

Modificación del perfil de playa. Aplicación a la playa del Saler

ANTONIO LECHUGA ÁLVARO (*)

RESUMEN En general se pueden considerar dos metodologías distintas aplicadas consecutivamente en el tratamiento de los cambios producidos en el perfil de una playa a medi término. Dichas metodologías podían resumirse como: a) Metodología del perfil de equilibrio y b) Metodología de los modelos empíricos.

Con relación a los métodos empíricos de cambio de perfil, hemos usado los siguientes criterios fundamentales en el estudio de la playa del Saler, además de los criterios concordantes con ellos referentes a características en rotura: profundidad, altura y longitud de onda.

Criterio de Sunamura, Criterio de Horikawa-Sunamura y Criterio de Uda-Omata. En la aplicación de estos criterios a la playa del Saler, perfil P-3, escogimos un temporal de pequeña intensidad que se presentó en Marzo de 1993 concretamente los días 25-3-93, 26-3-93, 27-3-93, 28-3-93, 29-3-93, 30-3-93 y 31-3-93, una semana por lo tanto.

Los resultados obtenidos han sido bastante buenos para el temporal registrado en marzo de 1993. En general la aplicación de estos modelos señala que en todas las condiciones se produce barra en el sistema ante los climas marítimos actuales. Esto último es lo que realmente se observa en la playa del Saler que en la localización P-3 señalada siempre presenta una barra bastante conspicua.

BEACH PROFILE EVOLUTION. THE CASE OF THE SALER BEACH

ABSTRACT In general terms, two different methodologies can be considered, applied consecutively in the treatment of the changes produced in the profile of a beach in the medium term. These methodologies could be resumed as follows: a) The equilibrium profile methodology and b) The empirical models methodology.

With respect to the empirical methods of profile change, we used the following fundamental criteria in the study of the Saler beach, as well as the criteria concordant with those referring to breaking characteristics: wave depth, height and length.

Sunamura Criterion, Horikawa-Sunamura Criterion and Uda-Omata Criterion. In the application of these criteria to the Saler beach, P-3 profile, we chose a storm of minor intensity which occurred in March of 1993, to be specific the days 25-3-93, 26-3-93, 27-3-93, 28-3-93, 29-3-93, 30-3-93 and 31-3-93, one full week therefore.

The results we obtained were rather good for this storm registered in March of 1993. In general terms, the application of these models indicates that in all conditions a sandbar is produced in the system, in the face of the acting average maritime climates. This is what is really observed on the Saler beach which, at the P-3 point mentioned above, always presents a fairly conspicuous sandbar.

Palabras clave: Perfil de playa; Barras; Ajuste.

1. INTRODUCCIÓN

Se presentan en este trabajo los primeros resultados de la campaña de medida de perfiles de playa efectuadas en la playa del Saler en el marco del programa comunitario MAST II G8 M Morphodynamics, Project 5 topic A. El objetivo esencial de este proyecto es el estudio de la evolución en los perfiles ante las condiciones climáticas imperantes en el mar Mediterráneo y con la particularidad de efectuar dichas mediciones en una localización que hemos llamado P-3 exactamente enfrente del Parador Nacional Luis Vives

de Valencia. La elección de este lugar estuvo motivada en su día por la necesidad de situar dichas mediciones en una zona donde la playa fuera relativamente rectilínea y abierta y no sometida al resguardo del Puerto de Valencia. Con esta localización se asegura que incluso en condiciones de oleaje no totalmente frontal a la playa el gradiente de la corriente "longshore" es cero o casi cero con lo cual existen condiciones inmejorables para el estudio de la evolución de los perfiles.

Este trabajo tiene una íntima relación con el resto de proyectos correspondientes a medidas de campo en la playa del Saler, concretamente son:

- Seguimiento de la playa del Saler (Valencia). Noviembre 1993.

(*) Jefe del Sector de Costas del CEDEX (MF de Fomento).

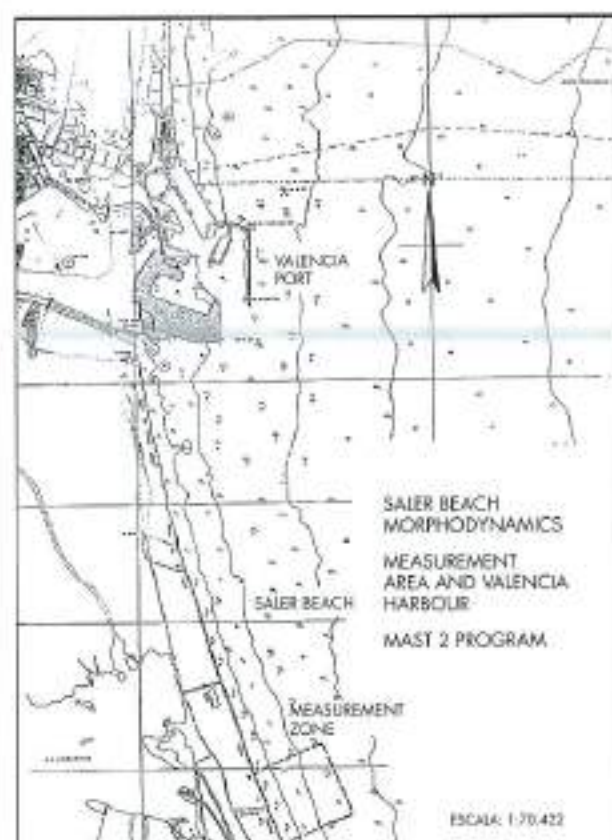


FIGURA 1. Localización.

- Field Measurements at El Saler Beach, Valencia, Spain: waves, profiles and morphodynamics Partial Report 1. Period 1993.
- Asistencia técnica para los trabajos G-8 M, tope 13, del programa "Coastal Area Morphodynamics" y la presentación de los trabajos referentes al programa MAST en el Workshop de Grenoble (France), en particular.
- Simultaneous field measurements of off-shore and near-shore wave. Jose C. Santas.
- Profile measurements on the Saler Beach: main characteristics and some results. A. Lechuga.
- Data sets for coastal area modelling at Saler Beach. L. Moreno.
- Modelling the dynamics of the beach profile J. M. Medina.

