

Comparación de datos de oleaje en modelo y naturaleza en la playa del Saler (Valencia). 1ª fase

JOSÉ MANUEL DE LA PEÑA OLIVAS (*)
JOSÉ CARLOS SANTÁS LÓPEZ (**)

RESUMEN En este artículo, se presentan los resultados obtenidos de la comparación de los resultados registrados en dos medidores de oleaje direccional situados a 50 y 8 metros de profundidad, respectivamente, en la playa del Saler de Valencia y los obtenidos propagando con modelo matemático desde la boya más profunda hasta alcanzar la de 8 metros de calado. Este trabajo se ha realizado dentro del programa marco "Mast II" de la Unión Europea, encuadrado dentro de su "Project 1-Waves".

MODEL AND NATURAL WAVE DATA COMPARISON ON SALER BEACH

ABSTRACT In this article, the results of comparison of buoy directional data waves at 50 and 8 meters with the results of wave mathematical propagations are shown, from 50 to 8 meters depth. This work was done for "Mast II" program of European Union, in the "Project 1-Waves".

Palabras clave: Oleaje; Tanque de oleaje multidireccional; Modelo matemático; Toma de datos; Propagación del oleaje; Altura de ola; Espectro de oleaje.

1. INTRODUCCIÓN

El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas firmó un contrato, en 1992, con la Unión Europea dentro del programa marco "Mast-2: European Marine Science and Technology" con el objetivo de desarrollar una serie de trabajos de investigación en la playa del Saler, próxima a Valencia. Entre la serie de trabajos programados, se encuentra el estudio del clima marítimo de la zona, como dato imprescindible de entrada para el posterior estudio, caracterización y modelización de las modificaciones y evolución de la playa en cuestión. Este trabajo, denominado genéricamente "Estudio del oleaje en la playa del Saler" engloba una serie de subestudios, como son:

1. Toma de datos de ola en altamar y orilla simultáneamente.
2. Análisis, por correlación espectral, de grupo de olas.
3. Modelo físico en tres dimensiones, 3-D, para la propagación de oleaje.
4. Modelo numérico de propagación para oleaje y onda larga con modelos tipo Bussinesq y parabólico.

En este artículo se presenta, de forma resumida y comprensible para el lector, uno de los desarrollos del cuarto punto, que se tituló con el mismo nombre con que se ha encabezado este artículo.

El objetivo del trabajo fue determinar la correlación existente entre los datos obtenidos y registrados en un correntímetro, anclado a 8 metros de profundidad y los datos obtenidos a partir de los registros de una boya direccional, anclada a 47-50 metros de profundidad, y propagados hasta el lugar donde se sitúa el correntímetro, mediante modelos matemáticos de propagación.

La ubicación de correntímetro y boya direccional es en la playa del Saler en Valencia, a la altura del parador nacional "Luis Vives", estando perfectamente situados en la figura nº 1.

Los modelos matemáticos a utilizar son:

1ª fase: "REFDIF"; basado en la aproximación parabólica a la solución de la ecuación de Berkoff.

2ª fase: "MIKE21"; utiliza un modelo de Bussinesq.

En la primera fase, ya realizada, se propagó diecisiete estados del mar registrados en la boya direccional "WAVE-DIR", anclada a la -50 metros. Los estados del mar vienen representados por sus espectros, los cuales se ajustaron según un espectro teórico tipo JONSWAP.

El espectro teórico ajustado sirvió de dato de partida, junto al espectro direccional teórico tipo GAUSS, para la propagación con el modelo matemático "REFDIF".

(*) Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Jefe de la División de Estudios Litorales del Sector de Costas del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX (MOPTMA).

(**) Doctor en Ciencias Físicas. Coordinador del Programa de Medidas Avanzadas del Sector de Costas del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX (MOPTMA).



FIGURA 1. Lugar de ubicación del correntímetro y boya direccional.

Una vez propagados los diferentes espectros se midió la altura significativa $H_{(100)}$ en los dos puntos donde se sitúan los equipos de medida, a la -50 y -8 metros.

Las alturas de ola $H_{(100)}$ medidas en las propagaciones se compararon con las registradas en los aparatos de medida $H_{(100)}$ boya direccional y correntímetro, conociendo, así, la sensibilidad del modelo y la correlación existente entre los datos que suministra la aplicación de un modelo matemático y la que ofrece la naturaleza.

