

## LA PREDICCIÓN DE LA EROSIÓN INTERMAREAL POR TEMPORALES EN PLAYAS ARENOSAS DEL ENTORNO CANARIO

Jesús Martínez Martínez, M<sup>a</sup> Elena Melián, Frella Reyes, Cristina Rúa-Figueroa, M<sup>a</sup> del Pilar Silvela y Carmen del Toro

Laboratorio de Geología - Facultad de Ciencias del Mar

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Apartado de Correos 550 - LAS PALMAS

**RESUMEN:** Se modelizan las pérdidas sedimentarias intermareales, de una playa (arenosa, equilibrada y en bolsillo), abierta a temporales, cuyos efectos erosivos se quieren predecir. El modelo será válido siempre que las corrientes aseguren la evacuación, mar adentro, de las potenciales pérdidas, y no produzcan, de por sí, una erosión significativa. Para formular el modelo matemático propuesto, se consideran los parámetros de los temporales, las características de las arenas, la topografía del depósito y la situación morfoodinámica más interna. Las pérdidas ocasionadas por el conjunto de temporales siguen una función exponencial, aunque, en cada temporal, se comportan, prácticamente, como lineales con pendientes positivas.

### INTRODUCCION

Los procesos de acreción-erosión intermareal, en playas arenosas, representan los efectos ante unas causas determinadas. Conocida y comprendida la dualidad "efectos-causas", se puede predecir "causas-efectos", mediante un modelo numérico.

La modelización de estos procesos desarrolla diversas etapas conceptuales. Estas se ordenan, jerárquicamente, según su mayor nivel de abstracción y generalidad:

a) En una primera fase, las campañas de campo llevan a la identificación de un modelo físico, en que predomina la selección de características básicas cualitativas.

b) La traducción de datos cualitativos a cuantitativos constituye un proceso complejo, que pasa por etapas intermedias de modelización parcial. La representación de los parámetros descriptivos seleccionados, en las escalas adecuadas, culmina con el establecimiento de una fase cuantitativa.

c) En la fase cuantitativa, se aplica, esencialmente, el aparato matemático. Se establece un problema abstracto, que sirve, con preferencia, para el análisis de cuestiones generales.

Respecto a la predicción de los efectos erosivos, en la franja intermareal significativa de una playa, a causa de temporales, en este trabajo se pretende diseñar un modelo determinista, aunque en una primera aproximación (por ahora sólo válido para estimar el orden de magnitud de los resultados).

### HIPOTESIS DE PARTIDA

1. Se admite que los procesos de acreción-erosión tienen lugar preferentemente entre la zona de rompiente y la orilla, de acuerdo con Sánchez Arcilla (1984).

2. Se aplica el modelo a una franja intermareal, con una amplitud suficiente para que esté significativamente representado el sector más activo de la playa.

Con un acarreo (o rango) de marea astronómica de hasta 2.82 m. (sea el caso de Canarias), los tramos intermareales tienen amplitudes suficientes para soportar investigaciones ciertamente válidas, en relación con los procesos de acreción-erosión.

3. El modelo sería válido para playas simples. Esto es, cuando el índice de capacidad de sustentación sedimentaria (ICSS) oscila en torno al valor cero y define a una playa como equilibrada.

En efecto, el anterior índice, definido por Martínez (1988), clasifica a una playa en simple o compleja, según que coincidan, o no, los cubicajes real y potencial. Esto, a su vez, traduce :

- si la playa está sometida, o no, a las variables normalmente consideradas,

- y si se cumple, o no, el equilibrio, dentro del sistema pendiente intermareal, valores granulométricos y energía del oleaje, en la deposición y pérdidas sedimentarias significativas.

4. En el contorno canario y dentro de la franja intermareal, las pérdidas de arenas, de acreción máxima a erosión significativa, siguen una función exponencial del tipo :

$$y = a e^{bx}$$

en donde :

- y = pérdidas en m<sup>3</sup>,
- x = tiempo en días, en un intervalo finito, que representa al periodo erosivo,
- a = ordenada en el origen. Representaría a los parámetros estáticos,
- b = pendiente. Representaría a los parámetros dinámicos.

A esta deducción se llega con el seguimiento de los balances sedimentarios (cuadro 1), en una serie de playas arenosas de Gran Canaria en estudio, que representan a los distintos grupos propuestos por Martínez (1988). Las figuras 1b, 2b, 3b, 4b y 5b traducen que las pérdidas significativas se ajustan, en todas estas playas, a una función exponencial, respecto al tiempo.

