

ESTUDIO DE CLIMA MARITIMO PARA ENSAYOS DE AGITACION (2)

M.^o JESUS MARTIN SOLDEVILLA (*)

RESUMEN. Para abordar cualquier ensayo de agitación, así como para analizar los resultados obtenidos, es preciso establecer las características del oleaje en el área de interés, tanto en lo concerniente a la dirección como en lo que a altura de ola y periodo se refiere. Para determinar estas características es preciso realizar el estudio de clima marítimo adecuado.

ABSTRACT. Before being able to tackle any type of agitation test or to analyze the results obtained, it is necessary to establish the characteristics of the wind waves in the area in question, taking into account the direction, the wave height, and the period. If this is to be achieved, a comprehensive study of the local climate must be carried out.

1. INTRODUCCION

Cuando se desean mejorar las condiciones de agitación que presenta una dársena determinada o se tiene en proyecto efectuar la ampliación o construcción de un puerto, es preciso realizar ensayos de agitación que permitan determinar si la/s alternativa/s considerada/s presenta/n unas condiciones de agitación interior adecuadas al tipo de explotación que se prevea efectuar.

La viabilidad que presenta cada una de las alternativas propuestas puede ser determinada a partir de los coeficientes medios de agitación que proporcionan los ensayos de agitación (físicos o numéricos), junto con los resultados obtenidos en el estudio de clima marítimo desglosado, este último, en el análisis estadístico y en los ensayos de propagación de los oleajes de interés.

Para proyectos altamente conflictivos, y para mayor seguridad, la forma más adecuada de definir la alternativa final es analizar distintas configuraciones en modelo matemático con los oleajes previamente establecidos y una vez determinada la alternativa mejor ensayar la planta seleccionada en modelo reducido. Por lo general, el alto nivel alcanzado en el campo numérico computacional hace que, salvo para casos conflictivos, se proceda de este paso final.

2. ESTUDIO DE CLIMA MARITIMO

2.1. OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS

Para analizar la incidencia del oleaje exterior en la agitación interior de un puerto determinado es preciso realizar un estudio estadístico del oleaje con los datos existentes en la zona de interés.

Actualmente esta caracterización se efectúa con la fuente de datos visuales debido a su contenido en información direccional.

La forma de proceder es análoga a la descrita en un artículo anterior: «Estudio de Clima Marítimo para el diseño de diques». Así pues, una vez seleccionada la cuadrícula de trabajo adecuada, las observaciones contenidas en la misma son agrupadas en sectores de una amplitud determinada. La representación conjunta altura-dirección, ROSA DE OLEAJE, da una idea aproximada de las direcciones más frecuentes y de las que llevan asociadas las alturas de ola mayores.

Dado que la información visual de partida presenta los datos divididos según el tipo de oleaje observado en sea y en swell, la agrupación se realiza de forma independiente para ambos.

Establecidos los oleajes que, en función de la configuración de la costa y las obras existentes, puedan incidir en la dársena o zona de interés, se calcula, para cada uno de ellos, el régimen medio direccional correspondiente.

En el cálculo de estos regímenes pueden considerarse todas las calmas agrupadas en un sector adicional de forma que el total de datos quede repartido en una serie de sectores, los de interés y otro, que denominaremos RESTO, en el que se incluyen todos los demás y las calmas.

Las observaciones de cada una de las direcciones consideradas son ajustadas a una determinada función de distribución (FD), generalmente la FD lognormal, cuya expresión presenta la forma:

$$F(x) = \frac{1}{B\sqrt{2\pi}} \int_0^x \frac{1}{z} e^{-\left[\frac{1}{2} \left(\frac{\ln z - A}{B}\right)^2\right]} dz \quad [1]$$

(*) Doctora en Ciencias Químicas, Jefe División del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX (Ministerio de Obras Públicas y Transportes).

El ajuste puede efectuarse de forma visual dando más peso a la zona central por ser ésta la de más definición y mayor interés para este tipo de análisis.

Sustituyendo los parámetros A y B obtenidos del ajuste efectuado, o mejor aún de forma más directa acudiendo a la representación gráfica correspondiente, es posible determinar, para el sea y para el swell, la probabilidad de no superación de una determinada altura de ola en el sector considerado, $F_{i,j}(H_0)$.

Ahora bien, la probabilidad así obtenida está condicionada a la probabilidad de presentación de la dirección analizada, $p_{i,j}$, por lo que para obtener la probabilidad real habrá que multiplicar aquélla por la probabilidad de presentación del sector correspondiente.

$$F_{T,i,j}(H_0) = F_{i,j}(H_0) \cdot p_{i,j}$$

Admitiendo que las direcciones no consideradas no contribuyen a la agitación interior podemos establecer que en ellas la probabilidad de que no se supere cualquier nivel de la variable considerada es la unidad, siendo la frecuencia de presentación global, $p_{r,j}$, la unidad menos la suma de las probabilidades de presentación de los sectores analizados.

$$p_{r,j} = 1 - \sum_{i=1}^n p_{i,j} \quad \begin{array}{l} i = \text{sectores analizados} \\ j = \text{sea o swell} \end{array}$$

con lo que la probabilidad total de no superación del sector RESTO será:

$$F_{R,j}(H_0) = 1 \times p_{r,j}$$

Puesto que con la forma de cálculo establecida se consideran todos los sectores, basta con sumar todas las probabilidades para obtener la probabilidad de que, con el tipo de oleaje analizado, sea o swell, no se supere la altura de ola establecida.

$$F_{T,j}(H_0) = \sum_{i=1}^n F_{T,i,j}(H_0) + F_{R,j}(H_0) \quad \begin{array}{l} i = \text{sectores analizados} \\ j = \text{sea o swell} \end{array}$$

Además dado que el estado real del mar es una combinación de ambos sucesos, sea y swell, el régimen medio de oleaje, sea + swell, que determina el porcentaje de tiempo en que, para el año climático medio, la variable analizada no excede un determinado valor, será el correspondiente a la probabilidad del suceso unión de ambos.

Por la teoría de probabilidades y siguiendo un sencillo desarrollo se demuestra que la probabilidad de que un nivel H_0 de la variable sea superado por el sea o por el swell o por ambos es:

$$\varnothing_T(H_0) = 1 - F_{T,sea}(H_0) \times F_{T,swell}(H_0)$$

luego la probabilidad de no superación será la complementaria.

$$1 - \varnothing_T(H_0) = F_{T,sea}(H_0) \times F_{T,swell}(H_0)$$

De esta forma se establecen las características del oleaje en mar profunda. Para determinar las correspondientes en profundidades reducidas se han de efectuar los ensayos de propagación.

La elección del tipo de oleaje (período) que conviene propagar se realiza considerando, para las direcciones de interés, los temporales con períodos altos que presentan una frecuencia de presentación significativa. Una primera aproximación puede obtenerse —poca exactitud en el período observado— a partir de la distribución conjunta altura-período que proporciona la información visual de partida. O bien, si se dispone de información instrumental en la zona, analizando los períodos del oleaje registrado cuando la altura supera un determinado umbral.

2.2. ENSAYOS DE PROPAGACION

Con el estudio estadístico anterior es posible establecer las características (altura-frecuencia-dirección) del oleaje en mar profunda. Sin embargo, para abordar un ensayo de agitación es preciso conocer el oleaje en profundidades reducidas.

Puesto que, salvo en contadas ocasiones, no se dispondrá en la zona de estudio de registros instrumentales con contenido en información direccional, hay que relacionar la información direccional observada en alta mar con la que «realmente» incide en la zona de interés emplazada a mucha menor profundidad. Para establecer esta relación hay que realizar los ensayos de propagación.