La primera de las comparaciones, en la boya direccional anclada a la -50, indica, dada la proximidad al borde de la malla de propagación, el grado de veracidad del estado del mar reproducido y propagado en el propio modelo. La segunda de las comparaciones, en el correntímetro anclado a la -8 metros, es el verdadero testigo para realizar la comparación de los datos de la altura significativa obtenidos por los dos medios, en el modelo y en la naturaleza.

2. ÁREA A REPRODUCIR

Para elegir correctamente el área a simular y reproducir en la propagación con el modelo "REFDIR", malla batimétrica, se siguió los siguientes criterios:

1. Ubicación de boya direccional "WAVEDIR" a -50 metros y correntímetro "S4DW" a -8 metros en el centro de la malla.
2. El eje mayor de la malla a reproducir debiera tener la misma dirección, aproximadamente, que la dirección media de propagación de oleaje que se iba a reproducir.

3. La malla en su menor dimensión tuviera la suficiente anchura para evitar cualquier distorsión de borde que alterase los resultados del modelo.

Teniendo en cuenta las anteriores premisas, y utilizando la carta náutica n° 476, "De cabo Cullera al puerto de Valencia" del Instituto Hidrográfico de la Marina Española, se tomó una malla de 6.815 metros por 9.052 metros, que alcanzaba profundidades algo mayores de -50 metros, donde se ubica la boya direccional "WAVEDIR".

La batimetría una vez digitalizada de su original quedó tal y como muestra la figura n° 2.

3. ESTADOS DEL MAR Y ESPECTROS DE OLEAJE A REPRODUCIR

Para la elección de los diversos estados del mar a reproducir y comparar en modelo y naturaleza, se siguieron los siguientes criterios:

1. Existían datos registrados tanto en la boya direccional "WAVEDIR" a -50 metros como en el correntímetro "S4DW" a -8 metros.
2. Existían temporales de poca dispersión respecto a la dirección principal de propagación.

Con las anteriores premisas, se analizaron y estudiaron todos los registros de la boya direccional y del correntímetro correspondientes al año 1993, figura n° 3, eligiéndose los siguientes temporales:

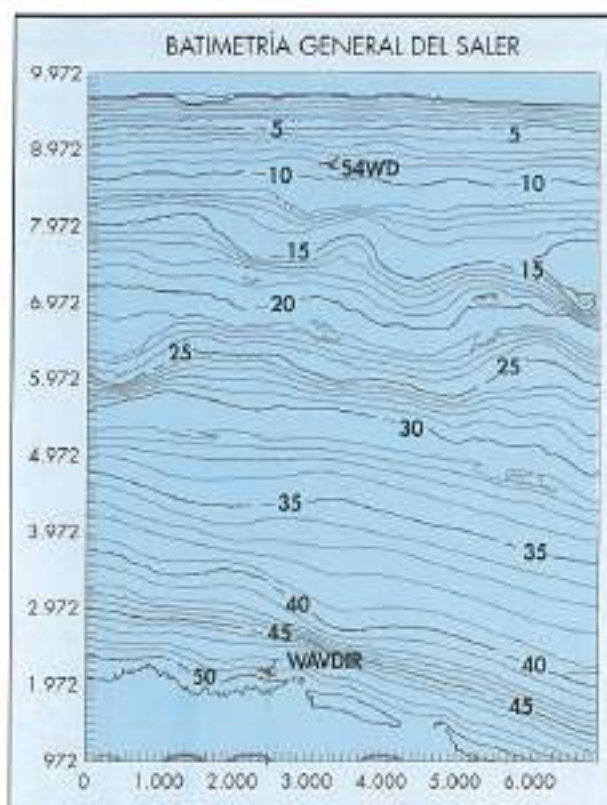


FIGURA 2. Batimetría digitalizada del área a propagar.

- *Febrero de 1993*: 10 estados del mar, correspondientes a los días 24 y 26.
- *Marzo de 1993*: 10 estados del mar, correspondientes a los días 1 y 2.

Una vez elegidos los diversos estados del mar, se obtuvo de ellos sus correspondientes espectros de energía. Dichos espectros se decidió asimilarlos y ajustarlos a espectros teóricos tipo JONSWAP y a espectros direccionales tipo GAUSS.