5. Por la naturaleza del proceso físico, las pérdidas serán cero para una duración también cero. Para ello, la expresión :

$$y = a e^{bx}$$

pasa a :

$$y = a ( e^{bx} - 1 )$$

6. Se admite que las pérdidas por temporales siguen la misma pauta que la anterior función global, (figura 6), con los adecuados cambios de parámetros.

7. sin embargo, como durante los episodios de un temporal, las pérdidas (figura 7) :

- tienen una fuerte tendencia a comportarse como una función lineal, concretamente creciente,
- y corresponden a periodos cortos de tiempo,

éstas se ajustan a funciones que consideren sólo los términos de orden uno, en el desarrollo de Mac Laurin respecto de la expresión :

$$y = a ( e^{bx} - 1 )$$

Dicho de otro modo, para los temporales :

$$y = a ( 1 + bx - 1 ) \quad (I)$$

y en definitiva, se acepta que :

$$y = a ( bx ) \quad (II)$$

8. Se considerarán únicamente aquellos temporales que inciden abiertamente en la playa. En estas circunstancias, se desprecia la influencia que pudiera tener, en la erosión, las distintas direcciones de aproximación del oleaje, siempre que sus diagramas de corrientes en la playa aseguren un transporte, hacia el exterior de la franja intermareal, del volumen de arenas, que representaría a las potenciales pérdidas por la erosión.

9. Se supone que las pérdidas de arena por los temporales, ante los cuales la playa se comporta como abierta, depende de los siguientes parámetros:

- energía media del oleaje, expresada en función de su altura,
- periodo promediado del oleaje (nº de impactos energéticos por unidad de tiempo),
- duración del temporal,
- superficie intermareal afectada,
- y entorno morfológico de la playa.

Se excluyen aquellas playas en donde sus corrientes longitudinales representen un factor de erosión no despreciable.

10. Se admite que en las playas libres, el entorno morfológico no amortigua la potencial erosión. En cambio, en las playas de bolsillo, completamente sustentadas, la erosión se anula. En las playas encajadas y en concha, no sustentadas, la erosión potencial queda parcialmente limitada.

#### DESARROLLO DEL MODELO

1. A partir de hipótesis 9, se puede escribir la expresión :

$$V = f ( t, E, T, s ) \quad (1)$$

en donde :

- V = pérdidas de arena, en m<sup>3</sup>, durante un temporal,
- t = tiempo, en días, de la acción erosiva,
- E = energía del oleaje,
- T = periodo del oleaje en segundos,
- s = superficie intermareal observada de la playa.

De acuerdo con Camfield y Seelig (1984) :

$$E = \frac{\emptyset g H^2 L}{8} \quad (2)$$

en donde :

$\emptyset$  = densidad del agua,  
 $g$  = aceleración de la gravedad,  
 $H$  = altura de la ola,  
 $L$  = longitud de la ola.

Si se extrapola la ecuación (2) a la zona de rompientes :

$$E_b = \frac{\emptyset g H_b^2 L_b}{8} \quad (3)$$

en donde el subíndice b hace referencia a la zona en cuestión.

Al sustituir (3) en (1) :

$$V = f \left( t, \frac{\emptyset g H_b^2 L_b}{8}, T, s \right) \quad (4)$$

Para cada temporal, se trabaja con los valores fijos promediados de  $L_b$ ,  $T$  y  $H_b$ . La superficie y los valores de  $\emptyset$  y  $g$  también se mantienen constantes. Luego :

- Todos los anteriores valores se consideran como parámetros. Se usan para estimar los valores de a y b en la expresión (II).
- De ellos, sólo la superficie representa a los parámetros estáticos. Los restantes son dinámicos.
- Y las predicciones dependerán sólo de la variable t.

A partir de la expresión (II), y conforme a lo indicado :

$$V = s \left( \frac{\emptyset g H_b^2 L_b}{8}, T \right) t \quad (5)$$

De esta manera, el parámetro b de la expresión (II) depende de los dos parámetros siguientes :

- de  $\frac{\emptyset g H_b^2 L_b}{8}$

- y de T

que pueden combinarse entre ellos, con el objeto de obtener una función creciente.