Los estudios de propagación pueden efectuarse con simples modelos de refracción, si los procesos de difracción no se producen hasta la zona de interés, o con otros más complejos, de difracción-refracción, cuando la presencia de la costa y las obras existentes así lo requieren.

Concluidos los ensayos de propagación se pueden abordar los correspondientes de agitación. La dirección de incidencia del oleaje propagado se utilizará para definir la malla de cálculo en el estudio de agitación, mientras que el coeficiente de refracción-shoaling-/difracción correspondiente, K_R , se empleará para relacionar la altura de ola incidente, H_B , con la proveniente de alta mar, H_0 , según:

$$H_B = H_0 \times K_R$$

2.3. OLAJE LOCAL

El oleaje local que se origina en una zona determinada suele caracterizarse por presentar períodos cortos y alturas poco elevadas. Su generación es debida a la acción de vientos locales que, soplando desde tierra o desde el mar sobre fetches muy cortos y de escasa profundidad,

originan un oleaje que podemos definir tipo sea y que provoca, en la mayoría de los casos, un aumento generalizado de la agitación interior.

La forma más simple de caracterizar este tipo de oleaje es mediante los ábacos de Severdrup-Munk-Bretschneider (SMB) y de registros de viento de la zona de estudio. De esta forma, utilizando el ábaco SMB correspondiente a la profundidad y longitud media del fetch que presenta la zona de generación es posible establecer la velocidad del viento necesaria para originar una determinada altura. O bien, si se parte de una altura de ola prefijada determinar la velocidad de viento requerida.

Establecidas las características, frecuencia de presentación e intensidad, del viento registrado mediante un análisis estadístico similar al descrito en el apartado 2.1, se elabora el régimen de vientos para el sector/es analizado/s.

Puesto que, como suele suceder, los datos de velocidades vienen expresados en la escala Beaufort, habrá que efectuar la conversión de escala adecuada para la utilización posterior de los ábacos SMB.

Efectuado el análisis estadístico del viento local de la zona y determinadas la longitud aproximada y profundidad media del fetch correspondiente se recurre al ábaco SMB adecuado del que se obtendrá el tipo de oleaje (H-T) que genera un viento determinado.

La utilización de estos ábacos es bien sencilla puesto que, para una velocidad de viento cualquiera —eje de ordenadas— basta con determinar la longitud aproximada del fetch sobre el que actúa —eje de abscisas— para conocer el tipo de oleaje generado (H,T). O, procediendo de forma inversa, prefijando una altura de ola determinar la velocidad de viento requerida.

De esta forma, una vez seleccionada la velocidad de viento perjudicial se establece, con el ábaco SMB correspondiente, el tipo de oleaje que se reproducirá en el ensayo de agitación posterior.

3. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Concluidos los ensayos de agitación, realizados con los oleajes establecidos en el estudio de clima descrito, queda por determinar la viabilidad de la/s alternativa/s ensayada/s.

Puesto que el estudio de agitación proporciona la altura de ola en cada punto de la malla de cálculo, si se optó por un modelo matemático, o en las zonas provistas de sondas, si se utilizó el modelo físico, y dado que se conoce la altura de ola generada a la entrada del modelo, físico o numérico, es posible definir un «coeficiente de agitación» como la relación existente entre la altura de ola en un punto y la que hay a la entrada del modelo.

El análisis se efectúa con todos los oleajes de ensayos, siendo conveniente establecer las zonas de mayor interés, dársenas interiores de fondeo de embarcaciones menores y zonas de atraque, para determinar en ellas un coeficiente medio de agitación.

Con los resultados obtenidos en los estudios de propagación y clima marítimo y los coeficientes medios de agitación calculados, se estima un Índice de Excedencia, parámetro este directamente relacionado con el número de días que al cabo del año la agitación supera un determinado umbral en las zonas de interés.

3.1. OLEAJE EXTERIOR

La excedencia de una determinada altura de ola, H_{INT} , en una zona interior del puerto implica que en la entrada del modelo se exceda $H_B = H_{INT}/\alpha$, siendo α el valor medio del coeficiente de agitación de la zona considerada, y que, a su vez, se supere la altura $H_o = H_B/K_R$ en profundidades indefinidas, siendo K_R el coeficiente de refracción y shoaling que resulta de propagar el oleaje desde aguas profundas hasta la entrada del modelo.

Conocida la altura H_o basta acudir a los regímenes de oleaje calculados en el estudio de clima marítimo para obtener, de la forma establecida, la probabilidad de superación de la altura de ola, H_o , por el oleaje exterior.

$$\phi_T(H_o) = 1 - F_{TSEA}(H_o) \times F_{TSWELL}(H_o)$$

Esta probabilidad, $\phi_T(H_o)$, multiplicada por el número de días del año proporciona el Índice de Excedencia asociado al oleaje exterior.

$$\text{Índice de Excedencia } (H_o) = \phi_T(H_o) \times 365$$

Conviene señalar que este parámetro coincidiría con el número de días que al cabo del año la altura de ola umbral establecida es superada en un punto interior si los regímenes direccionales de partida fueran exactos. Sin embargo, estos regímenes han sido calculados a partir de datos visuales que, como consecuencia lógica de la simplicidad del método de medida utilizado (observación visual), no son totalmente fiables. Así pues, el índice calculado no es un valor exacto sino orientativo de los días de excedencia que presentan cada una de las alternativas ensayadas en las zonas de cálculo consideradas.

3.2. OLEAJE LOCAL

Manteniendo la altura de ola umbral y zonas cálculo establecidas para el oleaje exterior, se calcula la altura de ola a la entrada del modelo con la relación anterior:

$$H_B = H_{INT}/\alpha$$

donde, obviamente, α representa el coeficiente medio de agitación obtenido en el ensayo de agitación correspondiente.

Utilizando el ábaco SMB adecuado para la zona de generación se determina la velocidad de viento necesaria para originar la altura de ola H_B .

Conocida esta velocidad y con el régimen de vientos previamente calculado se estima el índice de excedencia producido por el oleaje local.

La suma de las dos contribuciones, oleajes exterior y local, determinan el índice total de excedencia en las

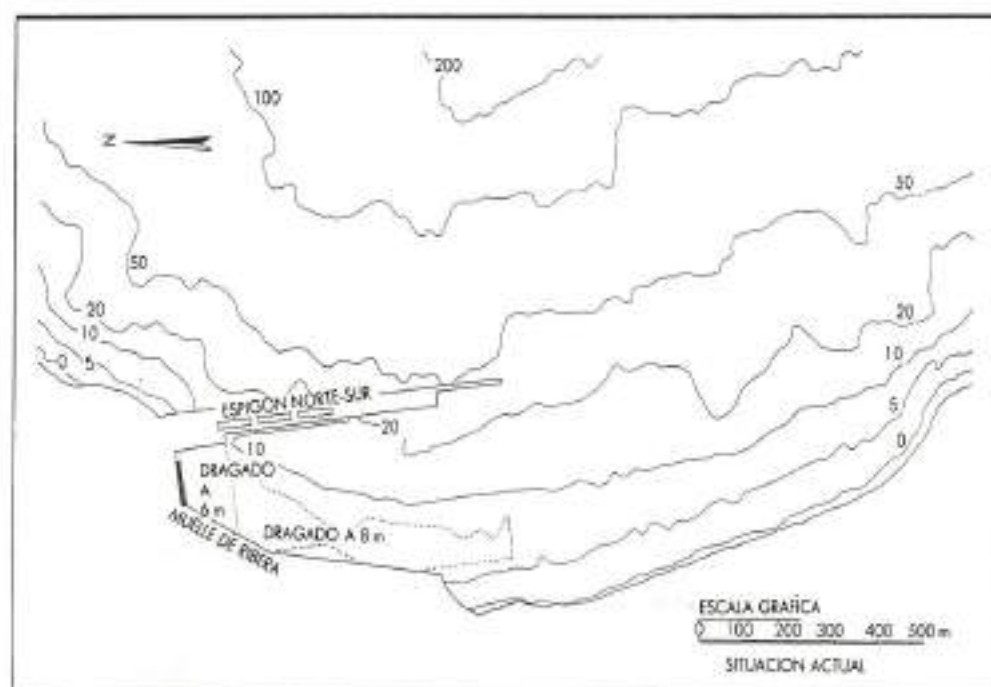


FIGURA 1.

zonas de cálculo consideradas para la/s alternativa/s analizada/s.