De los veinte espectros representativos de los estados del mar, sólo tres de ellos no pudieron ajustarse a un espectro teórico tipo Jonswap, así por ejemplo puede apreciarse en la figura nº 4 que los estados del mar correspondientes a las 12 y 15 horas no se ajustan, en absoluto, a un espectro "típico" teórico, por lo que se prefirió desechar dichos estados del mar, correspondiendo éstos a las horas y días siguientes:

- 1º estado del mar: 0 horas del día 24 de febrero de 1993.
- 5º estado del mar: 12 horas del día 24 de febrero de 1993.
- 6º estado del mar: 15 horas del día 24 de febrero de 1993.

Así pues, finalmente se reprodujeron 17 estados del mar, cuyas características espectrales, según un espectro de energía teórico tipo JONSWAP y un espectro direccional tipo GAUSS fueron las especificadas en el cuadro nº 1.

Donde:

Gamma: es la γ del espectro tipo Jonswap.

Tp: es el periodo de pico.

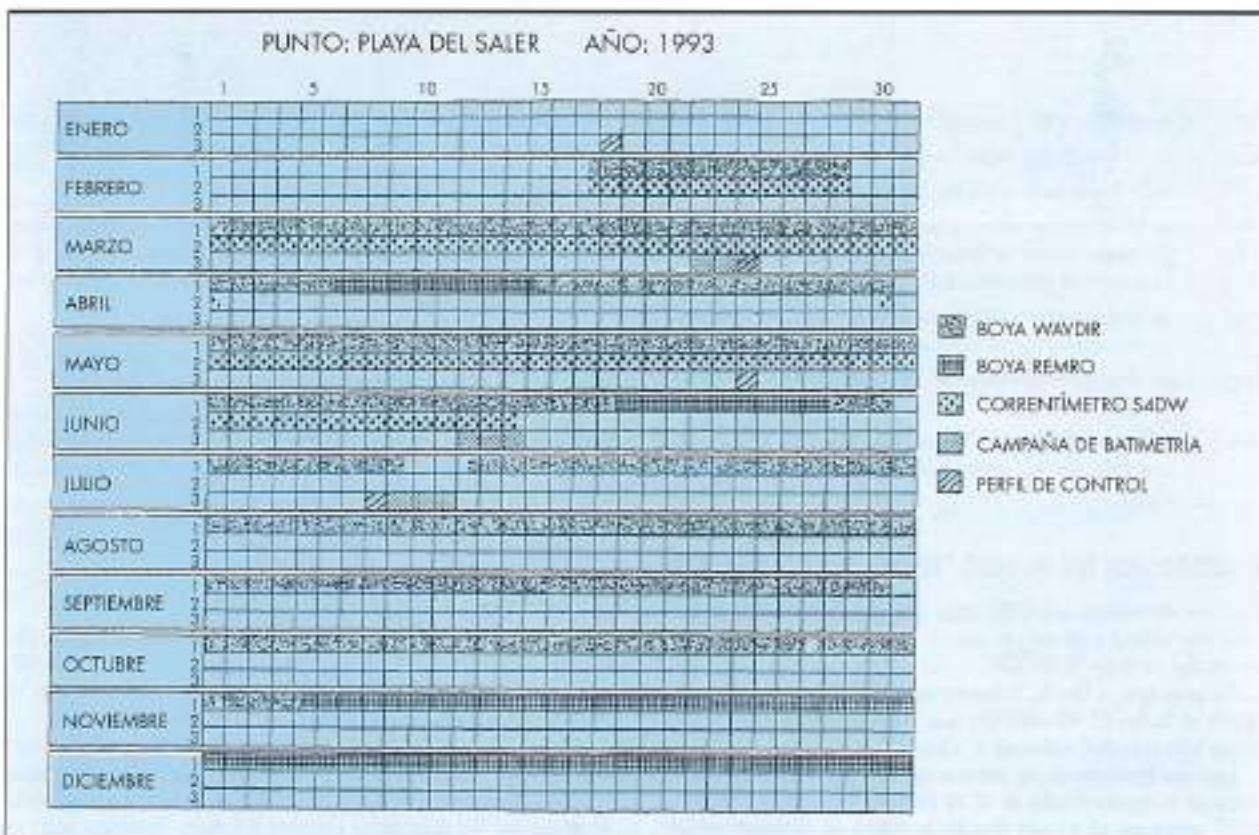


FIGURA 3. Datos de oleaje en la playa del Saler en 1993.

Nº	GAMMA	TP	HMO	FMAX	FMIN	DIR	STH	ANG	DES
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	2,094	10	1,23	0,35	0,06	77°	12°	36°	7°
3	2,289	9,09	1,32	0,35	0,06	70°	13°	39°	0°
4	1,308	8,33	1,22	0,35	0,06	69°	17°	51°	-1°
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	1,202	10	1,98	0,35	0,06	65°	11°	33°	-5°
8	1,787	10	1,77	0,35	0,06	65°	11°	33°	-5°
9	1,015	9,09	1,54	0,35	0,06	66°	17°	51°	-4°
10	1,471	7,14	1,23	0,35	0,06	62°	17°	51°	-8°
11	2,036	10	1,09	0,35	0,06	67°	14°	42°	-3°
12	3,626	10	1,18	0,35	0,06	62°	11°	33°	-8°
13	2,979	11,11	1,45	0,35	0,06	64°	10°	30°	-6°
14	2,821	12,5	1,84	0,35	0,06	62°	12°	36°	-8°
15	2,610	12,5	1,82	0,35	0,06	67°	12°	36°	-3°
16	3,365	12,5	1,77	0,35	0,06	67°	14°	42°	-3°
17	1,864	11,11	1,40	0,35	0,06	67°	13°	39°	-3°
18	2,037	11,11	1,48	0,35	0,06	67°	13°	39°	-3°
19	6,093	11,11	1,52	0,35	0,06	67°	11°	33°	-3°
20	1,888	10	1,04	0,35	0,06	65°	17°	51°	-5°

CUADRO 1. Datos espectrales.

- Hmo: es la altura de ola significativa medida en espectro.
 Fmax: es la frecuencia máxima del espectro.
 fmin: es la frecuencia mínima del espectro.
 Dir: es la dirección de pico máximo de energía, Th-Tp, correspondiente a la banda de frecuencia $f=1/Tp$ de la dirección principal del oleaje.
 Sth: es la desviación típica de la distribución de direcciones del oleaje para la banda fp.
 Ang: es el ángulo máximo de propagación de las direcciones de oleaje.
 Des: es la desviación sobre la normal a la costa (70° con relación al norte) de la dirección principal de oleaje.

4. RESULTADOS DEL MODELO "REFDIF" DE PROPAGACIÓN

Una vez dispuesto los diferentes estados del mar, elegidos para reproducir y propagar con el modelo, se pasó a la aplicación del modelo "REFDIF".

Se propagó, sobre la batimetría indicada anteriormente, figura nº 2, los 17 estados del mar, cuyos parámetros espectrales han sido definidos en el apartado anterior.

Las mediciones de la altura de ola Hmo se realizaron tanto en el punto donde se sitúa la boya direccional "WAVEDIR" como en el punto donde se sitúa el correntímetro "S4DW", dado que con la primera medición se tiene la certeza de estar propagando el estado del mar deseado con la

altura de ola Hmo correcta, ya que se comienza a propagar, como puede comprobarse en la batimetría de la costa, figura nº 2, algo antes de alcanzar la posición de la boya direccional "WAVEDIR".

Los datos obtenidos en ambos puntos se compararon con los registrados en la naturaleza. En el cuadro adjunto nº 2 se muestra un resumen de los resultados obtenidos para los dos puntos de control del estado del mar.

En la primera de las columnas aparece el número de propagación, coincidente cronológicamente con los estados del mar elegidos y que se encuentran en el cuadro nº 1.

La segunda de las columnas está compuesta por los datos pertenecientes al punto donde se ubica la boya direccional "WAVEDIR" a -50 metros, separada, a su vez, en dos columnas:

1. Registro real tomado en la mencionada boya.
2. Resultado obtenido en el modelo.

La tercera de las columnas comprende los resultados obtenidos en el punto donde se sitúa el correntímetro "S4DW" a -8 metros, también separada en dos subcolumnas, con la misma lectura que lo indicado para la segunda columna.