El carácter creciente se deduce por el test de la derivada de la función, respecto a cada uno de los parámetros y variable ( $x_i$ ). Para valores

de éstos mayores que cero, cosa que siempre ocurre, se satisface que :

$$\frac{\partial f}{\partial x_i} > 0$$

Pero para que se cumpla la condición de homogeneidad de la expresión (5), se admite la opción producto, y así :

$$V = s \left( \frac{\emptyset g H_b^2 L_b}{8} T \right) t \quad (6)$$

El dimensionamiento de esta expresión sería:

$$L^3 = \frac{L^3 M L}{L^3 T^2} L^2 L T T \implies L^3 = M L^3$$

si se considera energía por unidad de masa, M se despreja y se cumple la homogeneidad.

La duración de la acción erosiva se tiene que escribir en segundos :

$$t_{\text{en segundos}} = 864 (10^2) n \quad (7)$$

en donde n = número de días del temporal. Al sustituir (7) en (6) :

$$V = s \frac{\emptyset g H_b^2 L_b}{8} T 864 (10^2) n \quad (8)$$

Si se simplifica :

$$V = 108 (10^2) s \emptyset g H_b^2 L_b T n \quad (9)$$

2. El volumen de arena que se pierde dependerá, por otra parte, de un coeficiente c del "grado de erosión". Este coeficiente estará condicionado por la configuración del entorno de la playa y aparecerá en el segundo miembro de la ecuación (9).

El coeficiente se aproximaría a 1 en las playas libres y a 0 en las de bolsillo completamente sustentadas. En las playas naturales equilibradas encajadas o en concha, pero no sustentadas, en principio tomaría el valor de 0.5.

Este último valor precisaría de un posterior análisis. Se debería llegar a un cuadro de valores reales, según las características de la playa y espaciados de los apoyos.

Al indicar "playas naturales equilibradas" se excluyen todas aquellas con contornos incorrectos de apoyos, que impliquen inestabilidad sedimentaria, en lugar de favorecer la conservación de la arena.

Además, toda la energía del oleaje no se emplea en la erosión, sino una parte de ella. Por lo tanto, el segundo miembro de la ecuación (9) irá afectado por un coeficiente P de "proporcionalidad energética". El valor 1, poco probable y válido para una playa ideal, implicaría que la erosión consumiría toda la energía disponible del oleaje. El coeficiente P dependerá, entre otras cosas, de la clasificación granulométrica, de la densidad media de las arenas y de la pendiente del estrán.

Pero también se debería tener presente un coeficiente "m" de susceptibilidad de pérdidas. Tal coeficiente se intuye cuando se describen playas, en donde pequeños temporales, inmediatamente posteriores a la máxima acreción, producen pérdidas relativamente importantes, respecto a otros de mayor poder erosivo, pero más próximos a la erosión significativa. La explicación, entre otras causas, está en que, a medida que transcurre el tiempo, disminuyen las arenas que tienen una mayor susceptibilidad a ser puestas en suspensión y/o arrastre y transportadas. Algo semejante cabe esperar en el transcurso de un mismo temporal.

En una playa que, durante el subciclo erosivo pasa de arenas finas a cantos y bloques, el coeficiente de susceptibilidad de pérdidas de arena evoluciona de 1 a 0, y sería función del nº de temporales significativos transcurridos. En cambio, en una playa de arena, que mantiene la clasificación granulométrica, el coeficiente de susceptibilidad permanece constante.

Este coeficiente se calcularía con funciones empíricas. No obstante, a priori, se estima con cuadros que consideren el valor granulométrico medio de las arenas y el estadio morfodinámico, previo a un temporal dado.

Con todo lo anterior, la referida ecuación (9) toma esta otra expresión :

$$V = c P m 108 (10^2) s \emptyset g H_b^2 L_b T n \quad (10)$$

3. Normalmente se dispone de los parámetros característicos del oleaje a profundidad indefinida. Sin embargo, se pueden estimar los correspondientes a la zona de rompientes, a partir de los anteriores.

Para Komar (1972) :

$$H_b = K g^{1/5} (T H_0^2)^{2/5} \quad (11)$$

en donde :

$H_b$  = altura de la ola en la rompiente,

$H_0$  = altura de la ola a profundidad indefinida,

T = periodo de la ola,

g = aceleración de la gravedad,

K = constante de Komar = 0.39.