En cuanto a otros trabajos relacionados con el tema del Saler realizados por otras instituciones cabe destacar:

- Seguimientos batimétricos efectuados por la Universidad Politécnica de Valencia referenciados a tierra con el uso de pértigas medidores. Referencias de artículos publicados por el estudio anterior de la U.P.U sobre el tema del Saler. En particular,
 - Programa de seguimiento de la playa de "El Saler" (Valencia) II Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos. Principado de Asturias. Mayo 1993. Serra, Reyes, Almenara y Medina.

Visita a la zona y seguimiento puntual y preciso de las medidas de oleaje tanto direccional con la boya instalada en

la zona como escalar con la boya Remro y correntímetros colocados a la altura del Perfil P-3.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

Como hemos indicado anteriormente la zona donde se ha llevado a cabo este estudio se encuentra al Sur del Puerto de Valencia. Desde la construcción y sucesivas ampliaciones de este Puerto las obras externas constituyen una barrera total del sedimento con la importante acumulación aguas arriba (playa de Malvarrosa) y la consiguiente erosión al Sur (playa de Pinedo y El Saler). Teniendo en cuenta que el transporte litoral neto es de dirección Norte-Sur y que es de aproximadamente 300.000 m³/año es fácil estimar y comprobar el retroceso producido en las áreas no defendidas al Sur del Puerto. Comparaciones efectuadas en la línea de costa mediante restitutiones fotogramétricas indican un retroceso medio del frente costero de 1 metro por año.

Este área de medida de los perfiles individuales que hemos llamado P-3 se encuentra a 10 Km al Sur del Puerto, fuera por tanto de la zona abrigada del mismo frente al Parador Nacional Luis Vives. Este área presenta un perfil incompleto con zona dunar, trasplaya, estrán, playa sumergida, sistema de barras, etc.

La playa del Saler es ligeramente curvilínea con una batimetría rectilínea y paralela lo cual nos señala el grado de bondad para el seguimiento de los perfiles ya que cuanto menos el gradiente de la corriente litoral es nulo con lo cual se puede estimar razonablemente bien el flujo de energía perpendicular a la costa, que es el input básico esencial en la dinámica del perfil.

3. MEDIDA DEL OLEAJE

Con el objetivo de medir el oleaje en la zona del Saler se instalaron dos equipos, que pasamos a discutir, en una línea perpendicular a la playa en la localización que hemos llamado P-3 frente al Parador Nacional.

Se ha instalado una Waverider Directional Buoy (WAV-DIR) a una profundidad aproximada de 47 m. Esta boya consta de un sistema de registro en tierra, transmisión por radio y localización por satélite. El procesamiento de los datos con los usuales valores de $H_{1/10}$, H_{max} , $T_{1/10}$, T_{max} , T_p , T_m etc se produce cada tres horas obteniéndose series de valores análogos a los indicados en las figuras 6, 7, 8 y 9.

Así mismo quedó instalado un correntímetro electromagnético S4DW a 8 m de profundidad. En principio las muestras se obtenían durante 9 minutos cada 3 horas al ritmo de 2 muestras por segundo procesándose los datos y obteniéndose series de H_u , H_{max} , T_p , T_m , T_{thm} , etc en la profundidad indicada.

Las salidas de datos y las vicisitudes encontradas figuran en el Informe "Seguimiento de la playa del Saler (Valencia) clave CEDEX 22-492-5-005 Nov. 1993 para la Dirección General de Costas. Por esta razón no vamos a repetir aquí los datos referentes a las medidas de oleaje y solo consideraremos las series temporales que nos hayan servido para algún cálculo o alguna comprobación en el estudio de perfiles en la localización indicada de P-3.

En algunos casos cuando se producen problemas con los equipos que invalidan alguna serie temporal se complementa esta con los datos de la boya escalar de la REMRO situada en el Puerto de Valencia, ya que el objetivo principal de esta toma de datos es obtener la máxima densidad de las mismas para usarlas como "input" en los estudios de perfiles y en la evolución en planta de la playa del Saler.

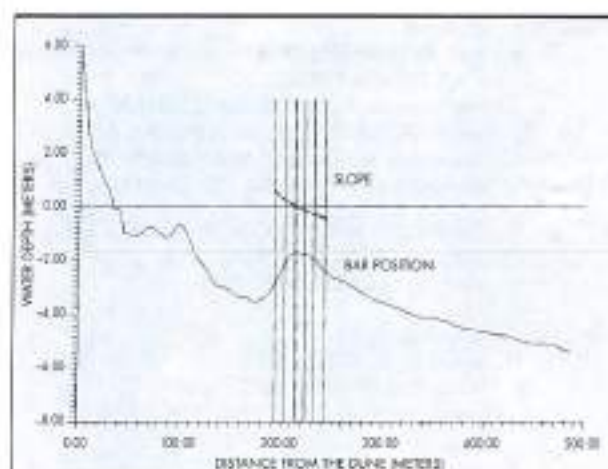


FIGURA 2. Posición de la barra.

Los mismos datos de oleaje aparecen en el informe para las comunidades europeas "Field Measurements at El Saler Beach, Valencia, Spain: Waves, profiles and morphodynamics" Project nº 1 waves and number 5 Topics A and B" Mast 2 CT92-0027 y clave CEDEX 22-393-0-005 March 1994.

4. MEDIDA DE PERFILES

Tenemos tres fuentes principales de toma de datos de perfiles, tanto en lo que se refiere a mediciones efectuadas en la localización P-3 como en el resto del área incluyendo la zona Sur del Puerto de Valencia. Además existen mediciones anteriores a estos mismos puntos (fundamentalmente en P-3) como una batimetría del año 1987 que nos sirvió de comparación con las actuales.