La cuarta, y última columna, está formada por los resultados de la relación existente entre los valores reales registrados en los dos aparatos y los datos obtenidos en el modelo al propagar los diferentes estados del mar. También aquí se ha dividido la columna en dos subcolumnas que dan la relación para uno y otro aparato de medida.

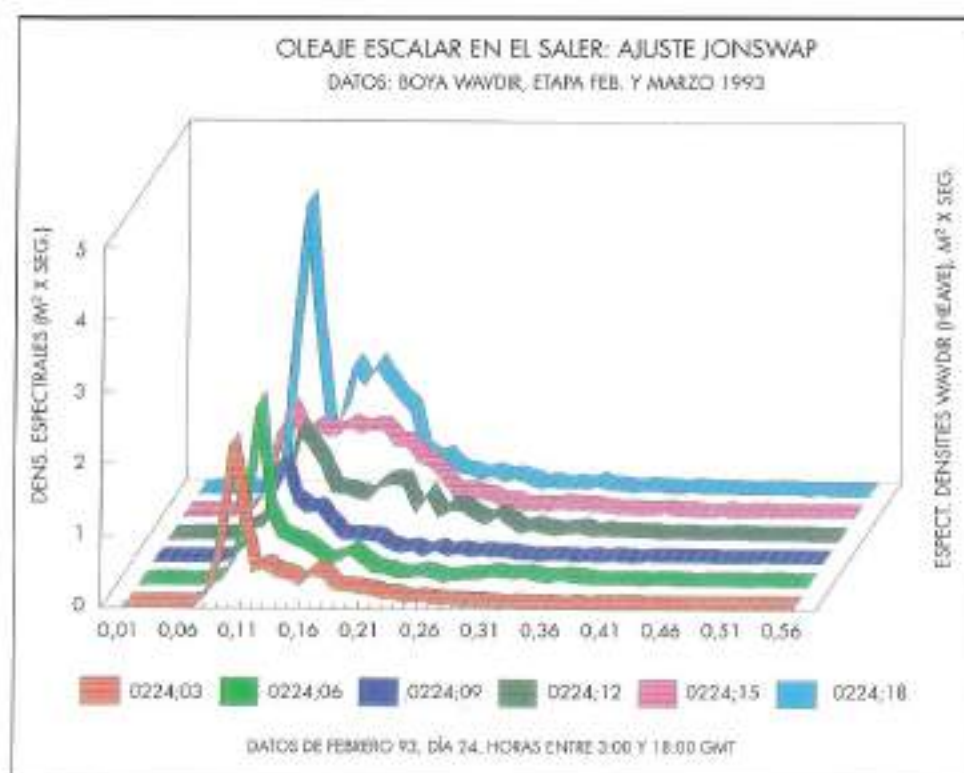


FIGURA 4. Espectros de oleaje donde se aprecia que los estados del mar correspondientes a las 12 y 15 horas no pueden ajustarse a espectros teóricos tipo Jonswap.

Nº	HMO (50M)		H' MO (8M)		REAL/MODEL	
	REAL	MODEL	REAL	MODEL	50 M	8 M
1	-	-	-	-	-	-
2	1,23	1,211	1,17	1,187	1,02	0,98
3	1,32	1,317	1,06	1,239	1	0,85
4	1,22	1,217	0,94	1,105	1	0,85
5	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-
7	1,98	1,973	1,72	1,915	1,01	0,90
8	1,77	1,763	1,56	1,736	1,01	0,91
9	1,54	1,538	1,28	1,409	1	0,91
10	1,23	1,227	1,20	1,118	1	1
11	1,09	1,088	1,09	1,044	1	1,05
12	1,18	1,175	1,20	1,150	1	1,04
13	1,45	1,440	1,57	1,467	1,01	1,07
14	1,84	1,829	1,88	1,927	1,01	0,97
15	1,82	1,809	1,76	1,919	0,99	0,92
16	1,77	1,769	1,81	1,847	1	0,98
17	1,40	1,396	1,40	1,395	1	1
18	1,48	1,475	1,49	1,447	1	1,01
19	1,52	1,509	1,36	1,475	1,01	0,92
20	1,04	1,039	1,09	0,969	1	1,12

CUADRO 2. Comparación de resultados.