Si se sustituye (11) en (10), se obtiene :

$$V = c P m 108 (10^2) s \emptyset g K^2 g^{2/5} T^{4/5} H_0^{8/5} L_b T n \quad (12)$$

que se reduce a :

$$V = 1642.68 c P m s \emptyset g^{7/5} T^{9/5} H_0^{8/5} L_b n \quad (13)$$

$L_b$  se obtiene en base a una aproximación de las formulaciones de la teoría lineal de las ondas:

$$L_b = L_0 \operatorname{Th} \frac{2 r d_b}{L^*}$$

en donde :

$L_0$  = longitud de onda a profundidad indefinida,

$L^*$  = longitud de onda obtenida por la tabla de Wiegel y el criterio de Munk (1949),

r = número pí,

$d_b$  = profundidad en la zona de rotura.

Se acepta esta metodología, de acuerdo con autores tales como Miche (1944), Horikawa (1966), Collins (1969) y Komar (1972), aunque según algunos autores, se introduciría un cierto error (véase, por ejemplo, Sánchez Arcilla, 1984).

El error se elimina con un calibrado empírico. Realmente sería más correcto emplear las hipótesis de la teoría de la onda solitaria, pero entonces el problema se haría mucho más complejo y el modelo desarrollado perdería parte de su operatividad.

Por otra parte, y también por la teoría lineal:

$$L_0 = \frac{g T^2}{2 r}$$

El valor de  $d_b$  se estima, de nuevo, con la tabla de Wiegel (c-1 de Shore Protection Manual. Vol II, 1984) y con el criterio de Munk (1949).

La expresión (13) se debe calibrar con un coeficiente B, específico de cada playa. Este :

- Se calcula empíricamente.

- Recoge los parámetros no abordados.

- Y reajusta los otros coeficientes introducidos.

De aquí que se deba escribir :

$$V = B 1642.68 c P m s \emptyset g^{7/5} T^{9/5} H_0^{8/5} L_b n \quad (14)$$

Si en una playa determinada, y a lo largo de todo su periodo erosivo :

- el coeficiente "m" se mantiene prácticamente constante, cosa que ocurre cuando no cambian sensiblemente los valores granulométricos de las arenas y la pendiente intermareal,
- las observaciones se refieren siempre a la misma franja intermareal,
- y los cambios de  $\emptyset$  carecen de importancia,

como los coeficientes "c" y "p" se mantienen, la expresión (14) pasa a :

$$V = B A T_i^{9/5} H_{oi}^{8/5} L_{bi} n_i \quad (15)$$

en donde :

- 1) V = predicción de pérdidas en el periodo erosivo de un ciclo sedimentario corto.
- 2)  $A = 1642.68 c P m s \emptyset^{7/5}$
- 3) y  $T_i$ ,  $H_{oi}$ ,  $L_{bi}$  y  $n_i$  son valores medios de probabilidad estadística, en función del número N de temporales transcurridos en el periodo erosivo, ante los cuales la playa se comporta como abierta. Estas medidas se obtienen del análisis estadístico de series temporales significativas de situaciones meteorológicas de superficie y de parámetros oceanológicos. Para estos últimos se utilizaría la información recopilada y manipulada en el "Programa de Clima Marítimo" del MOPU.

IDENTIFICACION DEL COEFICIENTE DE PROPORCIONALIDAD ENERGÉTICA DEL OLEAJE (P), Y DE CALIBRADO (B), EN UN CASO REAL.

El modelo se ha desarrollado a partir del seguimiento de los procesos sedimentarios en la playa de Sardina del Norte, en Gran Canaria (figura 8). Esta playa se describe en el cuadro 2.

Para la estimación del coeficiente de proporcionalidad energética del oleaje (P), se consideró un doble temporal, dentro de un intervalo corto de tiempo : entre los días 2 y 8 de diciembre, y alrededor del día 14 de ese mismo mes, de 1987.

El primero de ellos es el más importante y duradero. Correspondía a una profunda borrasca atlántica, centrada en las Azores (temporal del W-NW), que determinó bajas barométricas de 1006 mb. en las Islas Canarias.

Respecto a este primer temporal, en una estación próxima a la playa en estudio (boya situada a 15° 27' 30" Este y 28° 8' 30" Norte), se registraron unas  $H_S$  máxima de 4.13 m. y una  $H_0$  máxima de 7.46 m. Por observaciones visuales, estas alturas

correspondían a un oleaje incidente del NW.

En cuanto al segundo temporal :

1. Se debió a una borrasca desplazada al S, que determinó oleajes del W.
2. Y originó una  $H_S$  máxima de 3.34 m. y una  $H_0$  máxima de 5.24 m.