4. EJEMPLO PRACTICO

En la figura 1, se muestra la configuración en planta de un puerto en el que se deseaba efectuar una ampliación.

Para ello, siguiendo la metodología desarrollada se seleccionó una cuadrícula de datos visuales adecuada agrupándose las observaciones contenidas en la misma en sectores de 45° de amplitud. Esta agrupación fue efectuada, tal y como se indicó, para el sea, figura 2a, y para el swell, figura 2b, de forma independiente.

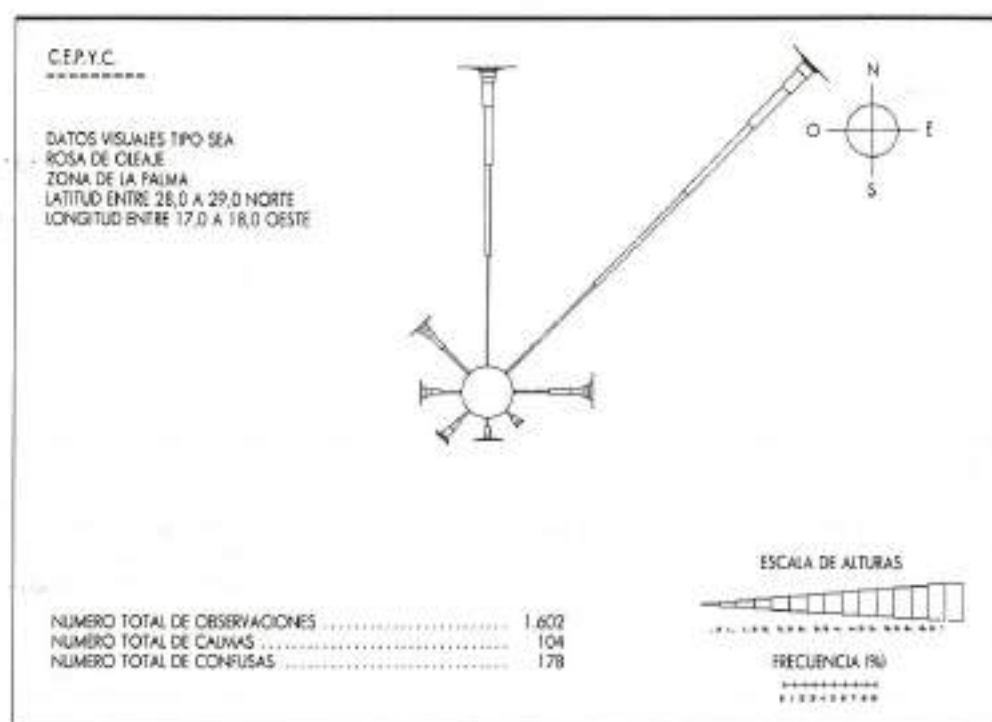


FIGURA 2A.

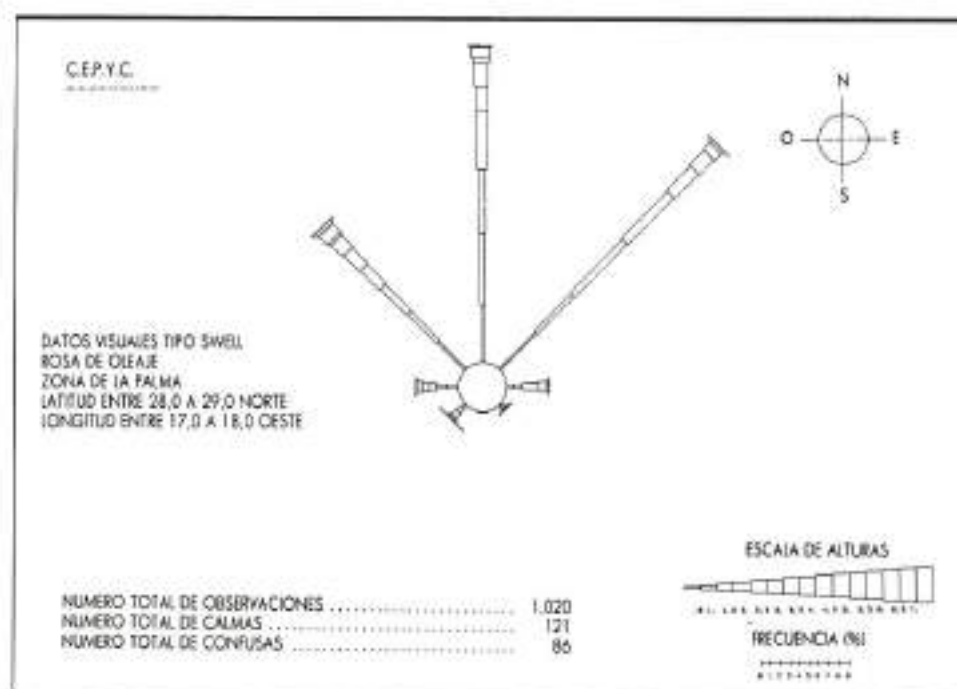


FIGURA 2B.

Puesto que la configuración de la costa y el dique exterior protegen al puerto actual de la incidencia directa del oleaje fuera del sector E a SE, éstos fueron los oleajes objeto de estudio.

Así pues, el total de datos quedó repartido en tres sectores, los de interés, E, SE, y el denominado RESTO, en el que se incluyeron todos los demás y las calmas. Con estas premisas las frecuencias de presentación, P_{ij} , obtenidas para cada sector fueron:

SECTOR	OLEAJE SEA	OLEAJE SWELL
E	7.05	4.12
SE	9.14	0.88
RESTO	83.81	95.00

Los regímenes direccionales correspondientes a los sectores de interés se recogen en la figura 3a y 3b para la dirección E y SE respectivamente.

La distribución conjunta $H_v \cdot T_v$ que proporciona la información visual de partida se muestra, para la dirección E, en la tabla 1a y 1b, para el sea y swell respectivamente.

Atendiendo a esta distribución se seleccionaron para las propagaciones posteriores, oleajes de período 10 sg para ambas direcciones.

Las propagaciones fueron realizadas con un modelo parabólico de difracción-refracción.

En la figura 4a y 4b se muestran de forma gráfica los resultados obtenidos en la propagación de un frente de dirección E y período 10 sg. La figura 4a representa la dirección de avance y la 4b las isocurvas del coeficiente de refracción-shoaling-difracción del oleaje propagado.