Finalmente debe señalarse que se ha seguido la misma numeración en los estados del mar que se tomaron desde un principio, por lo que para las propagaciones 1, 5 y 6 no aparece resultado alguno al haber sido rechazados dichos estados del mar.

5. CORRELACIÓN Y COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS EN MODELO Y NATURALEZA

La relación existente entre las alturas de ola Hmo medidas en la boya direccional "WAVEDIR" y en el correntímetro "S4DW" y las obtenidas al propagar los diferentes estados del mar con el modelo "REFDIF" se presentan en la cuarta columna del cuadro nº 2.

Esta información se completa con los gráficos expuestos en las figuras nº 5, 6 y 7. De todo ello puede sacarse las siguientes conclusiones básicas:

1. El modelo de propagación "REFDIF", basado en la solución parabólica de la ecuación de Berkhoff, reproduce fielmente con errores mínimos, y poco apreciables, dada la sensibilidad de los propios paquetes de programas que utiliza el modelo, el estado del mar. Como así se aprecia en los resultados obtenidos a la -50 metros, donde se encuentra situada la boya direccional "WAVEDIR", nada más arrancar el modelo, figura nº 5 y figura nº 6.
2. Los resultados obtenidos en la propagación con el modelo "REFDIF" en el punto donde se sitúa el correntímetro "S4DW" si se comparan con los datos reales, registrados por el aparato citado, indican que existe muy poca dispersión: dando una media de 0,97 en la relación existente entre la altura de ola Hmo medida en la naturaleza y la medida en el modelo; asimismo, la dispersión respecto a la media es muy pequeña, situándose con un valor máximo absoluto de 0,12, figura nº 6 y figura nº 7.

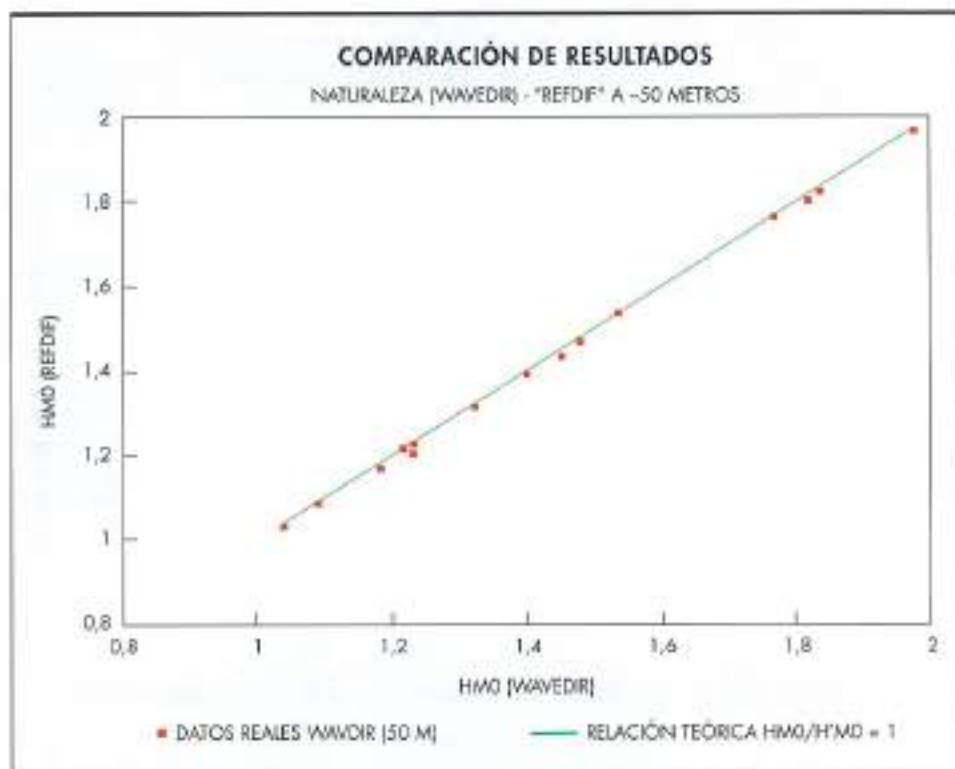


FIGURA 5. Comparación de resultados en naturaleza y modelo a -50 metros.