Se analizaron las evoluciones :

- de las alturas de las olas significativas ( $H_S$ ),
- y del periodo (T),

correspondientes a los dos temporales. El conjunto de datos oceanológicos, manipulados estadísticamente y/o extrapolados a la zona de rompientes, se recogen en el cuadro 2.

Mediante este seguimiento, se ha calculado que el coeficiente P toma el valor de  $0.33 \cdot 10^{-12}$ .

Una vez calculado este coeficiente P, la estimación del coeficiente B de calibrado, específico para la playa de Sardina del Norte, se va a obtener con los datos del temporal NW, que tuvo lugar entre los días 18 y 21 de noviembre de 1989. Actualmente se está manipulando la información.

## CONCLUSIONES

Se ha diseñado un modelo matemático, que permite una estimación, en orden de magnitud, de pérdidas de arena, en un ambiente intermareal de playa de bolsillo, abierta a temporales.

La predicción considera :

- el análisis estadístico del oleaje, a profundidad indefinida, de los temporales,
- la extrapolación de estos datos a la zona de rompientes,
- y las características topográficas y de las arenas del ambiente sedimentario.

## BIBLIOGRAFIA

- Camfield, F. and Seelig, W. (1984). Mechanics of wavemotion, in : Shore Protection Manual. Vol. I. Department of the Army-US Army Corps of Engineers. Washington.
- Collins, J. and Wier, W. (1969). Probabilities of wave characteristics in the surf zone. Tetra Tech Report TC-149.
- Conde Aldemira, J. (director), (1988). Programa de Clima Marítimo: Base de datos. Inventario de información. Publicación nº 31. Dirección General de Puertos y Costas. MOPU. Madrid.

Horikawa, K. and Kuo, C. (1966). A Study on wave transformation inside surf zone. Proceeding of the 10 th Conference on Coastal Engineering (Tokyo). Vol. I, pp 217-233.

Komar, P.D. and Gaughan, M.K. (1972). Airy wave theory and breaker height prediction, in: 13<sup>th</sup> Coastal Engineering Conference Proceedings, Vol. I, pp 405-417.

Miche, R. (1944). Mouvements ondulatoires des mers en profondeur constante on décroissant. Annals des Points et Chaussées, pp 25-78, 131-164, 270-292 y 369-406. (Referencia tomada de: De la Peña, J.M. (1969). Criterios de rotura del oleaje. Ingeniería Civil, nº 69, pp 107-120. Cedex.

Sánchez Arcilla, A. (1984). Configuración de la línea de costa, pp 309-350, en: Sánchez Arcilla, A. (Director). Curso intensivo de Ingeniería de Costas. Secretaría Técnica - Servicio de Publicaciones del MOPU. Madrid, pp 570.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Dr. D. José M. Pacheco Castelao, Prof. de la Facultad de Ciencias del Mar de Las Palmas, las revisiones críticas y las aportaciones de sugerencias en el desarrollo de este trabajo. Su contribución es, por lo tanto, debidamente reconocida aquí. Además, ha sido muy valiosa la colaboración del Prof. D. Angelo Santana del Pino, del Dep. de Matemáticas de esta Universidad

#### SUMMARY

In this work the sedimentary intertidal losses in a sandy beach opened to storms are modelled. The proposed pattern will be right if currents account for the evacuation of sedimentary losses and if they do not produce by themselves significant erosive damage. The overall seasonal pattern of erosion due to storms follows an exponential function, although the effect of each particular storm can be modelled via a linear function with positive slope.