Los resultados obtenidos en las zonas de interés, para los sectores analizados, fueron:

DIRECCION OLEAJE		K_R
MAR PROFUNDA	ENTRADA MODELO	
E	E-2°-N	0.97
SE	E-42°-S	0.97

Establecidas las características de los oleajes en profundidades reducidas se efectuaron los ensayos de agitación pertinentes con la situación actual, figura 1, y la/s alternativa/s propuesta/s, figuras 5 y 6, a fin de establecer una comparación final.

Concluidos los ensayos de agitación se calcularon, para las zonas de interés indicadas en la figura 7, el coeficiente medio de agitación. Los resultados obtenidos en las zonas consideradas para las alternativas analizadas se recogen en la tabla 2.

Siguiendo la metodología desarrollada, utilizando las relaciones vistas:

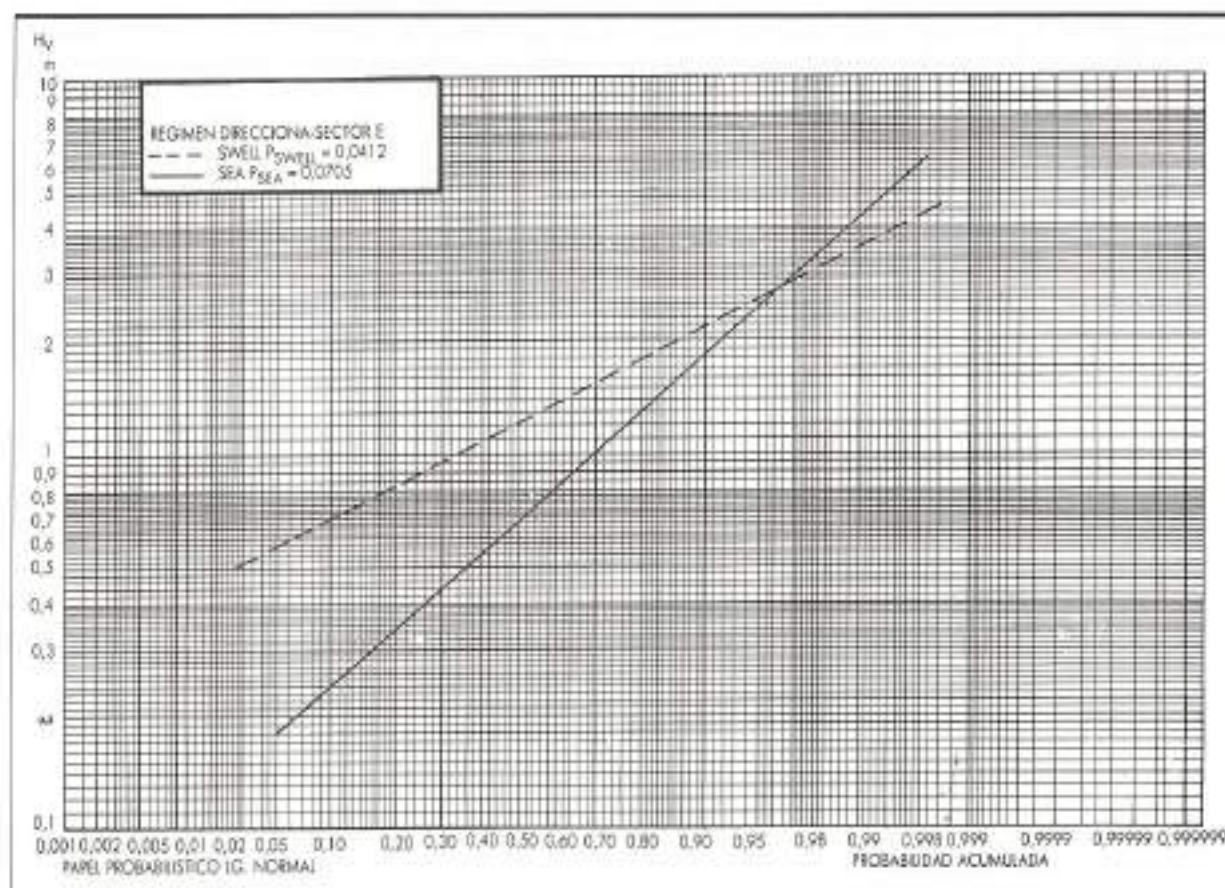


FIGURA 3A.

$$H_B = H_{INT}/a$$

$$H_o = H_B/K_R$$

y los regímenes direccionales previamente calculados, se obtuvieron los índices de excedencia producidos por el oleaje exterior para las zonas de cálculo establecidas, figura 7. Los resultados obtenidos se recogen en la tabla 3.

Por su parte, el oleaje local que se produce en la zona de estudio por la acción de un viento de dirección S que actúa sobre un fetch de 5.4 km (17.716,5 pies) de longitud y profundidad media de 15 m (50 pies), fue caracterizado mediante los datos de viento registrados.

Como en el caso anterior, estos datos fueron agrupados en sectores de, en este caso, 12.5° de amplitud, elaborándose la ROSA DE VIENTOS (distribución-velocidad de viento-dirección) correspondiente, figura 8.

A continuación se calculó, para la dirección de interés (S), el régimen de vientos correspondiente que se muestra en la figura 9. El régimen representado corresponde al régimen total de excedencia ya que en su elaboración se considera la probabilidad de excedencia y la

de presentación del sector. Así pues, el valor que se obtiene del régimen estimado es la probabilidad real de superación de velocidad del viento considerado.

En la tabla 4 se recoge la relación de escalas de velocidades (índice Beaufort-m/s) junto con las probabilidades de excedencia obtenidas para el sector analizado.

Establecida la velocidad de viento perjudicial a partir del régimen calculado se determinó, con el ábaco correspondiente, figura 10, las características del oleaje generado (H-T). Estas características fueron utilizadas para establecer las condiciones del ensayo de agitación posterior.

Los coeficientes medios de agitación obtenidos en las zonas de cálculo de interés se resumen en la tabla 5.

Con estos coeficientes y la relación anterior:

$$H_B = H_{INT}/a$$

se establecieron las alturas de ola correspondientes a la entrada del modelo.

Con el ábaco SMB pertinente, figura 10, y para cada una de las alturas calculadas, H_B , se determinaron las

PUERTOS Y COSTAS

PERIODOS/Sg	5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23	TOTALES	T. ACU	%	T. %	CALMAS
ALTURAS(Mts)															
.0 .5	4	45	3								52	52	40.6	40.6	8
.5 1.0	6	30	1			1					38	90	29.7	70.3	
1.0 1.5	2	13	4								19	109	14.8	85.2	
1.5 2.0	1	2	4	1							8	117	6.3	91.4	
2.0 2.5		3	1								4	121	3.1	94.5	
2.5 3.0															
3.0 3.5	1		2	2							5	126	3.9	98.4	
3.5 4.0															
4.0 4.5					1						1	127	.8	99.2	
4.5 5.0															
5.0 5.5															
5.5 6.0															
6.0 6.5															
6.5 7.0										1	1	128	.8	100.0	
7.0 7.5															
7.5 8.0															
8.0 8.5															
8.5 9.0															
9.0 9.5															
9.5 10.0															
10.0 10.5															
10.5 11.0															
11.0 11.5															
11.5 25.0															
TOTALES	14	93	15	3	1	1				1	128				
T. ACUM.	14	107	122	125	126	127				128					
% PERL.	10.9	72.7	11.7	2.3	.8	.8				.8					
T. % AC.	10.9	83.6	95.3	97.7	98.4	99.2				100.0					
DATOS TOTALES EN EL SECTOR	128														
% DE DATOS DEL SECTOR	7.99														

TABLA 1A. Sector entre 66-110 (grados). Distribución alturas/periodos - oleaje tipo: SEA.