3. Según se desprende de los resultados presentados en los dos puntos anteriores, el modelo "REFDIF" reproduce los diferentes estados del mar con errores de poca entidad no

mayores al 15%, cuando se propaga con poca oblicuidad respecto a la malla y no existe gran dispersión en direcciones de propagación respecto a la dirección principal.

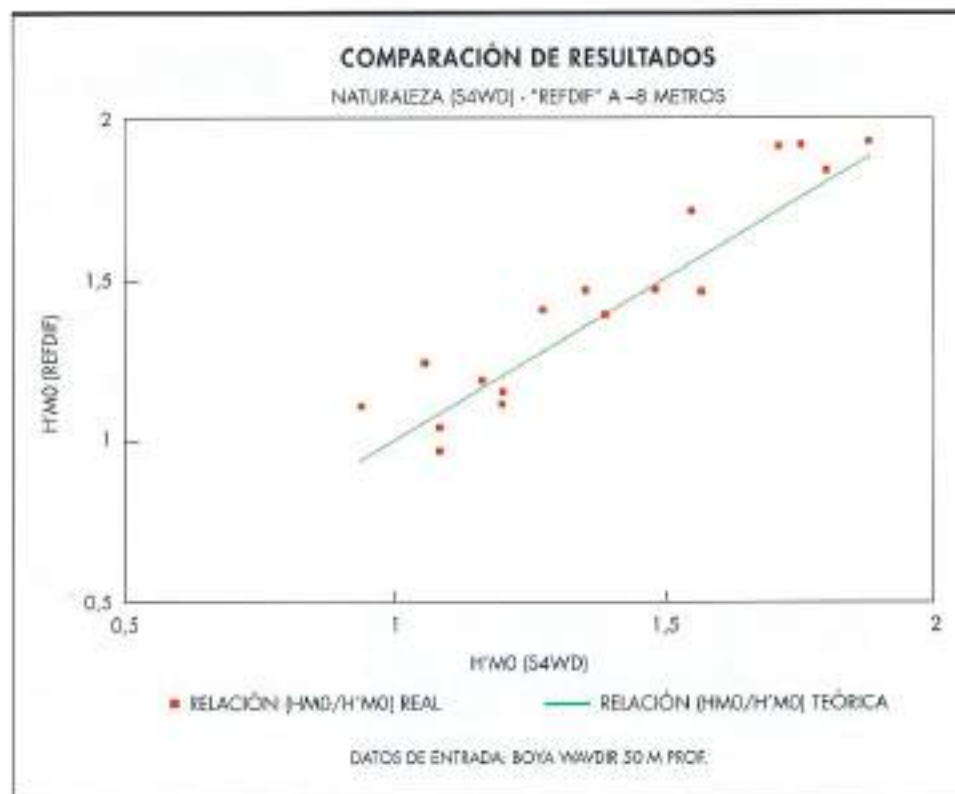


FIGURA 6. Comparación de resultados de la naturaleza y modelo a -8 metros.

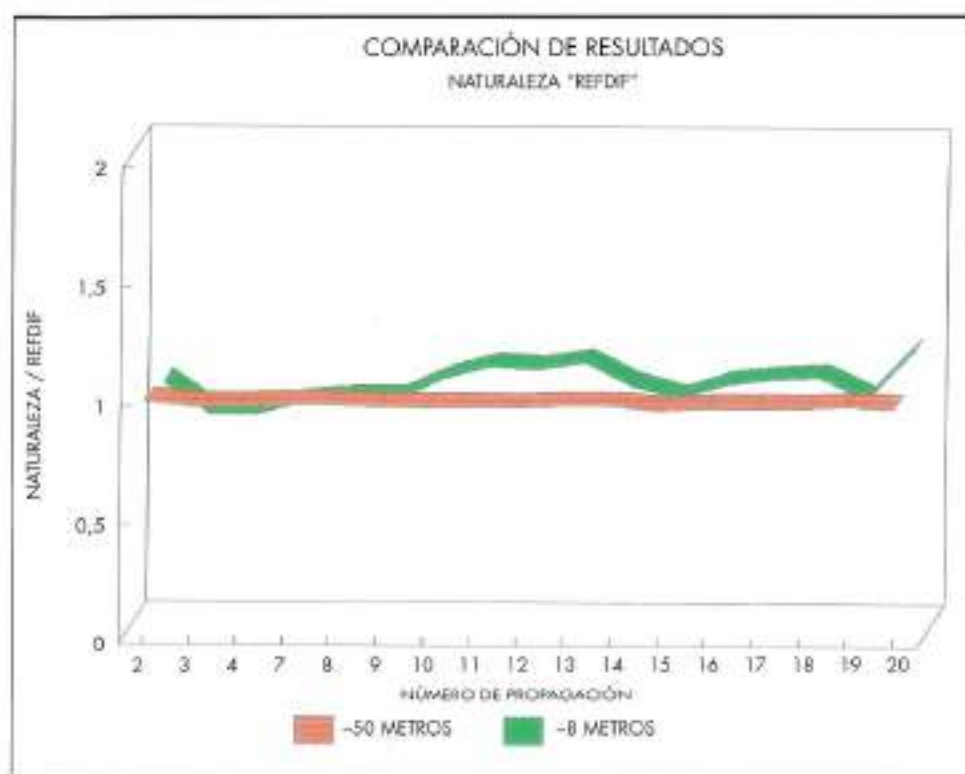


FIGURA 7. Comparación de resultados de la naturaleza y modelo con relación a la propagación.

6. FUTUROS TRABAJOS

Como complemento del trabajo ya indicado, se tiene previsto en el presente y próximo año comparar los resultados obtenidos al propagar con un modelo tipo Boussinesq con los resultados reales registrados por la boya direccional "WAVE-DIR" y el correntímetro "S4DW", empleando para ello el modelo matemático "MIKE 21" desarrollado por el "Danish Hydraulic".

7. BIBLIOGRAFÍA

1. GRASSA GARRIDO, J.M^a. "Modelos parabólicos de refracción y difracción" (1990), Madrid: Centro de Estudios de Puertos y Costas.
2. GRASSA GARRIDO, J.M^a. "Modelos parabólicos de propagación de oleaje" (1993), Madrid: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (Cuadernos de investigación).
3. GRASSA GARRIDO, J.M^a. "Directional Random Wave Propagation on Beaches" (1990): Preceedings 23th Coastal Engineering Conference (Delft-Holanda), junio 1990.
4. PEÑA OLIVAS J.M. DE LA. "Numerical Modelling of Short Waves with Mild Slope and Boussinesq Models in the Saler Beach (Valencia-Spain)" (1994), Gregynog: Overall Workshop (abstracts) G8 Coastal Morphodynamics, septiembre 1994.
5. PEÑA OLIVAS J.M. DE LA. "Comparación de datos de oleaje en modelo y naturaleza en la playa del Saler (Valencia-España)" (1994), Madrid: Centro de Estudios de Puertos y Costas, octubre 1994.
6. SANTÁS J.C., FRANCISCO MUÑOZ. "Seguimiento de la playa del Saler (Valencia)" (1994), Madrid: Centro de Estudios de Puertos y Costas (para la D.G. de Costas), noviembre de 1993.
7. SANTÁS J.C., FRANCISCO MUÑOZ. "Simultaneous Waves Measurements in El Saler Beach (Spain)" (1994), Gregynog: Overall Workshop (abstracts) G8 Coastal Morphodynamics, septiembre 1994.



NUCLEAR

CERTIFICADO AENOR EN TODOS LOS NEGOCIOS

CALIDAD POR SISTEMA



ENERGIA



INFRAESTRUCTURA



PLANTAS INDUSTRIALES

En Mayo del 94, INITEC fue la primera ingeniería española que obtuvo el Certificado de Registro de Empresa conforme a las Normas de Aseguramiento de la Calidad. En aquella fecha se concedió a nuestro Negocio Nuclear. Ahora hemos completado la certificación de AENOR en **todas y cada una de nuestras áreas de negocio:** Energía, Plantas e Infraestructura, además de la Nuclear, conforme a la Norma de Aseguramiento de la Calidad UNE 66901, equivalente a la europea EN 29001 y a la internacional ISO 9001.

Es el reconocimiento a más de 30 años de compromiso de calidad.



Un símbolo en ingeniería.

