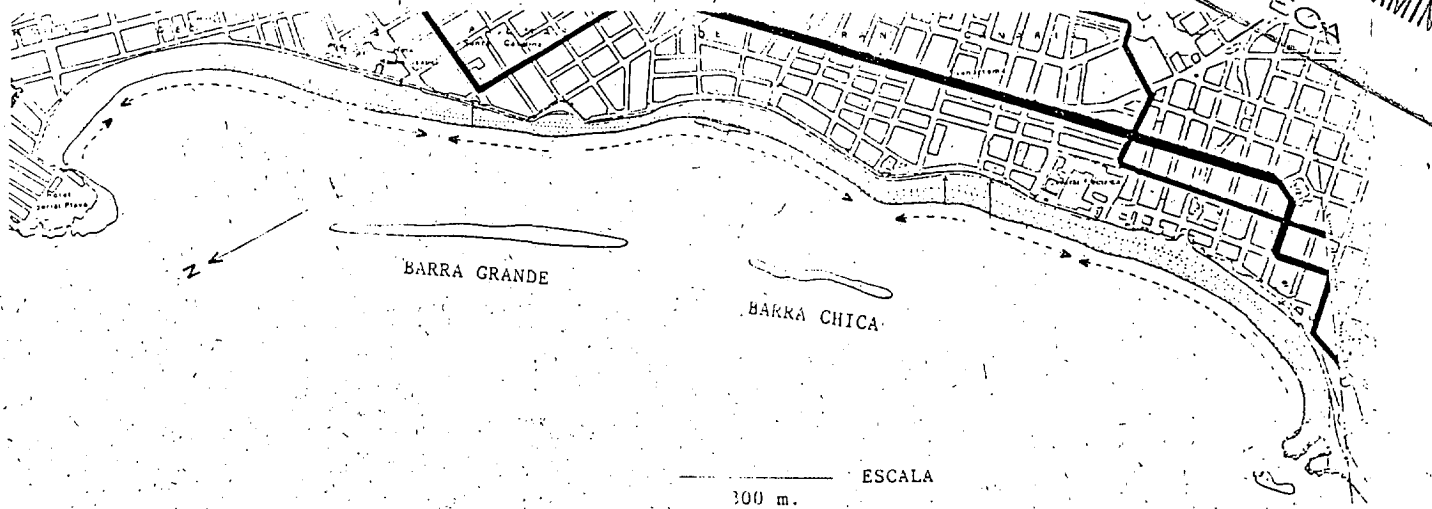


Figura 15.—Las Canteras (Las Palmas). Situación de alisios. Diagrama de corrientes según los valores del parámetro granulométrico  $Q_2$ .

nulométricos (fig. 15). Ello:

- a) Corroborar la validez de la metodología.
- b) Da un mayor nivel de confianza a las deducciones obtenidas, en otros sectores de esta playa en particular, y en cualquiera otra, en general, con el método de los parámetros granulométricos  $Q_2$ .

En definitiva, se cumple el principio de la completamentabilidad convergente.

## RESULTADOS

En relación con las playas en seguimiento desde 1983, que recogen el cuadro 3 y la figura 16 y mediante la metodología descrita, se ha diseñado un conjunto de diagramas de corriente. Las figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 corresponden a los modelos más significativos.

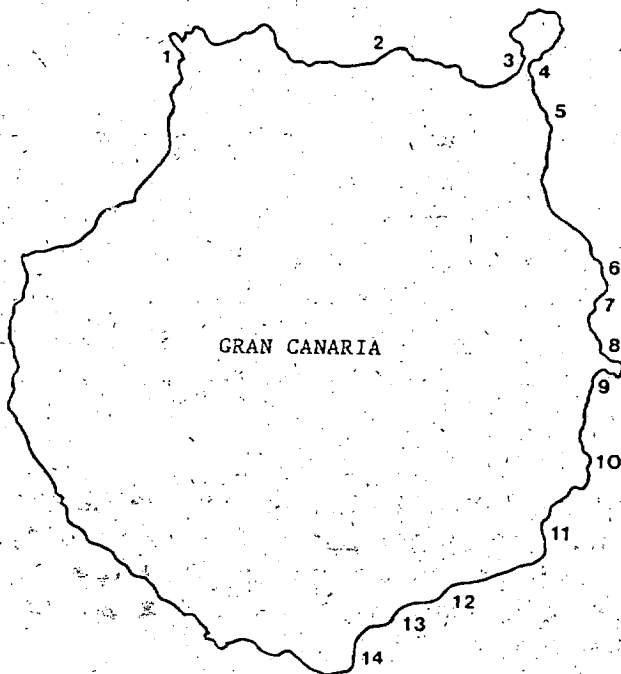


Figura 16.—Localización geográfica de las playas grancanarias en seguimiento.

1. Sardina del Norte (Galdar).
2. El Portillo (Arucas).
3. Las Canteras (Las Palmas).
4. Las Alcaravaneras (Las Palmas).
5. La Laja (Las Palmas).
6. Playa de El Hombre (Telde).
7. Melenara (Telde).
8. Ojos de Garza (Telde).
9. El Burrero (Agüimes).
10. Playa de El Cabrón (Agüimes).
11. Pozo Izquierdo (Santa Lucía).
12. Tarajalillo (San Bartolomé de Tirajana).
13. Las Burras (San Bartolomé de Tirajana).
14. Playa de El Inglés (San Bartolomé).

## DIAGRAMAS DE CORRIENTES EN PLAYAS

CUADRO 3

### DESCRIPCION DE LAS PLAYAS EN SEGUIMIENTO

PLAYA	LOCALIZACION	MORFOLOGIA	Dimensiones aprox.		Fórmula de la clasificación genética según la metodología de Bores (1978)
			Longitud en m.	Amplitud en m.	
Sardina del Norte	Costa norte (Galdar)	En caleta	85	45	$GG_{0,0}^0$
El Portillo	Costa norte (Aruacas)	En subcaleta	74	51	$GG_{0,0}^0$
Las Canteras	Costa norte (Las Palmas)	Subacaleta en una caleta amplia	2.940	77	$GDdGGDdG_{0,0}^1$
Alcaravaneras	Costa norte (Las Palmas)	Rectilínea encajonada	672	50-168	
La Laja	Costa norte (Las Palmas)	En caleta muy abierta	1.260	49	$GG_{0,0}^0$
El Hombre	Costa oriental (Telde)	En caleta	224	91	$GG_{0,0}^0$
Melenara	Costa oriental (Telde)	En caleta	287	112	$GG_{0,0}^0$
Ojos de Garza	Costa oriental (Telde)	En caleta	420	36	$G(m,MI)G_{1,0}^1$
El Burrero	Costa oriental (Agüimes)	En caleta	205	30	$GG_{0,0}^0$
El Cabrón	Costa oriental (Agüimes)	En caleta	275	25	$GG_{0,0}^0$
Pozo Izquierdo	Costa oriental (Santa Lucía)	En caleta	410	17	$GG_{1,0}^1$
Tarajalillo	Costa meridional (S. Bartolomé)	Caleta en sentido amplio	325	35	$GG_{0,0}^0$
Las Burras	Costa meridional (S. Bartolomé)	En caleta	300	150	$GG_{0,0}^1$
El Inglés	Costa meridional (S. Bartolomé)	Rectilínea	2.485	70	$Gg_{0,2}^0$

### DISCUSION: MODELO DE DIAGRAMAS DE CORRIENTES PARA LAS PLAYAS GRANCANARIAS

En el entorno geográfico de Gran Canaria, se observan los distintos modelos de diagramas de corrientes de playa propuestos, a partir de la distribución de las corrientes laterales. Para el

oleaje dominante en Canarias, de dirección noreste, condicionado por el alisio, estos modelos mantienen pautas constantes, y en función de ellas, las playas en seguimiento se agrupan como sigue:

1. Con un modelo de simbología A01:
  - Playa de El Inglés (Fig. 4).

2. Con un modelo de simbología B01:
  - Sardina del Norte (Fig. 5).
  - El Portillo (Fig. 7).
  - Melenara (Fig. 6).
3. Con un modelo de simbología B02:
  - Ojos de Garza (Fig. 11).
  - Pozo Izquierdo (Fig. 9).
  - Las Burras (Fig. 10).
4. Con un modelo de simbología C01:
  - La Laja (Fig. 13).
5. Con un modelo de simbología C02:
  - El Hombre (Fig. 14).

En la playa de El Portillo (Arucas), en la costa norte de Gran Canaria, tiene lugar la evolución del modelo B01 al B02 (Figs. 7 y 8). El primero se identifica durante los procesos de erosión, por ejemplo, con algunos temporales del noroeste en primavera. El modelo B02 corresponde a períodos de acreción, sobre todo a finales de otoño y comienzos de invierno.

Que los procesos de acreción en las playas septentrionales grancanarias, no resguardadas del noreste, se desarrollen en otoño-comienzos de invierno, era de esperar. En efecto: Estas playas se encuentran directamente sometidas a los oleajes de los alisios, del noreste, que tienen energías suficientes como para erosionar las playas de arena y que alcanzan las mayores predominancias en el verano. Con la caída de estos oleajes, comienza en las playas un período infraenergético, que permite procesos de acreción. Las máximas acumulaciones tienen lugar antes de que lleguen los temporales atlánticos del noroeste y los esporádicos oleajes de alisios reforzados energéticamente, a finales de invierno, con los que se inician los procesos de erosión.

Posibles modelos de diagramas de corrientes, con simbología B03 y en relación con algunas situaciones de oleajes del noreste o sureste, se podrían dar en las playas en caletas septentrionales, orientales o sureñas. Ocasionalmente, este modelo se ha deducido en la playa de Ojos de Garza (Telde), con las observaciones y medidas de la campaña 5/3/84 (Fig. 12). Se da la circunstancia de que concurre un paralelismo, en sentido amplio, entre la dirección de aproximación de un oleaje del sureste y el margen meridional de la playa en caleta, y con ello, el

desarrollo de una corriente tipo longshore current, desde ese margen hacia el norte, recorriendo ininterrumpidamente casi toda la playa.

En la playa de Las Canteras en Las Palmas (Fig. 15) los abrigos debidos a la «Barra» determinan el desarrollo de unos tómbolos, actualmente en fase de «hemitómbolos». Estos, como era de esperar, se localizan a las alturas subcentrales de los dos segmentos principales de la perturbación geomorfológica y se debe a Shelter currents.

El hemitómbolo más septentrional está relacionado con la Barra Grande y se encuentra sumergido frente al Hotel Reina Isabel. El barlovento de la formación sedimentaria mira hacia La Puntilla y el sotavento hacia La Peña de la Vieja (Peñón Central).

El hemitómbolo más meridional depende de la Barra Chica. Se encuentra entre las calle Gravina y Pelayo. El lado de barlovento mira hacia La Peña de la Vieja y el de sotavento hacia El Rincón.

Con la evolución de los dos hemitómbolos, lo hará la playa en su conjunto. Las Canteras, en su parte central, tenderá al desarrollo de una playa típica «en concha», que incluiría la Playa Chica, aunque ésta, individualmente, sea una playa encajada.

A ambos lados de la potencial concha, se desarrollarían playas mixtas, parcialmente encajadas y abrigadas (semi-conchas).

En la playa mixta septentrional, el apoyo lo representa la rasa recortada y el muro de La Puntilla. El abrigo lo proporciona el extremo norte de la Barra Grande.

En la playa mixta meridional, las escolleras hacen de apoyo y el extremo sur de la Barra Chica determina el abrigo.

Las actuales respuestas a las potenciales plantas de la playa son los tres arcos que describen:

- a) El arco central, en relación con la incipiente concha y entre el Hotel Gran Canaria y la calle Gravina.
- b) Los dos amplios arcos marginales, con tramos rectos, en relación con las playas mixtas.

En los modelos de diagramas de corrientes deducidos, y en los sectores de convergencia

o agotamiento de longshore currents:

1. No se han estudiado muestras de sedimentos submareales mar adentro.

2. Ni se tienen medidas de corrientes en ese sentido.

También se dan las circunstancias de que en esos sectores no hay evidencias visuales de rip currents, ya que están ausentes:

- a) Las estructuras que suelen labrar en la zona intermareal (canales de resaca), observables en marea baja, y/o
- b) Lenguas de turbidez, por suspensión de sedimentos, hacia mar adentro, en playas de arenas.

Todo lo anterior impide afirmar la existencia de rip currents en las playas en seguimiento, aunque potencialmente podrían darse. A lo sumo se admitirían algunas proto-corrientes de retorno, concretamente una en la playa de El Hombre (Telde), en la costa insular oriental, figura 14, en base a informaciones facilitadas por deportistas del «surf».

No obstante, en el entorno grancanario, hay playas en donde se observan rip currents, con mayor o menor frecuencia. Sea el caso de El Rincón (Las Palmas), en una pequeña subcalaleta de cantos y bloques, o el de la playa arenosa de Veneguera (Mogán), en la costa occidental. En este último ejemplo, la corriente de retorno presenta turbidez por suspensión de sedimentos finos.

Corrientes próximas a rip currents (posibles corrientes de desagüe) habrían, en principio en la playa de Las Canteras (Las Palmas) entre los «inlets» de la barra, que definen el «lagoon», y en relación con las mareas.

### CONCLUSIONES

1. Las corrientes de playa son las que originan y regulan, en su mayor parte, el movimiento de los sedimentos costeros.

2. En una playa, entre la zona de rompientes y la orilla, se desarrolla un conjunto de co-

rrientes inducidas por el oleaje (onshore currents), que se clasifican en inshore currents, offshore currents y longshore currents. En este ámbito pueden iniciarse rip currents.

3. La evolución de los valores granulométricos del parámetro  $Q_2$ , en puntos medios intermareales, sirve para deducir longshore currents.

4. Las longshore currents permiten diseñar modelos de diagramas de corrientes en playas de arenas.

5. Estos modelos de diagramas en playas se clasifican y denominan de acuerdo con:

- Las características fisiográficas de las playas, que incluyen orientaciones y singularidades geométricas y dinámicas.
- El régimen del oleaje direccional.
- La distribución de los depósitos.

6. Se describen 10 diferentes modelos de diagramas de corrientes en playa.

7. Se propone una simbología para los modelos que diagramas diseñados. Cada modelo queda definido por tres términos:

- Una primera letra, que describe la morfología de la playa y la orientación de ésta respecto al oleaje (tipo).
- Una segunda letra, en función de la ausencia o presencia de singularidades dinámicas (sub-tipo).
- Un número que hace referencia a las características de los diagramas, en función de algunos condicionantes (clase).

8. Con los resultados de las campañas de seguimiento en 14 playas grancanarias, durante ciclos anuales, se diseñan modelos de diagramas de corrientes, susceptibles de clasificar, denominar e interpretar según el esquema propuesto.

### AGRADECIMIENTOS

Muy valiosas han sido las correcciones y sugerencias del doctor Luis Tejedor Martínez, experto en Oceanografía Física y profesor del C.U.S. de Ciencias del Mar (Las Palmas).

BIBLIOGRAFIA

- BASCOM, W. N. (1951): *The relationship between sand size and beach-face slope*. Am. geophys. Union Trans. 32: (6). 31-36.
- BORES, P. S. (1974): *Formas litorales estables en «Análisis Planteamiento y Gestión del Medio Litoral»*. Colegio de Ing. de Caminos. Madrid.
- BORES, P. S. (1978): *Shore Classification*. III Inter. Congress. IAEG-AIGI. Madrid. 150-169.
- DEL MORAL, R.; BERENQUER, J. M. (1980): *Planificación y explotación de puertos*. Ingeniería Oceanográfica y de Costas. M.O.P.U. (Dirección General de Puertos y Costas) y Centro de Estudios y Experimentación de Puertos y Costas «Ramón Iribarren». Madrid. 483 pp.
- DEPARTMENT OF THE ARMY (1950): *Longshore current observations in Southern California*. Technical Memorandum n.º 13 Beach Erosion Board Corps of Engineers. Contribución de la Scripps Institution of Oceanography, New Series, No 456, 54 pp.
- DUBOIS, R. N. (1985): *Development of a shoreline rhythm, outer banks of North Carolina*. Marine Geology, 62, 31-53.
- FLOR, G. (1978): *Relación entre la distribución de sedimentos y la circulación costera en la región de Cabo Peñas*. «Trabajos de Geología». Universidad de Oviedo. 10., 000-000. 183-194.
- HJULSTRÖM, F. (1935): *Studies of the morphological activity of rivers as illustrated by the River Fyris*. Uppsala Univ., Geol. Inst. Bull., 25, 221-527.
- INMAN, D. L. y QUINN, W. H. (1952): *«Currents in the Surf Zone»*. *Proceedings of the Second Conference on Coastal Engineering*. A.S.C.E., Council on Wave Research, Berkeley, California. 24-36.
- MACKENZIE, P. (1958): *Rip currents systems*. J. Geol., 103-113.
- NAKAMURA, M.; SHIRAIISHI, H. y SASAKI, Y. (1976): *Wave damping effect of submerged dike*. Proco. 10. Conf. Coastal Eng.
- SHEPARD, F. P. (1967): *La Tierra bajo el mar*. Omega. Barcelona. 292 pp.

- SHORT, A. D. (1985): *Rip current type. Spacing and persistence, Narrabeen Beach, Australia*. Marine Geology, 65, 47-71.
- SONU, C. J. (1972): *Field observations of nearshore circulation and meandering currents*. J. of Geophys. Res. Oceans and Atms. Núm. 18. Vol. 77., 3232-3247.
- SUNAMURA, T. (1984): *Quantitative predictions of beach-face slopes*. Geological Society of America Bulletin. 95., 242-245.
- TEJEDOR, L.; LOSADA, M. A. (1977): *Métodos espectrales de previsión de oleajes*. Revista de Obras Públicas. Mayo 1977.

Jesús Martínez Martínez



Estudió Ciencias Geológicas en la Universidad de Granada, en donde defendió su Tesis Doctoral sobre «Meteorización en basaltos recientes de Canarias». Siguió un programa de formación del profesorado en el Marine Sciences Research Center, de la Universidad del Estado de Nueva York, en Stony Brook, en donde dio varias conferencias a post-graduados e investigadores, en relación

con la oceanología geológica. Mantiene investigaciones comparativas, sobre procesos litorales, con el profesor doctor Bokuniewicz, del M.S.R.C. en Stony Brook (Nueva York). Colabora en la gestión litoral con el Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria. Imparte Geología y Márgenes Continentales en el C.U.S. de Ciencias del Mar, de la Universidad Politécnica de Las Palmas. Responsable de la Geología en el C.U.S. de Ciencias del Mar, desde sus inicios. Tiene diversas publicaciones sobre procesos litorales.