PUERTOS Y COSTAS

PERIODOS/Sg	5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23	TOTALES	T. ACU	%	T. %	CALMAS
ALTURAS/mrs 0.0 0.5		3									3	3	6.4	6.4	6
0.5 1.0	1	7	1				1				10	13	21.3	27.7	
1.0 1.5	3	8	3	4			2				20	33	42.6	70.2	
1.5 2.0		3	4	2							9	42	19.1	89.4	
2.0 2.5				1	1						2	44	4.3	93.6	
2.5 3.0			2								2	46	4.3	97.9	
3.0 3.5			1								1	47	2.1	100.0	
3.5 4.0															
4.0 4.5															
4.5 5.0															
5.0 5.5															
5.5 6.0															
6.0 6.5															
6.5 7.0															
7.0 7.5															
7.5 8.0															
8.0 8.5															
8.5 9.0															
9.0 9.5															
9.5 10.0															
10.0 10.5															
10.5 11.0															
11.0 11.5															
11.5 25.0															
TOTALES	4	21	11	7	1		3				47				
T. ACUM.	4	25	36	43	44		47								
% PERI.	8.5	44.7	23.4	14.9	2.1		6.4								
T. % AC.	8.5	53.2	76.6	91.5	93.6		100.0								
DATOS TOTALES EN EL SECTOR	47														
% DE DATOS DEL SECTOR	4.61														

TABLA 1B. Sector entre 66-110 gradosl. Distribución alturas/periodos - oleaje tipo: SWELL.

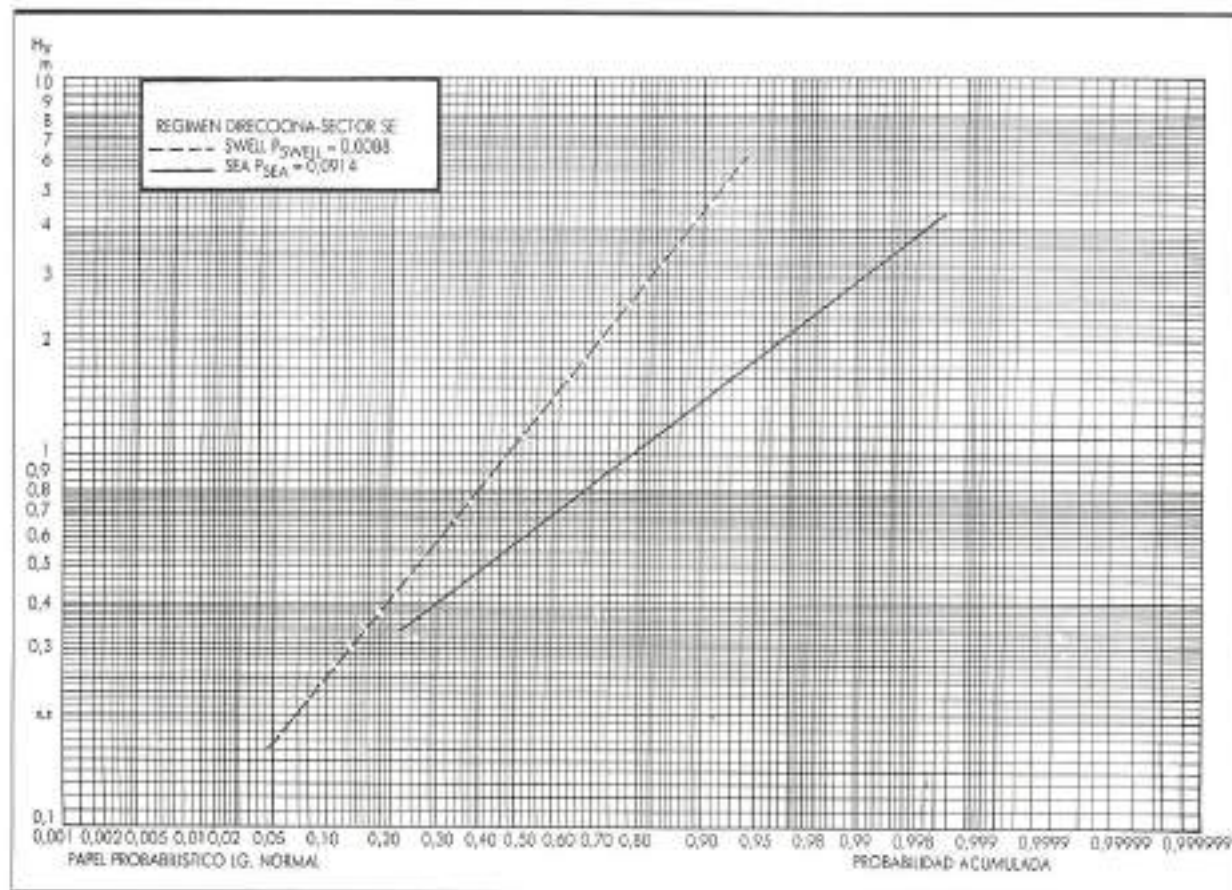


FIGURA 3B.

velocidades de viento correspondientes cuya probabilidad de superación fue estimada del régimen de vientos previamente calculado, figura 9.

Puesto que, como se indicó, el régimen de vientos fue

calculado considerando la probabilidad de superación y la de presentación del sector analizado, la probabilidad de él obtenida es la probabilidad de superación total que multiplicada por el número de días del año, proporciona

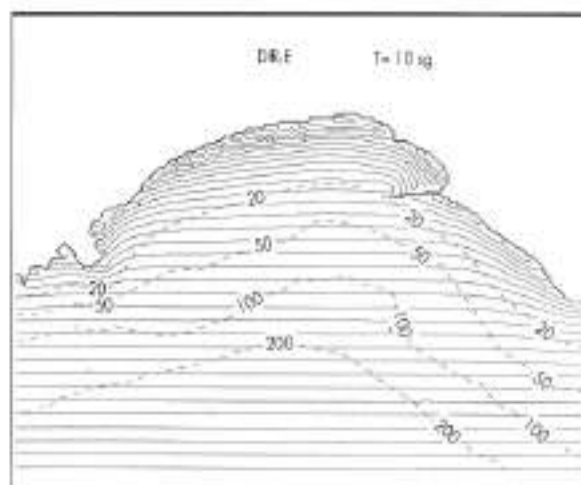


FIGURA 4A.

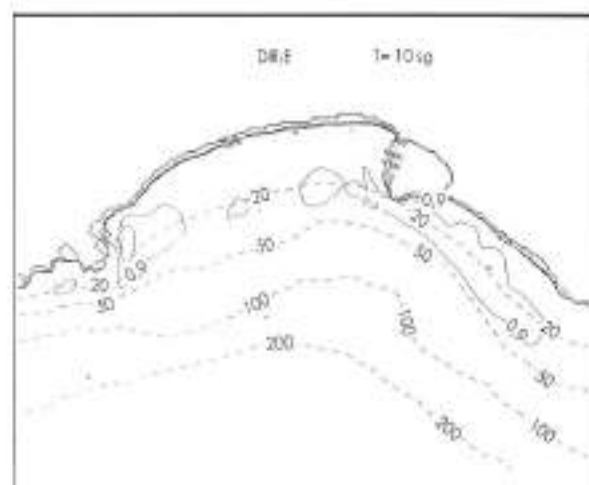


FIGURA 4B.