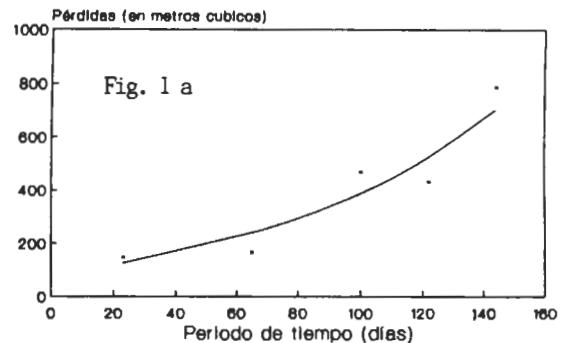
1	2	3	1	2	3
Playa de sardina del N. (Galdar) Periodo: 27-7-87/23-12-87			Playa de El Ingles (San Bartolomé) Periodo: 3-3-86/24-12-86		
27-07-87	000	0000.00	03-03-86	000	00000.00
19-08-87	023	00146.40	01-04-86	029	01896.95
30-09-87	065	0166.36	01-05-86	059	04864.90
04-11-87	100	0467.76	30-05-86	088	10842.96
26-11-87	122	0431.78	01-07-86	120	22934.85
23-12-87	149	0786.78	29-07-86	148	24224.07
Playa del Hombre (Telde). Periodo de seguimiento: 17-1-86/20-4-86			28-08-86	178	26195.47
17-01-86	000	0000.00	11-09-86	192	27612.87
14-02-86	028	0692.69	29-10-86	240	31470.12
07-03-86	049	3314.56	26-11-86	268	38928.05
30-04-86	103	3585.86	24-12-86	296	40266.28
Playa de El Burzero (Aguilmas). Periodo de seguimiento: 3-12-85/21-10-86			Punta de Maspalomas. San Bartolomé Periodo de seguimiento: 1-4-86/24-12-86		
03-12-85	000	0000.00	01-04-86	000	00000.00
02-01-86	030	0354.79	01-05-86	030	01195.02
03-02-86	062	0375.63	30-05-86	059	02096.72
01-03-86	088	0388.56	01-07-86	091	03523.10
03-04-86	121	0523.18	29-07-86	119	07000.02
08-05-86	156	0396.69	28-08-86	149	09445.38
16-06-86	195	0437.67	11-09-86	163	08600.69
07-07-86	216	0462.86	29-10-86	211	09171.84
10-08-86	250	0556.98	26-11-86	239	11462.59
04-09-86	275	0647.78	24-12-86	267	13671.17
21-10-86	322	0689.49			

CUADRO 1

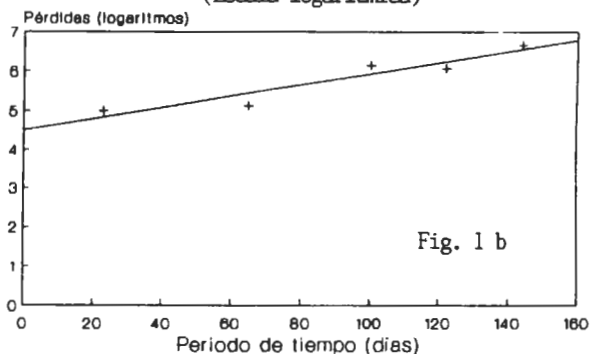
Pérdidas de arenas en m<sup>3</sup>, durante periodos erosivos, en franjas intermareales delimitadas, de una serie de playas en seguimiento.

1. Fecha de campaña, 2. Nº de días transcurridos del periodo erosivo (x), 3. Pérdidas en m<sup>3</sup> (y).

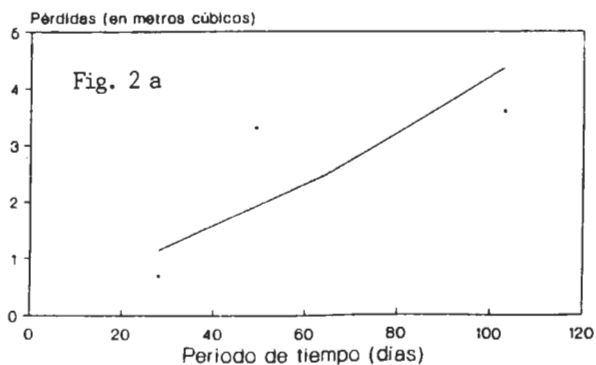
Playa de Sardina del Norte



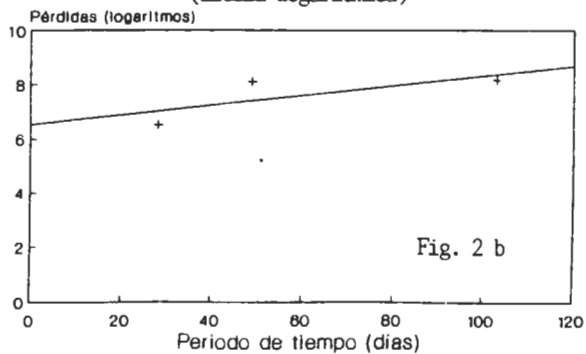
Playa de Sardina del Norte  
(Escala logarítmica)



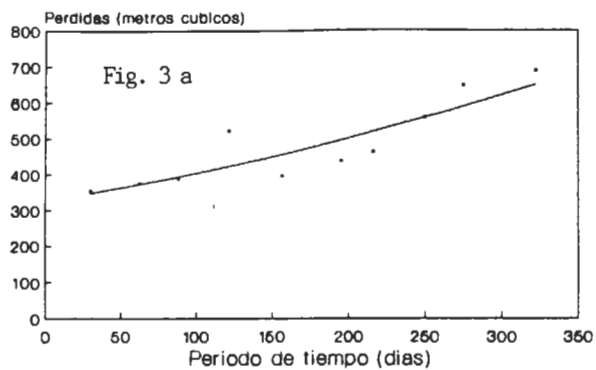
**Playa de El Hombre**



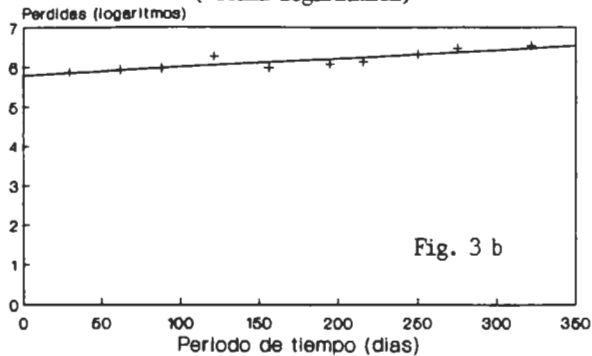
**Playa de El Hombre**  
(Escala logarítmica)



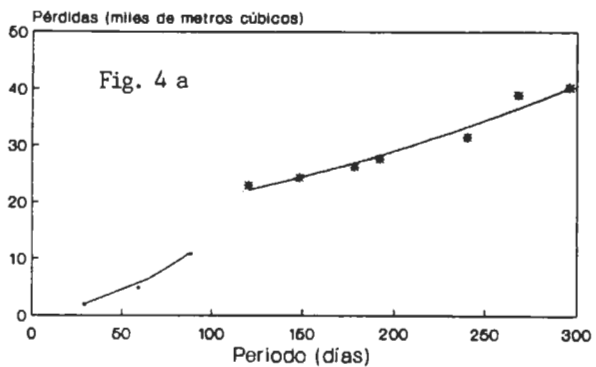
**Playa de El Burrero**



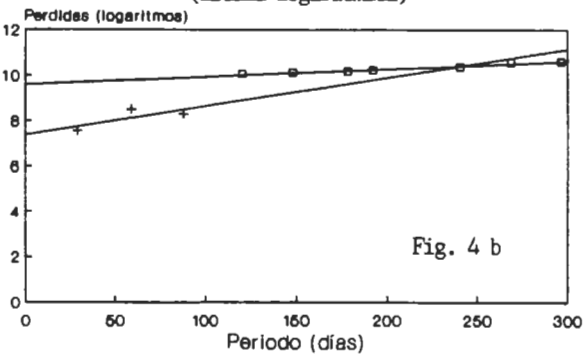
**Playa de El Burrero**  
(Escala logarítmica)



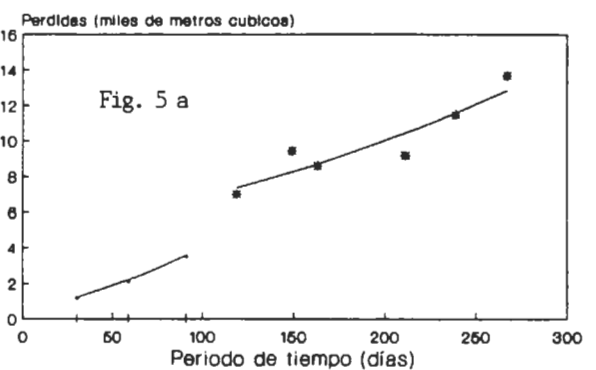
**Playa de El Inglés**



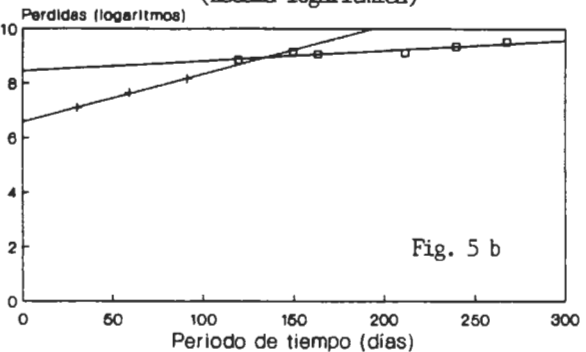
**Playa de El Inglés**  
(Escala logarítmica)