Las tres fuentes principales de datos son:

La Universidad Politécnica de Valencia (Departamento del transporte).

Dirección General de Costas y empresas colaboradoras y CEDEX (Centro de Estudios de Puertos y Costas).

Simplificando podemos decir que las batimetrías correspondientes a la zona del Parador P-3 son de dos tipos: Perfiles obtenidos expresamente en esta zona hasta una distancia de 600-700 m y perfiles obtenidos de las batimetrías generales efectuadas en fechas distintas y que se obtienen mediante el oportuno "tránsito".

Desde el año 1992 y hasta Enero de 1994 tenemos los siguientes perfiles en la localización P-3 que estamos estudiando:

23	Octubre	1992
9	Noviembre	1992
18	Enero	1993
24	Marzo	1993
24	Mayo	1993
8	Julio	1993
30	Noviembre	1993

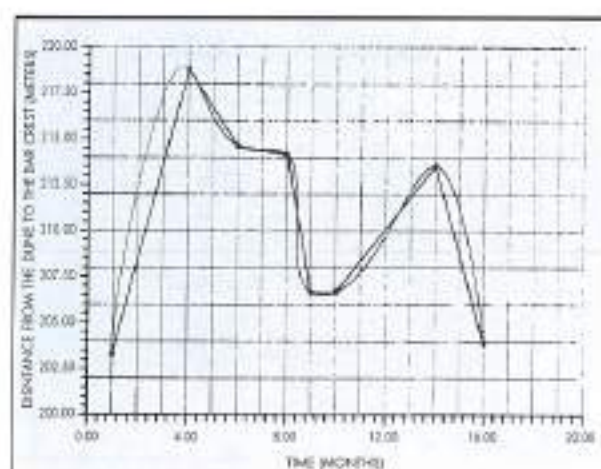


FIGURA 3. Distancia de la barra.

Así mismo tenemos batimetrías completas de fecha:

Octubre	1992
Marzo	1993
Junio	1993
Julio	1993

La principal diferencia entre ambos tipos de perfil es que los primeros alcanzan los 6-7 metros de profundidad y una distancia desde la duna de 600 m y los segundos alcanzan los 10 metros de profundidad y una distancia desde la duna de 1.000-1.100 metros (véanse las correspondientes figuras).

Dadas las características de la playa del Saler y la morfología costera del área los perfiles medidos son más que suficientes para la caracterización litoral de la zona del Parador Nacional, siendo válidas la mayoría de las modelizaciones que pudieran efectuarse con dichos datos.

En el apartado siguiente estableceremos las características esenciales de los perfiles en la localización P-3.

5. CARACTERÍSTICAS DE LOS PERFILES

Los sucesivos perfiles en la localización que hemos llamado P-3 presentan las siguientes características esenciales.

Perfil de playa hipercompleto, con trasplaya, zona dunar, playa seca, estran y playa sumergida.

En esta localización los sucesivos perfiles presentan una barra aproximadamente a la distancia de 200 m desde la duna cuya cresta se encuentra a 2 m de profundidad. Esta barra aparece en toda la situación con características bastante similares de unas a otras.

Menos importante que la anterior, en algunas fechas también aparece una segunda barra aproximadamente a 100 m de la duna con una cresta a 1 metro de profundidad. Esta barra está relacionada directamente con los "beach cusps" que aparecen en la playa en determinadas condiciones.

En un considerado análisis de los sucesivos perfiles es detectable una tercera barra a una profundidad de 4.5 metros y una distancia de 500 metros desde la duna. En resumen podemos afirmar que nos encontramos ante un sistema multibarrado aunque en condiciones normales solo una de las barras, la situada a 200 m desde la duna es relevante. Como

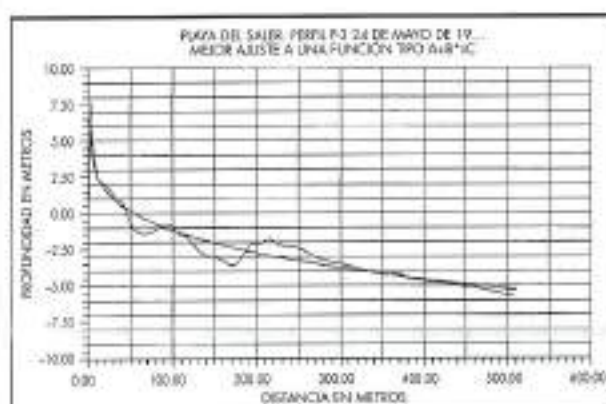


FIGURA 4. Ajuste de perfil.

veremos más adelante la playa en esta localización presenta un perfil que podríamos llamar de "invierno" aunque la clasificación invierno-verano no se adapte como sabemos, a estos mares interiores.

Las pendientes típicas de la playa las podemos clasificar como siguen:

- Entre la duna y la primera barra:
Pendiente típica 10%.
- Entre las dos barras
Pendiente típica 4%
- Entre la barra y offshore
Pendiente típica 1%

Es de resaltar la uniformidad de las pendientes una vez superada la barra exterior.

En cuanto a la granulometría del material de la playa, de típicas muestras de la zona del Parador son las siguientes:

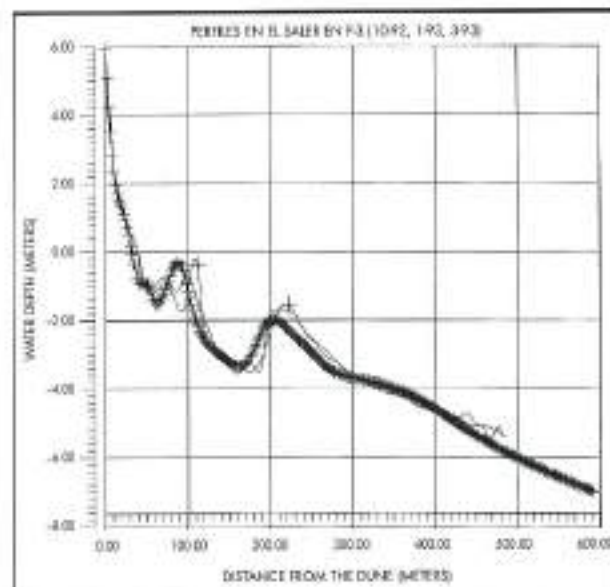


FIGURA 5. Perfiles comparados.

Muestra 1. continue

a = -4.481808215939744
b = 2.175884552439532
media en unidades fi 2.05976379165654
media en mm. 2398552974402548 mm.
desviación típica en fi .459583206691197
desviación típica en mm. .7271963146820287
Coeficiente de correlación .9823341331006302
xm = 1.956889889617378
sesgo = -.2238852519872399

Muestra 2. continue

a = -1.877716555309612
b = .8456559349087226
media en unidades fi .220426154180881
media en mm. .2145779660833894 mm.
desviación típica en fi 1.182514021033787
desviación típica en mm. .4405830746592302
Coeficiente de correlación .9297235236182145
xm = 2.279379633925353
sesgo = 4.985452916062122E-002

Como vemos el material oscila entre 0.21 mm y 0.24 mm y está relativamente bien clasificado.

6. AJUSTE DE PERFILES

Uno de las herramientas más eficaces que tenemos a nuestro alcance en el estudio de perfiles consiste en parametrizar los resultados de las mediciones mediante algunas expresiones más o menos empíricas tratando de conseguir el mejor ajuste posible minimizando un determinado funcional que puede ser la distancia en un proceso que en general es llamado mínimos cuadrados con funciones escogidas por el usuario.

En la literatura han aparecido diferentes funciones a optimizar dependientes de dos o tres parámetros, ya que se puede comprobar que cuando el número de parámetros es mayor la función de mayor ajuste es siempre la correspondiente polinómica.

$$Y = A_n x^n + A_{n-1} x^{n-1} + \dots = \sum A_i x^i$$

Entre las más conocidas están las de tipo potencial con exponente en general fraccionario:

$$h = Ax^m$$

usada, en primer lugar por Brunn (1954) y extensivamente por Dean (1977, 1987, 1991) y otros. En este caso se puede demostrar que con diferentes asunciones esta curva con $m = 2/3$ es la respuesta de equilibrio de la actuación de un oleaje normal a la playa mediante la aplicación de criterios energéticos.

Otro tipo de perfil usado aunque en menor medida es el llamado tipo "exponencial" de la forma

$$H = B(1 - e^{-kx})$$

Este tipo fue primeramente empleado por Ball (1967) en el contexto de estudios de "edge waves". Así como ha sido aplicado por Bodge (1992) y Komar y McDougal (1994).

Nosotros hemos usado extensivamente la "playa potencial" con dos variaciones respecto a los perfiles de Dean citados:

- Usando un origen cualquiera y por lo tanto independizándonos de la línea de agua.

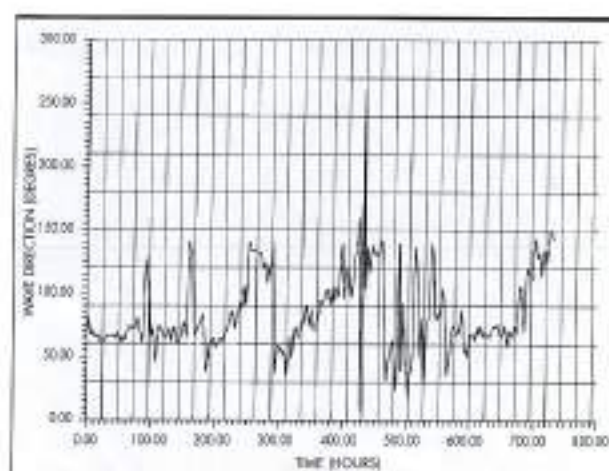


FIGURA 6. Dirección del oleaje. Marzo 1993.

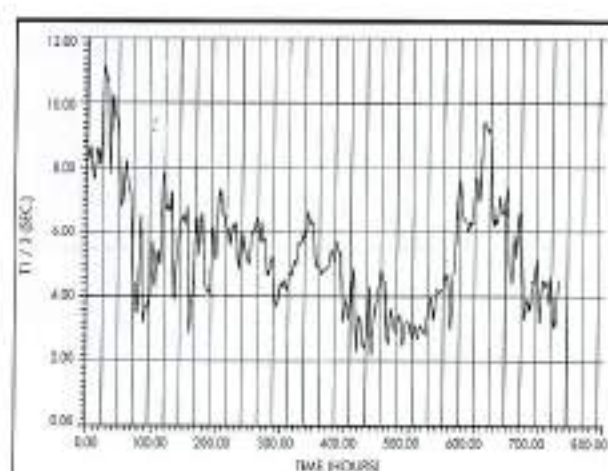


FIGURA 7. Periodo del oleaje. Marzo 1993.

- b) Usando como parámetro también el exponente de la fórmula potencial, obteniendo por tanto una fórmula triparamétrica.

Algunas referencias se pueden encontrar en el Informe sobre la regeneración de la playa de Puente Mayorga, Bahía de Algeciras (Cádiz) (Informe CEDEX - A. Lechuga, 1994, sin publicar) y en el citado "Profile Measurements on the Saler Beach, Main characteristics and some results. A Lechuga 1993.

En los casos que hemos estudiado de la playa del Saler la principal característica y dificultad al mismo tiempo es la existencia de la barra a 200 m de distancia de la duna y que como es lógico no se adapta a la uniformidad requerida por el perfil propuesto.

Ni que decir tiene que el objetivo esencial de estos ajustes es intentar aproximarnos a la noción de perfil de equilibrio. En las sucesivas aplicaciones del método iremos comprobando el grado de cercanía o alejamiento de este concepto.

El proceso esquemático seguido para la obtención del perfil de mejor ajuste es el siguiente:

Mejor ajuste del perfil representado por $\dots x(x_1, \dots, x_n)$, y $(y_1, \dots, y_n)$ a una función exponencial del tipo:

$$Y = A + B \cdot X^C$$

siendo A , B , y C los parámetros a estimar mediante el proceso de mejor ajuste.

Como veremos es del tipo $B \cdot X^C$ pero independizándonos del origen de coordenadas mediante el coeficiente A .

El problema final se resume en minimizar la función E :

Siendo A , B y C los parámetros a estimar mediante el modelo:

$$E = \sum_{i=1}^n |y_i - A - B \cdot x_i^{C/2}|$$

Sin entrar en consideraciones sobre el aparato matemático para hacer esto, diremos que el cálculo de A , B y C óptimos se reduce a la aplicación del método de aproximación de NEWTON-RAPHSON al gradiente de E .

Precisamente el valor de E es la cota del error que se produce en el ajuste, siguiendo por tanto para comparar diferentes ajustes.

$$R^2 = 1 - \frac{\bar{E}}{\sum y_i^2}$$

La primera prueba de ajuste la efectuaron con un perfil del año 1987 correspondiente aproximadamente a la misma localización P-3 del presente estudio. Los resultados fueron los siguientes:

$$Y = A + B \cdot X^C$$

$$A = 9.19981E-1$$

$$B = -5.33130E-2$$

$$C = 7.57504E-1$$

$$E = 3.11829E0$$

$$R^2 = 9.98047E-1$$

Como vemos la bondad del ajuste es notable. Tenemos que notar el alto valor del exponente C .

Una indicación necesaria es que en este caso se trata de un perfil "largo" hasta 1.000 m y que en el ajuste se ha tenido en cuenta la barra, queriendo esto indicar que se incluyen los puntos correspondientes (en otro caso usaremos otro criterio).

Aplicando el mismo procedimiento a los datos de octubre de 1992 obtenemos:

$$Y = A + B \cdot X^C$$

$$A = 3.27382$$

$$B = -0.456198$$

$$C = 0.488629$$

$$E = 23.6361$$

$$R^2 = 0.994481$$

Con un ajuste algo peor que en el caso anterior. Por el contrario en esta campaña de Octubre de 1992 usando los datos solamente desde la barra hacia el mar obtenemos los siguientes resultados:

$$Y = A + B \cdot X^C$$

$$A = 2.94586$$

$$B = 0.244108$$

$$C = 0.579405$$

$$E = 0.953416$$

$$R^2 = 0.999772$$

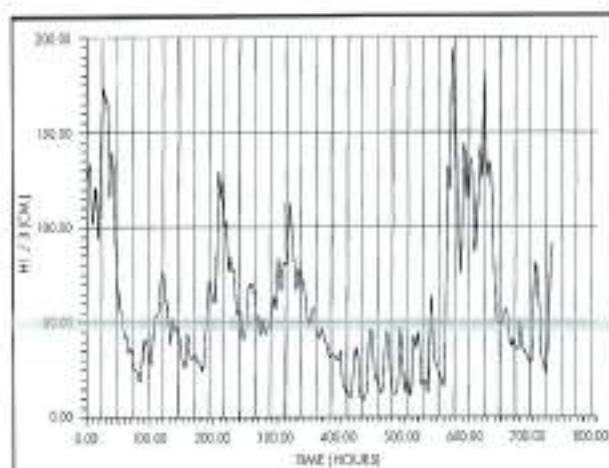


FIGURA 8. Altera significativa, Marzo 1993.

Con un ajuste muy bueno lo que confirma la situación de equilibrio a largo término de la playa una vez eliminados las perturbaciones cercanas a la orilla.

En relación con los datos de Nov. de 1992 el ajuste es francamente malo debido al hecho de que hay un tramo de playa considerable sin datos.

En Enero de 1993 hemos procedido a hacer el ajuste con dos procedimientos:

- Con datos brutos
- Con datos suavizados

Con datos brutos la función de mejor ajuste:

$$\begin{aligned} A &= 6.12600 \\ B &= -2.45010 \\ C &= 0.24461 \\ E &= 101.087 \\ R^2 &= 0.964019 \end{aligned}$$

Con datos previamente suavizados la función de mejor ajuste es:

$$\begin{aligned} A &= 9.38235 \\ B &= -4.66890 \\ C &= 0.181218 \\ E &= 36.96501 \\ R^2 &= 0.985971 \end{aligned}$$

Como vemos en ambos casos el ajuste es peor que en los casos anteriores particularmente considerando los datos brutos.

Con los datos de marzo de 1993 efectuaremos múltiples ajustes que esencialmente se corresponden con lo que sigue:

Un ajuste de los datos brutos con los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} A &= 4.46842 \\ B &= -0.718046 \\ C &= 0.432974 \\ E &= 109.638 \\ R^2 &= 0.994169 \end{aligned}$$

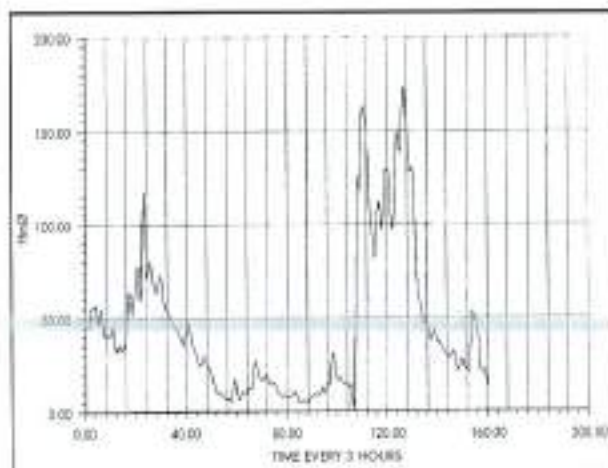


FIGURA 9. Altura media, Marzo 1993

En este caso el ajuste relativo no es demasiado malo pero el absoluto es deficiente.

Los mismos datos de Marzo de 1993 pero aplicando un suavizado previo nos dieron los resultados:

$$\begin{aligned} A &= 2.88496 \\ B &= -0.300935 \\ C &= 0.54459 \\ E &= 45.5153 \\ R^2 &= 0.997543 \end{aligned}$$

Aumentando tanto el ajuste relativo como el absoluto.

Si el ajuste lo efectuamos usando solo los datos desde la barra hasta aguas profundas nos encontramos con los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} A &= 3.23183 \\ B &= -0.276600 \\ C &= 0.562368 \\ E &= 4.58856 \\ R^2 &= 0.999749 \end{aligned}$$

Aumentando sorprendentemente el ajuste tanto relativo como absoluto con la particularidad adicional de que el valor del exponente se aproxima al valor teórico obtenido por Brunn y Dean que como sabemos es aproximadamente de 2/3.

Quiero esto decir que eliminando las perturbaciones que supone la barra el equilibrio de forma en sentido transversal de la playa es muy notable.

Es de destacar aquí que como resultado colateral del ajuste efectuado obtenemos una barra aproximadamente a 520 m de distancia de la duna. Esta barra es ampliada numéricamente mediante el procedimiento de ajuste, ya que apenas es perceptible en los gráficos correspondientes del perfil.

Finalmente en la campaña de 24 de Marzo de 1993 obtenemos los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} A &= 7.64223 \\ B &= -0.306242 \\ C &= 0.230836 \\ E &= 88.2832 \\ R^2 &= 0.97258 \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta que en este caso el sistema de barras tiene un peso considerable el ajuste no es muy bueno.

Como resumen y conclusión de este apartado presentamos los ajustes de dos perfiles Octubre 1992 y Marzo 1993. Como vemos los valores se ajustan bastante bien a los teóricos.

Incluyendo el sistema de barras

Octubre
1992

$$Y = 3.2738 - 0.4562 \cdot X^{0.4588}$$

Marzo
1993

$$Y = 4.4684 - 0.7180 \cdot X^{0.4336}$$

Sin incluir el sistema de barras

Octubre
1992

$$Y = 2.9459 - 0.2441 \cdot X^{0.5794}$$

Marzo
1993

$$Y = 3.2918 - 0.2766 \cdot X^{0.5834}$$

7. CRITERIOS EMPÍRICOS DE MODIFICACIÓN DEL PERFIL

En general se pueden considerar dos metodologías distintas aplicadas consecutivamente en el tratamiento de los cambios producidos en el perfil de una playa a medio término. Dichas metodologías tienen relación con los apartados a) perfil de equilibrio y b) modelos empíricos.

Con relación a los métodos empíricos de cambio de perfil, hemos usado los siguientes criterios fundamentales en el estudio de perfiles, además de los criterios concordantes con ellos referentes a características en rotura: profundidad, altura y longitud de onda.

Criterio de Sunamura (1984):

$$KA = HB^2 / GT_0^2 \cdot D50$$

$$HB / DB = 11 \cdot (tg\beta)^{1/6} (H_o / L_o)^{-1/2}$$

$$HB / H_s = (tg\beta)^{1/3} (H_o / L_o)^{-1/4}$$

En donde HB es la altura en rotura H_s es la altura en aguas profundas, DB es la profundidad en rotura, L_o es la longitud de onda en aguas profundas, $tg\beta$ es la pendiente media o representativa de la playa, D_{50} es el tamaño medio del árido, KA es el parámetro de Sunamura.

Criterio de Horikawa-Sunamura:

$$H_o / L_o = CS(tg\beta)^{-0.027} \cdot (D_{50} / L_o)^{0.87}$$

En donde los símbolos tienen el mismo significado anterior, siendo CS el parámetro representativo del criterio.

Un criterio reciente es el de los profesores Uda y Omata que establece:

$$D_{50} = CC \cdot FX_o^{-0.2}$$



FIGURA 10. Perfiles mostrando las barras.

en donde CC es el parámetro del criterio y FX_o es el flujo de energía del oleaje incidente en aguas profundas:

$$FX_o = \frac{H_o^2 \cdot g \cdot T}{32\pi} \cdot \cos^2(\sigma_o)$$

otro criterio de frecuente uso es el debido a LARSON (1988). Según este criterio los límites entre erosión y acreción se definen como:

$$\frac{H_o}{L_o} < 0.00070 (H / WT)^2 \text{ erosión}$$

$$\frac{H_o}{L_o} < 0.00070 \left(\frac{H}{WT} \right)^2 \text{ acreción}$$

En la aplicación de estos criterios a la playa del Saler, perfil P-3, escogimos un temporal de pequeña intensidad que se presentó en Marzo de 1993 concretamente los días 25-3-93, 26-3-93, 27-3-93, 28-3-93, 29-3-93, 30-3-93 y 31-3-93, una semana por lo tanto.

Los valores medios diarios de la altura significativa, tomada como $H_{1/3}$ y el período $T_{1/3}$ correspondiente fueron los siguientes:

H1/3

25-3-93	117.3125 cm.
26-3-93	118.7291625 cm.
27-3-93	120.347225 cm.
28-3-93	47.6458375 cm.
29-3-93	34.9166625 cm.
30-3-93	38.9791625 cm.
31-3-93	40.9791625 cm.

T1/3

25-3-93	5.5854125 sg.
26-3-93	6.1791625 sg.
27-3-93	6.2083375 sg.
28-3-93	5.3083375 sg.
29-3-93	4.2895875 sg.
30-3-93	3.70825 sg.
31-3-93	3.5020875 sg.

De igual modo las direcciones medias diarias de presentación del oleaje respecto del Norte fueron las siguientes:

Direcciones (grados)

25-3-93	61.0479125°
26-3-93	55.1166625°
27-3-93	60.1416625°
28-3-93	61.6291625°
29-3-93	69.86875°
30-3-93	106.3375°
31-3-93	116.3270875°

Con estos datos, y teniendo en cuenta que en nuestra localización la costa forma aproximadamente 70° con el Norte, procedemos a efectuar los siguientes cálculos día a día, usando las teorías del oleaje, en su caso más acordes con el fenómeno o la magnitud a calcular.

Efectuando los cálculos día a día obtenemos:

Día 25 Marzo 1993

$H_0 = 1.173125$ m.
$\phi_1 = 70 - 61.0479125 = 8.9520875$
$D1 = 47$ m.
$L1 = 48.6875412984$
$TP = 5.5854125$ seg.
$\phi_0 = 8.9521848119$
$TAGB = 0.01$
$HB = 1.1853970686$
$DB = 1.70201994142$
$LB = 21.9805003681$

$D_{50} = 0.00024$
$KA = 19.1387717027$
$\phi_B = 4.0284082883$
$\cos \phi_B = 0.997529341116$
$\cos^2 \phi_B = 0.995064786337$
$KA \cdot \cos^2 \phi_B = 19.0443177761$
$CS = 24.9892559048$
$TANBF = 0.0573723620729$

Día 26 Marzo 1993

SU.EQ	$H_0 = 1.187291625$
	$\phi_1 = 70 - 55.1166625 = 14.8833375$
	$D1 = 47$ m.
	$L1 = 59.583801764$ m.
	$TP = 6.1791625$ seg.
	$\phi_0 = 14.8848467839$
	$TAGB = 0.01$
	$HB = 1.25809755529$ m.
	$DB = 1.7780079318$ m.
	$LB = 24.9930425$ m.

SUNA.EQ	$D_{50} = 0.00024$
	$KA = 17.6140558771$
	$\phi_B = 6.18500229602$
	$\cos \phi_B = 0.994179199751$
	$\cos^2 \phi_B = 0.988392281218$
	$KA \cdot \cos^2 \phi_B = 17.4095968699$

SUHO	$CS = 23.6597068204$
BSL	$TANBF = 0.0585755538419$

Día 27 Marzo 1993

SU.EQ	$H_0 = 120.347225$ cm.
	$\phi_1 = 70 - 60.1416625 = 9.8583375$
	$D1 = 47$ m.
	$L1 = 60.1472014973$
	$TP = 6.2083375$
	$\phi_0 = 9.85942040479$
	$TAGB = 0.01$
	$HB = 1.27392166847$
	$DB = 1.80100322926$
	$LB = 25.2700948787$

SUNA.EQ	$D_{50} = 0.00024$
	$KA = 17.8908791627$
	$\phi_B = 4.12501362829$
	$\cos \phi_B = 0.997409474228$
	$\cos^2 \phi_B = 0.99482565928$
	$KA \cdot \cos^2 \phi_B = 17.7983056581$

SUHO	$CS = 23.9077040987$
BSL	$TANBF = 0.0583476441253$

Día 28 Marzo 1993

SU.EQ	$H_0 = 0.476458375$
	$\phi_1 = 70 - 61.6291625 = 8.3708375$
	$L1 = 43.9772226079$
	$TP = 5.3083375$
	$\phi_0 = 8.37086229008$
	$TAGB = 0.01$
	$HB = 0.587930502733$
	$DB = 0.789768179584$
	$LB = 14.4942219298$
	$\phi_B = 2.75011520513$

SUNA.EQ	$KA = 5.21232875884$
	$\cos \phi_B = 0.998848259157$
	$\cos^2 \phi_B = 0.997697844821$
	$KA \cdot \cos^2 \phi_B = 5.20032916919$

SUHO	$CS = 10.4958553925$
BSL	$TANBF = 0.0794187954809$

Día 29 Marzo 1993

SU.EQ	$H_0 = 0.349166625$
	$\phi_1 = 70 - 69.86875 = 0.13125$
	$D1 = 47$ m.
	$L1 = 28.71726539$
	$TP = 4.2895875$
	$\phi_0 = 0.131250000307$
	$TAGB = 0.01$
	$HB = 0.41861068985$
	$DB = 0.567751686389$
	$LB = 9.91146419787$

SUNA.EQ	$D_{50} = 0.00024$
	$KA = 4.04656421118$
	$\phi_B = 0.0452995316962$
	$\cos \phi_B = 0.999999687455$
	$\cos^2 \phi_B = 0.99999937491$
	$KA \cdot \cos^2 \phi_B = 4.04656168171$

SUHO	$CS = 8.85327543584$
BSL	$TANBF = 0.0846076508618$

Día 30 Marzo 1993

$H_0 = 0.389791625$
 $q_1 = 70 - 106.3375 = -36.3375$
 $D1 = 47 \text{ m.}$
 $L1 = 21.4378605694$
 $TP = 3.70625$
 $\phi_0 = -36.3374999999$
 $TAGB = 0.01$
 $HB = 0.42259050832$
 $DB = 0.592645061038$
 $LB = 8.67570844648$

SUNA.EQ $D_{90} = 0.00024$
 $KA = 5.52416859402$
 $qB = 13.8744885275$
 $\cos qB = 0.970823349094$
 $\cos^2 qB = 0.942497975146$
 $KA \cdot \cos^2 qB = 5.20651771423$

SUHO $CS = 10.884314845$
 BSL $TANBF = 0.078273450959$

Día 31 Marzo 1993

SU EQ $H_0 = 0.409791625$
 $q_1 = 70 - 116.3270875 = -46.3270875$
 $D1 = 47 \text{ m.}$
 $L1 = 19.1410609472$
 $TP = 3.5020875$
 $\phi_0 = -46.3270874999$
 $TAGB = 0.01$
 $HB = 0.426494868619$
 $DB = 0.606369778416$
 $LB = 8.25560278034$
 $D_{90} = 0.00024$
 $KA = 6.30188544658$
 $qB = 18.1773260506$
 $\cos qB = 0.950095579017$
 $\cos^2 qB = 0.902681609268$
 $KA \cdot \cos^2 qB = 5.68859609634$

SUHO $CS = 11.8788053098$
 BSL $TANBF = 0.0757379629126$

Finalmente la aplicación del método del flujo de energía de UDA y OMATA (1990) nos da los siguientes resultados utilizando las medias diarias durante la semana del 25 al 31 de Marzo de 1993.

25 - 3 - 93 $H_0 = 1.173125$
 $TP = 5.5854125$
 $\phi_0 = 8.9521848119$
 $F_{X0} = 0.731627838413$
 $CC = 0.308161985837$

26 - 3 - 93 $H_0 = 1.187291625$
 $TP = 6.1791625$
 $\phi_0 = 14.88484467839$
 $F_{X0} = 0.793578506326$
 $CC = 0.288761523439$

27 - 3 - 93 $H_0 = 1.2047225$
 $TP = 6.2083375$
 $\phi_0 = 9.85942040479$
 $F_{X0} = 0.853134296619$
 $CC = 0.272519335124$

28 - 3 - 93 $H_0 = 0.476458375$
 $TP = 5.3083375$
 $\phi_0 = 8.37086229008$
 $F_{X0} = 0.115052837746$
 $CC = 1.35360943796$

29 - 3 - 93 $H_0 = 0.349166625$
 $TP = 4.2895857$
 $\phi_0 = 0.13125000030$
 $F_{X0} = 0.0510117893903$
 $CC = 2.59462617697$

30 - 3 - 93 $H_0 = 0.389791625$
 $TP = 3.70621$
 $\phi_0 = 36.3374999999$
 $F_{X0} = 0.0356423774658$
 $CC = 3.45651073108$

31 - 3 - 93 $H_0 = 0.40979125$
 $TP = 3.5020875$
 $\phi_0 = 46.3270874999$
 $F_{X0} = 0.0273541202747$
 $CC = 4.27162421703$

Con los datos anteriores podemos efectuar la tabla 1, resumen de resultados sobre la evolución de los parámetros más significativos de los modelos empíricos que hemos usado en este trabajo.

DIA	KA	CS	CC
25	9.044317	24.989256	0.308162
26	17.409597	23.659706	0.288763
27	17.798306	23.907703	0.272519
28	5.200329	10.495855	1.353609
29	4.046562	8.853275	2.594626
30	5.506518	10.884315	3.456511
31	5.688596	11.878805	4.271624

TABLA 1.

8. CONCLUSIONES

A lo largo de este estudio se han obtenido algunos resultados que pasamos a resumir en forma de conclusiones.

La curva de mejor ajuste a los sucesivos perfiles en la localización P-3 se corresponde aceptablemente bien con los modelos de playa de tipo potencial con exponente variable.

Los resultados del ajuste dependen fuertemente según se considere la barra principal de la playa o no.

En el caso de que no se considere la barra el ajuste se corresponde muy bien con la parábola semicúbica (exponente igual 2/3).

La aplicación de los modelos empíricos de evolución de perfil de Sunamura, Horikawa y Uda-Omata han dado muy buenos resultados para un temporal de pequeña intensidad registrado en Marzo de 1993.

En general la aplicación de estos modelos señala que en todas las condiciones se produce barra en el sistema ante los climas marítimos medios actuantes.

Como trabajos planeados para el futuro indicamos los siguientes: a) Estudio de la posición de la barra principal, b)

Estudio del sistema multibarrado y C) análisis de movimiento "cross-shore" teniendo en cuenta los cambios producidos en el perfil P-3 en cada dos sucesivos registros.

9. AGRADECIMIENTOS

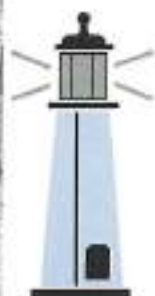
En primer lugar se agradece la financiación conjunta, Comisión Europea-CEDEX, mediante contrato MAS2-CT92-0027.

Este trabajo se encuentra conectado al resto de los trabajos del programa MAST en particular al proyecto de oleaje en la naturaleza (playa del Saler) gestionado por D. José Carlos Santas López y a la Evolución en planta de la playa del Saler gestionado por D. Luis Moreno Blasco. A ambos mi agradecimiento, así como a D. José María Medina Villaverde y D. José Manuel de la Peña Olivas. De igual modo se agradece la participación en este proyecto de la Universidad Politécnica de Valencia que ha facilitado sus perfiles en el Parador. En particular se agradece a los profesores J.R. Medina, J. Serra y V. Esteban.

REFERENCIAS

- KAWATA, Y. (1989). Methodology of Beach Erosion Control and its Application. Coastal Eng. in Japan 32,1.
- LARSON, M. and KRAUS, N. C. (1992). Analysis of Cross-Shore movement of Natural Longshore bars and material placed to create longshore bars: U. S. Army Corps Engineers tr 92-5.
- LECHUGA, A. (1995). Profile measurement on the Saler Beach: main characteristics and some results. Coastal Morphodynamics. CEDEX (Report).
- MEDINA VILLAVERDE, J. M. (1995). Modelling the dynamics of the beach profile. Workshop G8M Gdansk (Poland).
- MORENO, L. (1993). Data sets for coastal area modelling at el Saler Beach. Workshop G8-M Grenoble.
- SANTAS, J. C. (1993). Simultaneous field Measurements of off-shore and nearshore waves. Workshop G8-M Grenoble.
- SUNAMURA, T. (1988). Beach Change and coastal sediment transport, In: K. Horikawa (Editor), Nearshore Dynamics and Coastal Processes, Univ. Tokyo. Press pp 136-166.
- UDA, T. and OMATA, A. (1990). Process of Berm Formation and Predominant factors determining foreshore change. Coastal Eng., in Japan 33,1.

PUERTOS DE CANARIAS



LA CONEXION IMPRESINDIBLE

(PARA NUESTRO COMERCIO Y TURISMO)



GOBIERNO DE CANARIAS
CONSEJERIA DE OBRAS PUBLICAS, VIVIENDA Y AGUAS