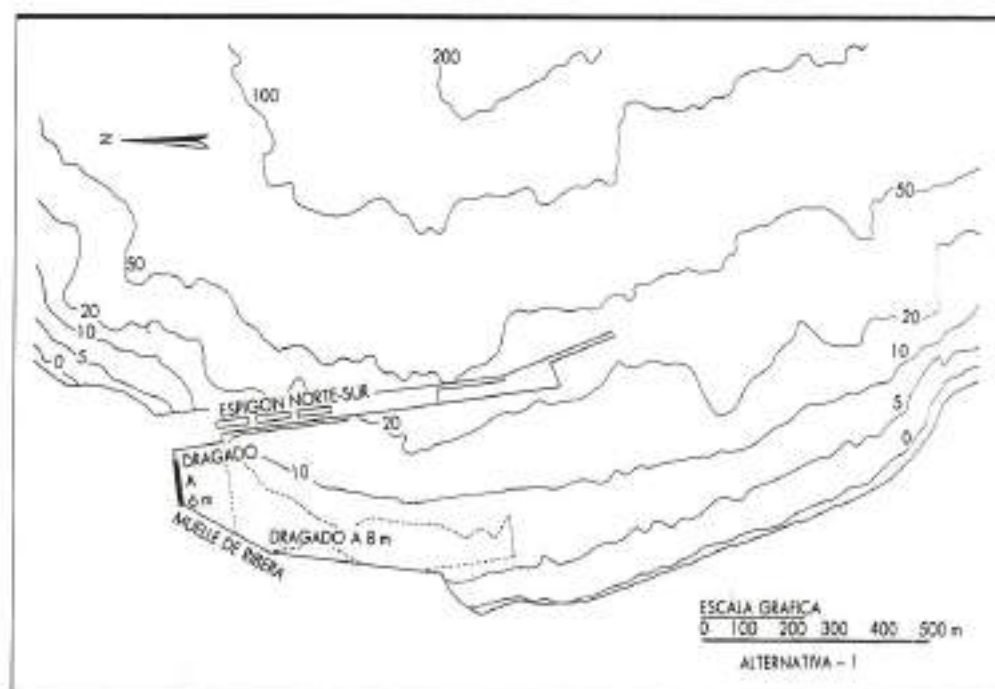


FIGURA 5.

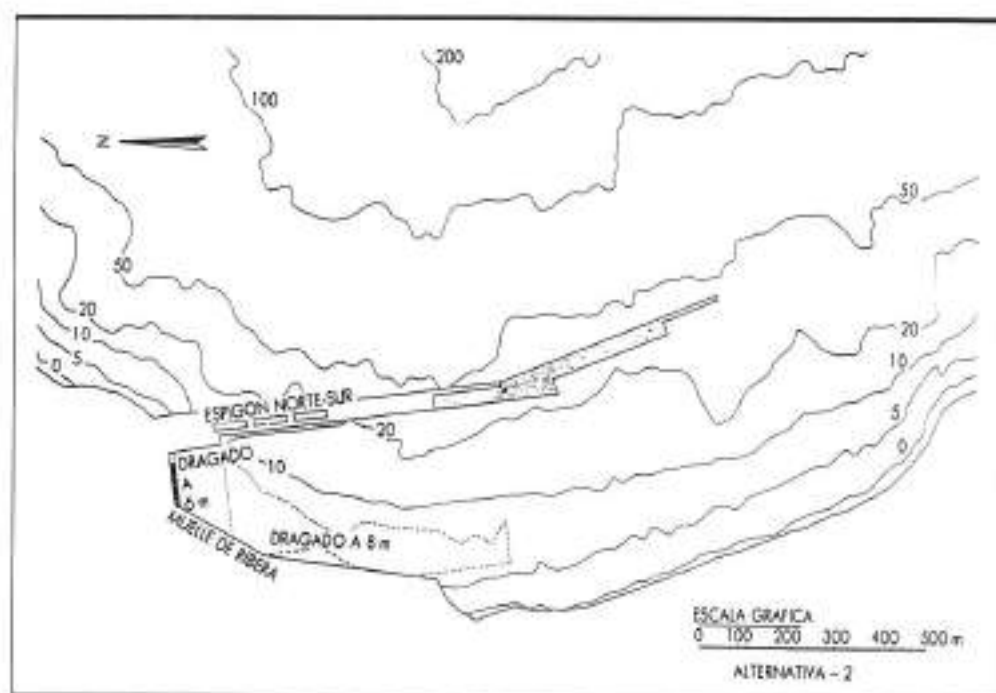


FIGURA 6.

ZONA	DIR	ALTERNATIVA		
		ACTUAL	I	II
1	SE E	0.35 0.21	0.31 0.20	0.29 0.16
2	SE E	0.45 0.28	0.33 0.16	0.31 0.14
3	SE E		0.83 0.31	0.78 0.19
4	SE E			0.94 0.34

TABLA 2. Coeficiente medio de agitación en distintas zonas. Oleaje exterior.

ZONA	ALTERNATIVA	DIRECCION OLAJE		INDICE EXCEDENCIA $H_{INT} > 0.30 \text{ m}$
		SE	E	
1	ACTUAL	10.8	8.3	19.1
	1	8.6	7.3	15.9
	2	7.5	4.2	11.7
2	ACTUAL	15.5	13.3	30.8
	1	9.3	3.7	13.0
	2	8.7	2.6	11.3
3	1	24.7	14.2	38.9
	2	23.3	6.8	30.1
4	2	28.7	17.8	46.5

TABLA 3. Índice de excedencia $H_{INT} > 0.30$. Oleaje exterior.

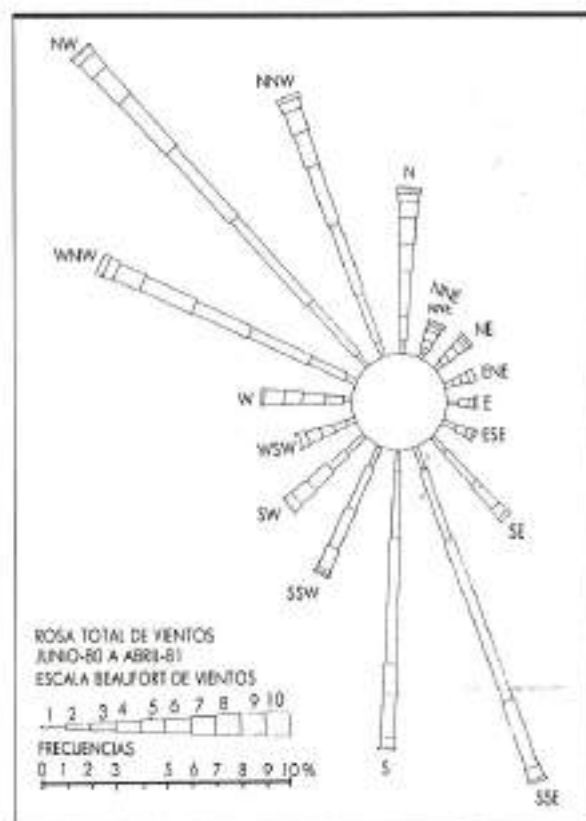


FIGURA 8.