**Punta de Maspalomas**



**Punta de Maspalomas**  
(Escala logarítmica)



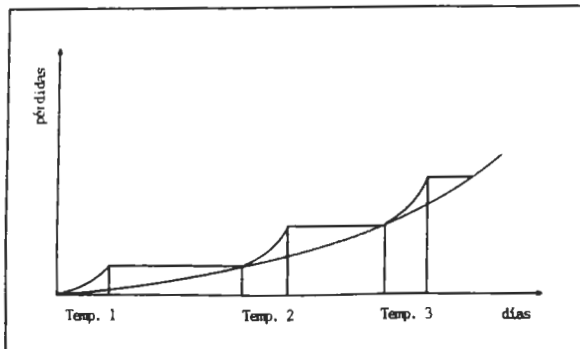


Figura 6

Pérdidas intermareales de arenas por temporales, en una playa, si se admite que siguen funciones del tipo :  $y = a e^{bx}$

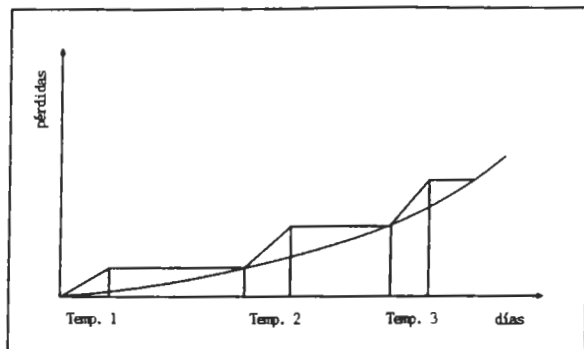


Figura 7

Pérdidas intermareales de arenas por temporales, en una playa, de acuerdo con la expresión :  $y = a (bx)$

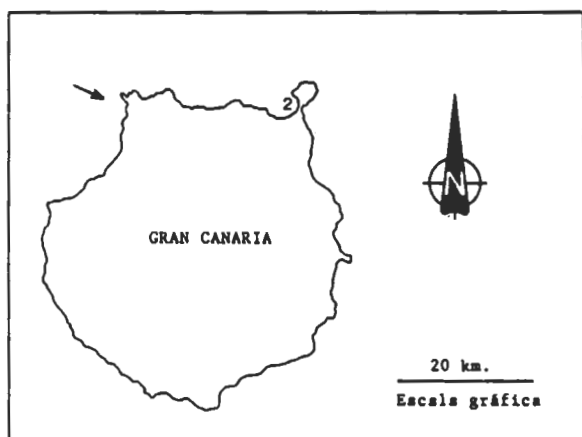


Figura 8

Localización geográfica de la Playa de Sardina del Norte ( Gáldar ).

Playa de Sardina del Norte (Gáldar) Datos de la playa y cambios producidos durante el temporal.	
Entorno morfológico.	Fórmula de Sutrés Bares (1978): $GC^*o.o.$ Coeficiente del grado de erosión: 0.5
Clasificación granulométrica.	$Q_1$ en mm.: 0.264 $Q_2$ en mm.: 0.180 Denominación: entre arenas finas y arenas medias con arenas finas.
Situación morfodinámica.	Previa al temporal: Pendiente intermareal del 5.63% Denominación: Intermedia en sentido estricto.
	Inmediatamente posterior al temporal: Pendiente intermareal del 6.66% Denominación: Intermedia en sentido estricto.
	Estimación del coeficiente $m$ : 0.694
Dimensiones de la playa en metros.	En conjunto: Longitud: 66.8 Amplitud: 57
	Operativas: Longitud: 37.59 Amplitud intermareal: 9 Superficie: 338.31
Pérdidas en $m^2$	204.88
DATOS OCEANOLÓGICOS CORRESPONDIENTES AL TEMPORAL	
Fecha	Del 2/12/87 al 8/12/87 y Del 13/12/87 al 14/12/87.
Situación meteorológica en superficie	Borrasca del N.W
H en metros	$H_s$ : 2.88
	$H_m$ : 3.22
$T_p$ en seg.	9.19
L en metros.	$L_w$ : 131.73
	$L^*$ : 56.82
	$L_o$ : 56.51
$d_b$ en metros	4.125
Coeficiente P	$0.33 \cdot 10^{-12}$
Duración (n) en días.	7.75
Densidad del agua del mar.	1.023106 (17/11/89)

CUADRO 2

Características de la Playa de Sardina del Norte (Gáldar) y seguimiento del temporal en estudio.