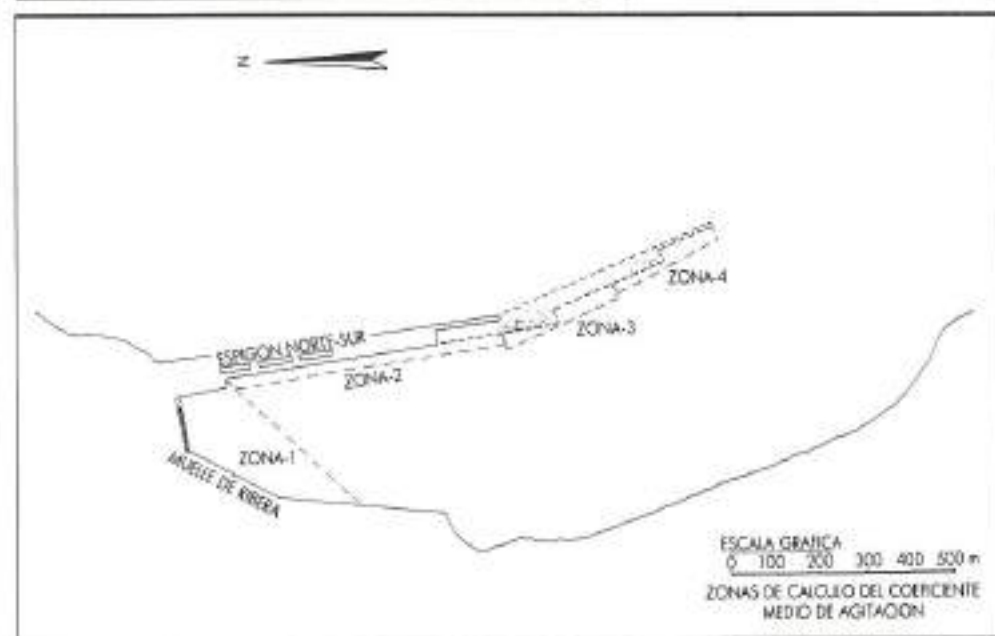


FIGURA 7.

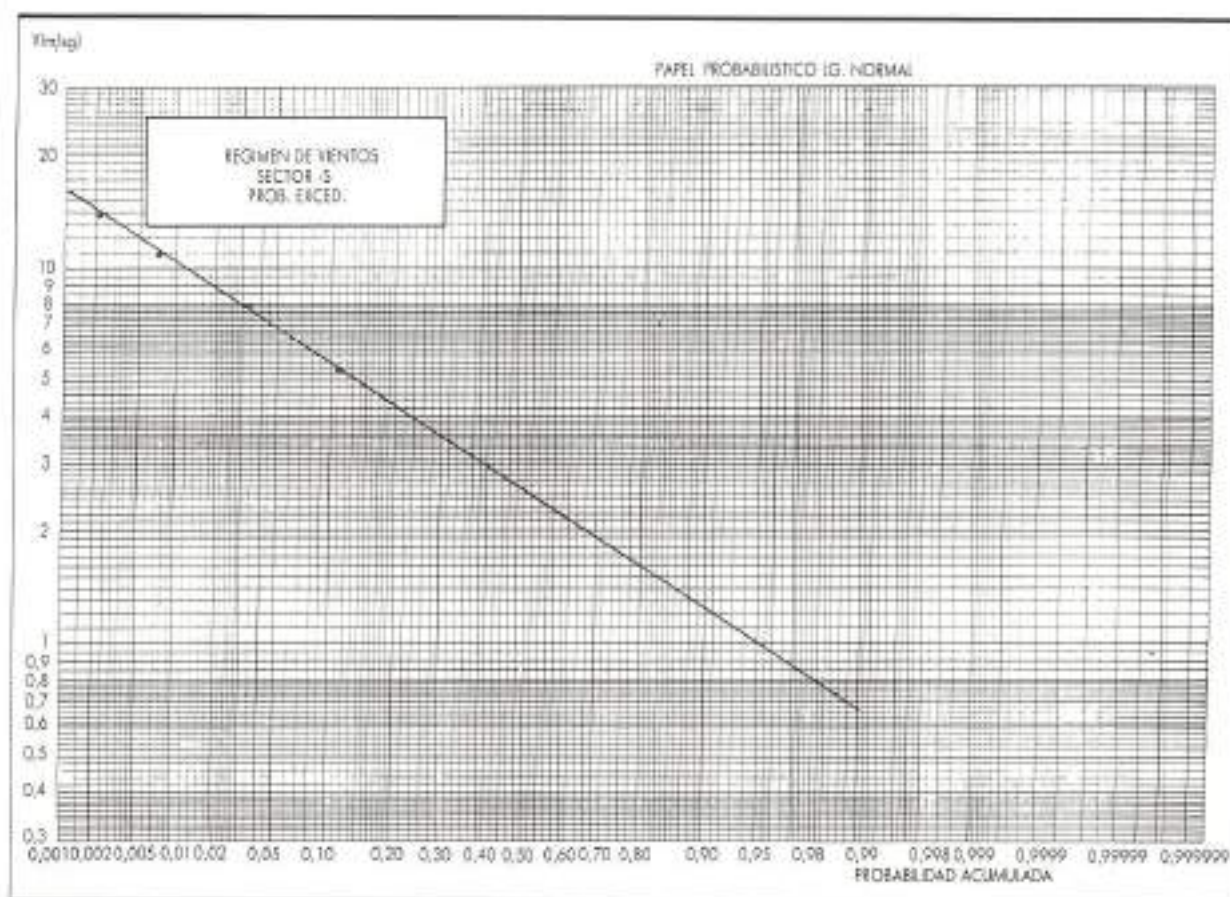


FIGURA 9.

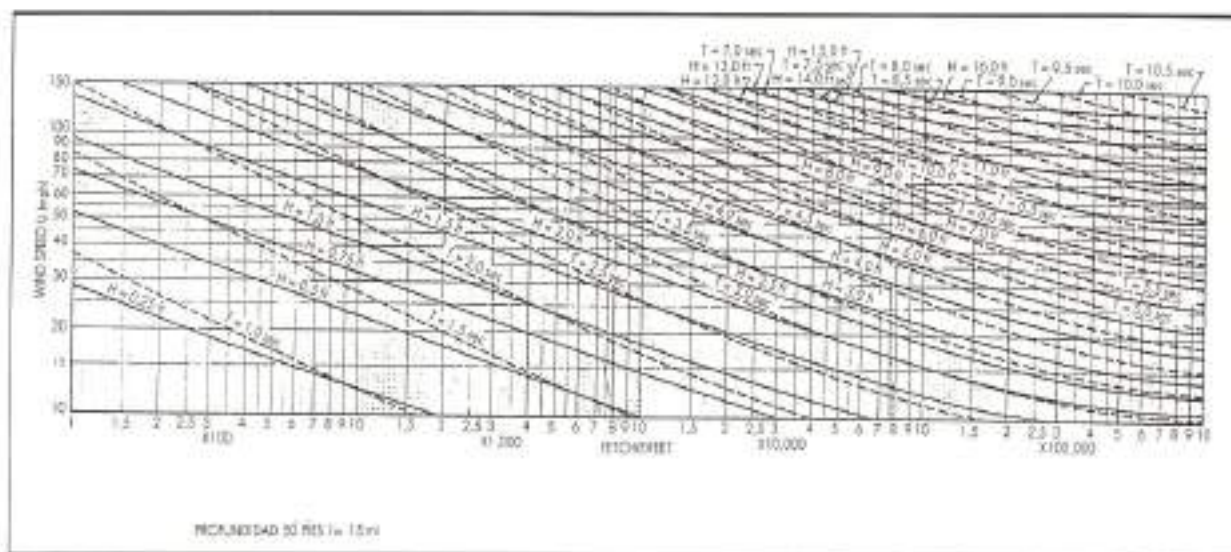


FIGURA 10.

VELOCIDAD VIENTO		PROBABILIDAD ACUMULADA SECTOR 5
ESCALA BEAFORT	M/SEG	
<2	< 3.3	0.13310
<3	< 5.4	0.10790
<4	< 7.9	0.03450
<5	< 10.7	0.00750
<6	< 13.8	0.00210
<7	< 17.1	0.00008

TABLA 4. Relación de escala de velocidades y probabilidades de excedencia.

ZONA	ALTERNATIVA		
	ACTUAL	I	II
1	0.65	0.65	0.62
2	0.70	0.67	0.66
3		0.72	0.70
4			0.75

TABLA 5. Coeficiente medio de agitación en distintas zonas. Oleaje local.

ZONA	ALTERNATIVA	H_{BOCANA} m pies		VELOCIDAD VIENTO		INDICE DE EXCEDENCIA $H_{INT} > 0.30$ m
				nudos	m/s	
1	ACTUAL 1 2	0.46	1.50	13.0	6.8	18.3
		0.46	1.50	13.0	6.8	18.3
		0.48	1.60	19.0	7.8	11.9
2	ACTUAL 1 2	0.43	1.40	12.0	6.3	19.7
		0.45	1.50	13.0	6.8	18.3
		0.45	1.50	13.0	6.8	18.3
3	1 2	0.42	1.39	12.0	6.3	19.7
		0.43	1.40	12.0	6.3	19.7
4	2	0.40	1.33	11.5	6.0	20.4

TABLA 6. Índice de excedencia $H_{INT} > 0.3$ m. Oleaje local.

el índice de excedencia asociado al oleaje local.

En la tabla 6 se resumen los resultados obtenidos para el caso analizado.

REFERENCIAS

- GODA, Y. (1976). Irregular sea waves for the design of harbour structures (integrated title). Trans. Japan Soc. Civil Engrs., 8, 267-271.
- LARSEN, J. y DANCY, H. (1988). Open boundaries in short wave simulations a new approach. Coastal Eng., 7, 285-297.
- MADSEN, P. A. (1983). Wave reflection from a vertical permeable absorber. Coastal Eng., 7, 381-396.
- U.S. Army Coastal Engineering Research Center (1977). Shore Protection Manual. U.S. Govt. Printing Office.

CONSTRUIMOS SOLUCIONES

Obras que identifican nuestra forma de trabajar y califican la larga trayectoria de nuestra empresa.

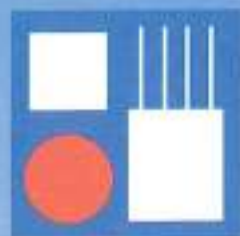
Construimos grandes realidades que son el fruto de la técnica y la experiencia acumulada a lo largo de los años.

Así somos y así seguiremos: construyendo futuro.



FOMENTO

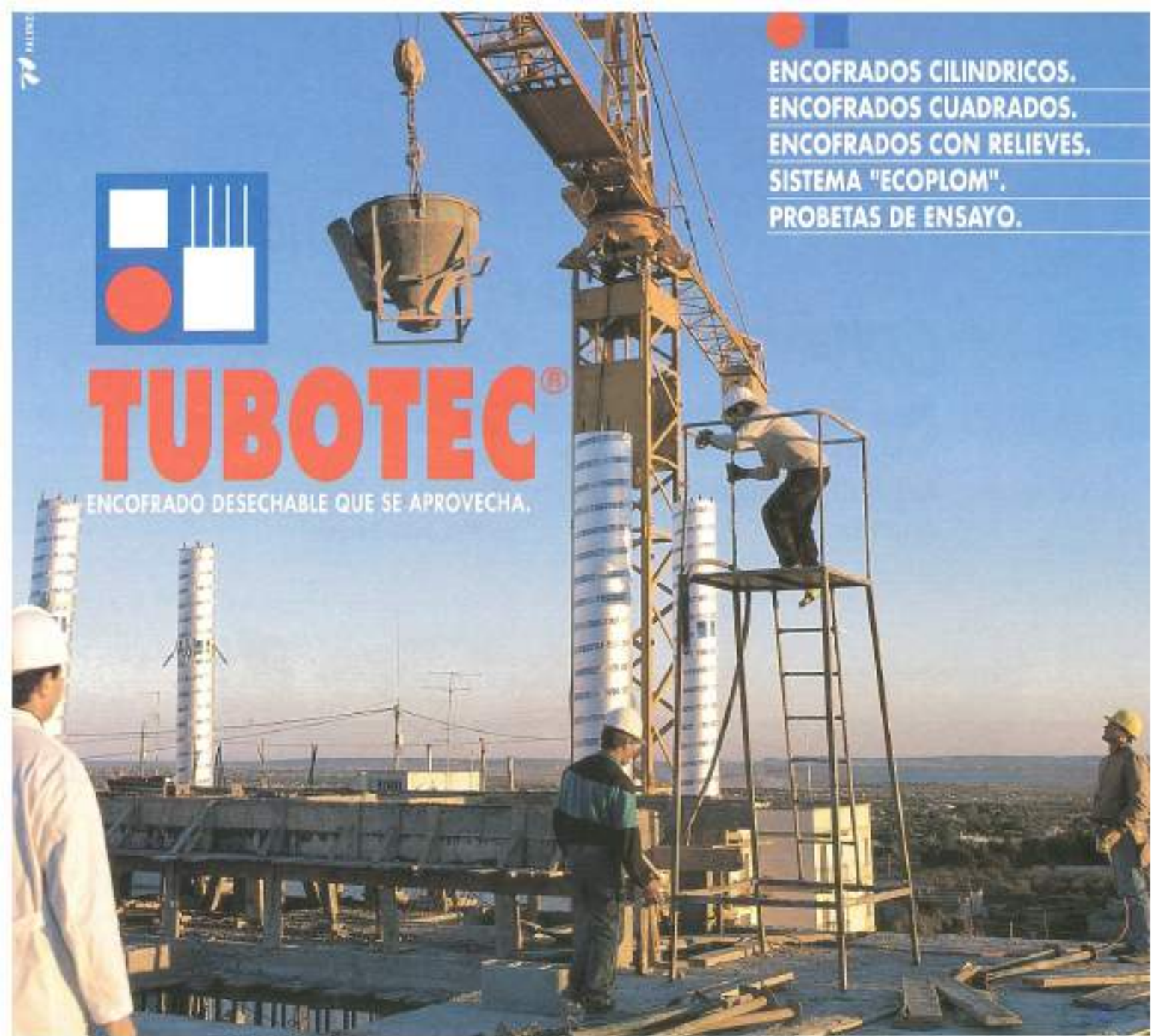
DE OBRAS Y CONSTRUCCIONES S.A.



ENCOFRADOS CILINDRICOS.
ENCOFRADOS CUADRADOS.
ENCOFRADOS CON RELIEVES.
SISTEMA "ECOPLOM".
PROBETAS DE ENSAYO.

TUBOTEC®

ENCOFRADO DESECHABLE QUE SE APROVECHA.



HACEMOS PRESENTE EL FUTURO DEL ENCOFRADO

SOLICITUD DE DOCUMENTACIÓN



JOSE MANUEL VALERO, S.L.

C/Cuesta de las Piedras, s/n.
Apartado Correos 93
Telfs. (96) 540.27.88-540.31.16
Fax. (96) 540.13.43
03330 - CREVILLENTE/Alicante/España

Envíen información detallada de:

- ☐ ENCOFRADOS CILINDRICOS.
☐ ENCOFRADOS CUADRADOS.
☐ ENCOFRADOS CON RELIEVES.
☐ SISTEMA "ECOPLOM".
SUJECIÓN STANDARDIZADA DE ENCOFRADOS.
☐ PROBETAS DE ENSAYO

Nombre:
Empresa:
Dirección:
Población:
Código Postal:
Teléfono: