

Banco de Datos Visuales del CEDEX.

Posibilidades de explotación.

II - Oleaje

M^º JESÚS MARTÍN SOLDEVILLA (*)
CRISTINA BENITO GUINEA (**)

RESUMEN Como se comentó en la anterior publicación relativa a la explotación de los datos de viento, las observaciones de oleaje procedentes de barcos en ruta constituyen una fuente de información alternativa, de calidad no muy elevada pero de extraordinario interés en aplicaciones prácticas debido a que el oleaje viene caracterizado no sólo en términos de altura y periodo sino también de dirección de incidencia, siendo esta última variable la que los equipos escalares de medida de oleaje no registran.

Aunque actualmente existen equipos de medida de oleaje direccional operando, la escasa información todavía existente limita su utilización práctica. Esto determina que la caracterización del oleaje en direcciones concretas tenga que ser abordada con la información visual existente en la zona. Referente a la Costa Española el CEDEX dispone, como se indicó, de un Banco de Datos Visuales de Oleaje que cubre ampliamente las distintas fachadas marítimas peninsulares e insular española con una longitud temporal elevada y un software de explotación bastante completo que permite ofrecer al técnico relacionado con los problemas de la ingeniería marítima la información elaborada relativa al oleaje que precisa para abordar y evaluar sus proyectos.

CEDEX VISUAL DATA BANK. EXPLOTATION POSSIBILITIES. II - SWELL

ABSTRACT As we mentioned in the previous publication with respect to the exploitation of wind data, the swell observations from ships on the open sea constitute an alternative source of information, and whilst not of great quality, it is nevertheless of extraordinary interest in practical applications due to the fact that the swell is not only characterized in terms of height and periodicity, but also direction of incidence, this being the variable that scalar equipment for measuring waves does not register.

Although there currently exists directional wave measuring equipment in operation, the scarce information available limits its practical utilization. This is the principal reason why the characterization of waves in specific directions has to be undertaken with the visual information. As regards the Spanish coastline, CEDEX avails of a Visual Swell Data Bank, as we have said, which amply covers the distinct peninsular and insular Spanish coastlines over a long period of time, as well as fairly comprehensive exploitation software which enables us to offer the specialist in maritime engineering problems the swell information duly elaborated which is needed to undertake and evaluate such projects.

Palabras clave: Clima marítimo; Datos visuales de oleaje; Caracterización estadística del oleaje.

1. INTRODUCCIÓN

El planteamiento correcto de cualquier proyecto de ingeniería marítima parte del conocimiento previo de todas las variables medioambientales que afectan al funcionamiento adecuado de la obra en su conjunto tanto en su fase de construcción como de servicio.

Dentro de estas variables, la de mayor repercusión en las obras marítimas, y por tanto la que condiciona su diseño y explotación, así como la navegación marítima, es el oleaje.

fenómeno geofísico respecto al que son planteados la práctica totalidad de los proyectos relativos a este campo de la ingeniería.

La definición del clima de oleaje, o descripción del oleaje a largo término, consiste en su caracterización estadística a partir de una colección de datos representativos obtenidos de las distintas fuentes de medida disponibles.

Esta descripción estadística del oleaje, denominada en términos generales "a largo término", suele plantearse para dos intervalos específicos de tiempo: el correspondiente al año climático medio —representativo de las condiciones climáticas más frecuentes (medias)— y el que abarca periodos de tiempo mucho mayores, del orden de la centena de años, que define las condiciones más severas o extremas.

En ambos casos el interés se centraliza en caracterizar el oleaje en términos de su altura, periodo y dirección de inci-

(*) Dra. en Ciencias Químicas. Jefa del Sector de Estudios Portuarios del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX (MOPTMA).

(**) Lda. en Ciencias Físicas. Jefa de Programa del Sector de Ingeniería de Sistemas del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX (MOPTMA).

ÁREA	ZONA	LÍMITES GEOGRÁFICOS	DATOS TOTALES*	
			SEA	SWELL
1	CANTABRIA	43.0 N - 45.0 N 1.5 W - 7.0 W	17081	12172
2	GALIEGA - I	43.2 N - 45.0 N 7.0 W - 11.0 W	112748	85038
3	GALIEGA - II	41.5 N - 43.2 N 8.0 W - 11.0 W	63071	48417
4	SURATLÁNTICA	35.0 N - 37.1 N 5.6 W - 10.0 W	130323	73986
5	SURMEDITERRÁNEA I	35.0 N - 37.0 N 2.0 W - 5.6 W	92469	39982
6	SURMEDITERRÁNEA II	35.0 N - 38.0 N 2.0 W - 2.0 E	109364	53075
7	LEVANTE	37.8 N - 40.5 N 1.0 W - 2.0 E	26980	12660
8	CATALANA	40.5 N - 42.5 N 0.0 E - 4.5 E	21505	8323
9	BALEAR	38.3 N - 41.0 N 0.5 E - 5.5 E	51756	21956
10	CANARIA	26.5 N - 30.5 N 12.0 W - 20.0 W	94056	58814

TABLA 1. Localización y características de la información.

* Incluidas las costas.

dencia. Sin embargo, la utilidad de las distintas fuentes de medida, el tratamiento de los datos de partida, las metodologías estadísticas de análisis y el objetivo final de un estudio realizado para el año climático difiere significativamente del correspondiente a mayores periodos de tiempo.

De entre las distintas fuentes de información de oleaje directamente accesibles: visuales e instrumentales, los más abundantes y, en términos de acometer el análisis para direcciones concretas los únicos con longitud temporal suficiente para abordar una caracterización estadística fiable, son los datos visuales. Sin embargo su calidad, significativamente inferior a la procedente de un sensor de medida, limita su aplicación práctica a la caracterización de condiciones medias, pudiéndose utilizar como meramente orientativa en la descripción de situaciones extremas.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN ANALIZADA

Las observaciones de oleaje soportadas en el Banco de Datos Visuales del CEDEX fueron adquiridas al National Climatic Data Center (Asheville, USA), organismo responsable de la codificación y distribución de los datos de oleaje relativos, entre otros, a los mares que bañan todo el litoral español.

La superficie marina y el periodo de observación (1945 a 1992) cubiertos con suficientemente extensos (figura 2.1) como para caracterizar adecuadamente todos los oleajes que alcanzan nuestras costas.

En términos de oleaje la información que suministra es su altura (H_s), —agrupada en intervalos de 0,5 m— periodo (T_s) —con definición de 1 segundo— y dirección de incidencia (θ) —referida a rosas de 16, 32 ó 36 rumbos dependiendo de la experiencia del observador que reporta la me-

didada—, haciéndose distinción entre el oleaje sea (mar de viento) y swell (mar de fondo), siendo usual que ambos sucesos sean observados simultáneamente como corresponde al estado del mar más frecuente caracterizado por un oleaje compuesto.

Su fiabilidad es aceptable en condiciones climáticas moderadas pero muy limitada para condiciones extremas debido, fundamentalmente, a la tendencia del observador a sobreestimar la altura observada y sobre todo a la ausencia de medidas en condiciones realmente duras consecuencia de la tendencia lógica de los buques a navegar en condiciones de buen tiempo.

Otra característica importante de esta información es su heterogeneidad tanto espacial como temporal existiendo una mayor densidad de datos agrupada en torno a las rutas de navegación y condiciones climáticas no extremas.

3. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DE EXPLOTACIÓN

Como se indicó en el artículo anterior relativo a viento, la adquisición en el CEDEX de nuevos ordenadores con mayor capacidad de cálculo y de almacenamiento físico permite disponer en acceso directo del grueso de la información visual relativa al oleaje y viento representativo de nuestras costas lo que ha llevado a mejorar y ampliar el software de explotación existente.

Básicamente el paquete desarrollado se desglosa en una aplicación encargada de la extracción y decodificación de los datos brutos contenidos en la base y otras que efectúan los cálculos estadísticos y su presentación gráfica.

La extracción de los datos depende del tipo de caracterización estadística que se desea abordar, (media o extrema) pero en ambos casos es preciso especificar el tamaño de la cuadrícula —en décimas del grado—, el tipo de trata-

miento —escalar o direccional— y el oleaje deseado, sea, swell o compuesto, pudiéndose definir éste último con el criterio de Darbyshire, que considera $H_s = (H_{max}^2 + H_{min}^2)^{1/2}$ si $|\theta_{max} - \theta_{min}| \leq 45^\circ$, y $H_s = H_{max}$ en caso contrario; o con el denominado criterio de Darbyshire modificado, donde el ángulo de fusión, θ , es especificado por el usuario siendo habitual, en base a no perder información en los distintos sectores activos, fijar este ángulo igual al de la amplitud del sector utilizado para efectuar el agrupamiento direccional del total de observaciones que, generalmente, será menor de 45° .

Establecidas las dimensiones de la cuadrícula y tipo/s de oleaje/s a analizar el programa de extracción genera unos ficheros cuya información depende del tipo de análisis elegido (medio o extremo).

Si la opción seleccionada fue *oleaje medio*, el programa elabora un fichero de impresión que contiene la tabla bivariada H_s/T_s , para el total de las direcciones (escalar) o para direcciones particulares (direccional) en el que para cada intervalo de altura y período aparecen recogidas el número de observaciones incluyéndose, las probabilidades individuales y acumuladas y, en su caso, la frecuencia de presentación de los distintos sectores, siendo éste el fichero que maneja el usuario.

Para efectuar los cálculos el programa de extracción elabora otros archivos adicionales cuya estructura depende del tipo de análisis que, en términos del oleaje medio, incluye el cálculo de los regímenes medios, escalares y direccionales; la persistencia estadística, y las roas de oleaje y distribución direccional del flujo de energía referidas a 8, 16 o 24 rumbos.

Si la opción elegida fue la correspondiente a los valores extremos se crea igualmente un fichero de impresión y otro de trabajo que contiene las 10 alturas de ola máximas "observadas" cada año incluyéndose, en el archivo de impresión, la correspondiente fecha.

A partir de estos datos el paquete de análisis estadístico determina el régimen extremal, escalar o de una dirección concreta, pudiéndose modificar o no las muestras antes de proceder a su análisis tal y como a continuación se detalla.

4. CARACTERIZACIÓN DEL OLEAJE MEDIO

Independientemente del tipo de oleaje seleccionado, el análisis estadístico de los datos incluye los siguientes aspectos:

4.1. REGÍMENES MEDIOS

Debido a la heterogeneidad espacial y temporal características de esta fuente de medida el cálculo de esta función de distribución estadística, que determina el porcentaje de tiempo que en el año climático medio es superado un determinado umbral de altura, se efectúa a partir del histograma acumulado de alturas, elaborado en términos del intervalo prefijado en los datos brutos (0,5 m), incluyéndose en el intervalo menor todas las calmas —observaciones sin dirección— si la muestra es escalar, y ofreciéndose la opción de distribuirlos por sectores o considerarlos como un "sector adicional de calmas", si se trata de analizar una/s dirección/es concreta/s. En este último caso las calmas solo afectan a la frecuencia de presentación.

La función de distribución incluida en el paquete de cálculo ha sido la distribución de Weibull de tres parámetros cuya expresión tiene la forma:

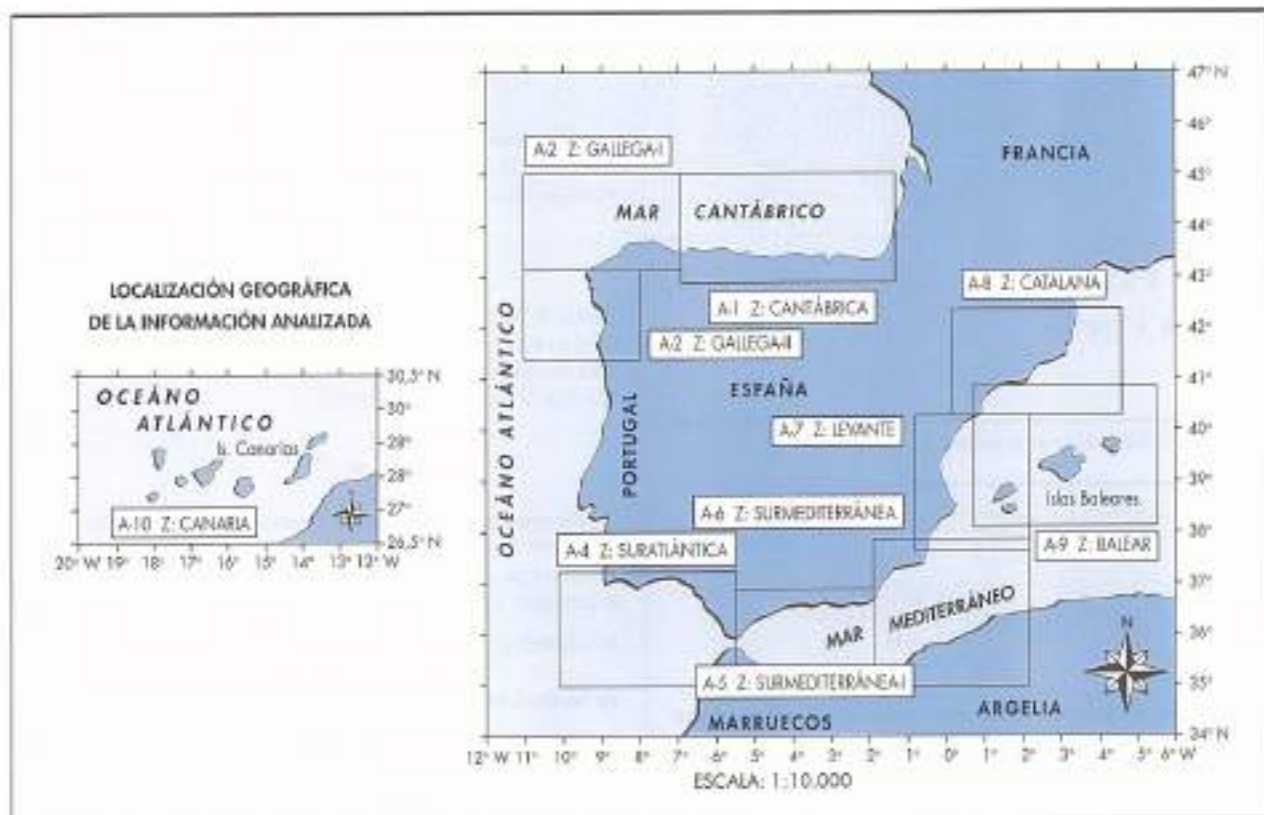


FIGURA 2.1. Límites geográficos de las observaciones de oleaje disponibles en el CEDEX.

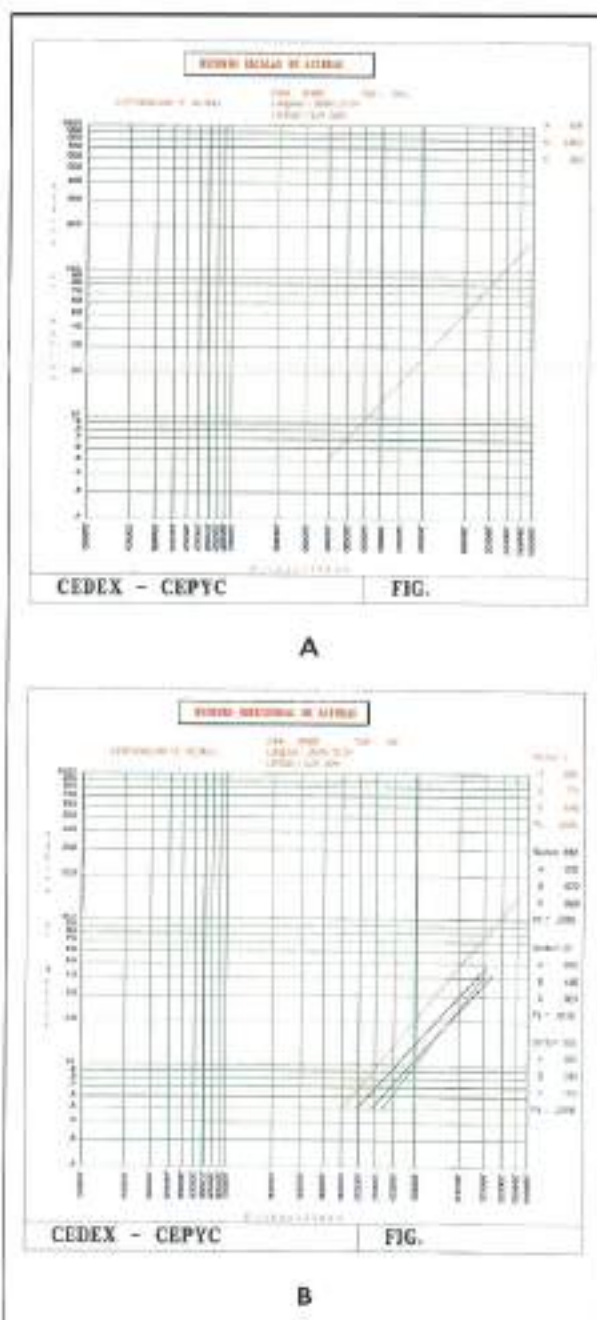


FIGURA 4.1. (A) Régimen medio escalas. (B) Régimen medio direccional.

$$F(H_s) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{H - A}{B} \right)^C \right]$$

donde A, B y C representan los parámetros de posición, escala y forma respectivamente para cuya estima el programa ofrece la aproximación del método de los momentos y el de mínimos cuadrados debiendo el usuario en ambos casos pre-fijar el valor del parámetro de posición (A).

La presentación de estos resultados se ofrece de forma gráfica en escala distorsionada correspondiente al papel pro-

babilístico de Weibull incluyéndose en la misma gráfica los límites de la cuadrícula seleccionada, el tipo de oleaje —sea, swell o compuesto— analizado, los parámetros de la distribución de ajuste y, en su caso, la/s frecuencia/s de presentación correspondiente/s a la/s dirección/es analizada/s pudiéndose incluir en un mismo gráfico un máximo de 4 ajustes (figura 4.1).

• Persistencia estadística

Dadas las características espacio-temporales de los datos visuales y la definición de la persistencia —función de probabilidad que determina el tiempo durante el que una condición dada, en nuestro caso H_s , permanece por encima o debajo de un cierto umbral, parece que la información visual es inoperante para el cálculo de esta función de distribución estadística. Sin embargo tal y como ocurría con la variable viento— existen modelos paramétricos, más o menos aproximados, que permiten estimarla siendo el más conocido el desarrollado por Graham (1984), modificado posteriormente por Kuswashiwa y Hogben (1986).

En ambos casos se admite que la probabilidad acumulada de las excedencias de la variable analizada sigue una distribución de Weibull:

$$P(H_s) = 1 - F(H_s) = \exp \left[- \left(\frac{H - A}{B} \right)^C \right]$$

la cual logran relacionar empíricamente con la duración media de las excedencias $\bar{\tau}_s$ mediante la expresión:

$$P(H) = \exp(-\bar{\tau}_s / E)^{\beta} \rightarrow \bar{\tau}_s = E / [-\ln(P(H))]^{\beta}$$

donde los parámetros E y β vienen expresados en función del parámetro de forma (C) de la distribución acumulada de partida por las relaciones:

$$E = 3.5 / C^{1/2}$$

$$\beta = 0.6 / C^{0.287}$$

Asumiendo la relación teórica existente entre la duración media de la excedencia y las calmas ($\bar{\tau}_1$) de un determinado nivel de altura:

$$\bar{\tau}_s = \frac{PT}{N}; \bar{\tau}_1 = \frac{(1-P)T}{N}$$

donde P es la probabilidad acumulada de excedencia, T el tiempo total de medida y N el número de veces que una determinada excedencia se produce, se puede expresar una en función de la otra en la forma:

$$\frac{\bar{\tau}_s}{\bar{\tau}_1} = \frac{P}{(1-P)} \Rightarrow \bar{\tau}_1 = \bar{\tau}_s \frac{(1-P)}{P}$$

Empíricamente también llegan a establecer que la distribución acumulada de la duración de las excedencias o no excedencias para cualquier nivel de altura de ola puede ser expresada, en términos de duración normalizada respecto a la duración media $\left(x = \frac{\tau}{\bar{\tau}} \right)$, a través de una distribución de Weibull biparamétrica:

$$Q(x) = \exp[-D(x)^{\alpha}]$$

donde los parámetros D y α están relacionados a través de la función gamma Γ en la forma:

$$D = \left[\Gamma \left(1 + \frac{1}{\alpha} \right) \right]^\alpha$$

tomando α unos valores que dependen nuevamente del parámetro forma de la distribución de partida según las siguientes expresiones para la excedencia (g) y las no excedencias (l):

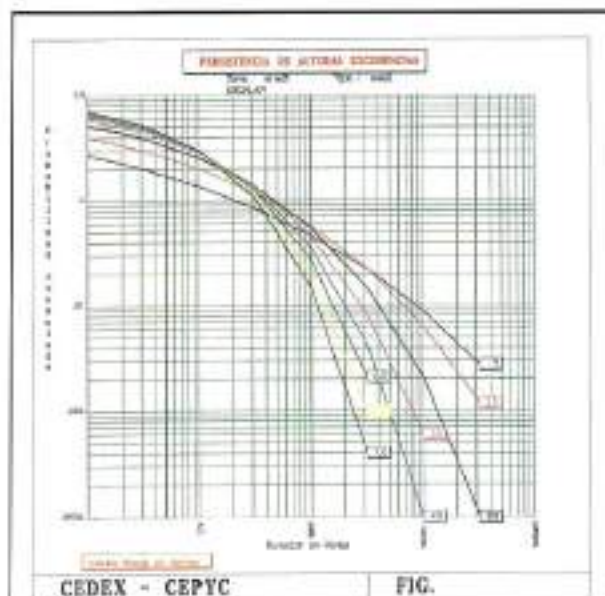
$$\alpha_g = 0.267C \left(\frac{H}{H} \right)^{0.4}$$

$$\alpha_l = 0.267C \left(\frac{H}{H} \right)^{-0.4}$$

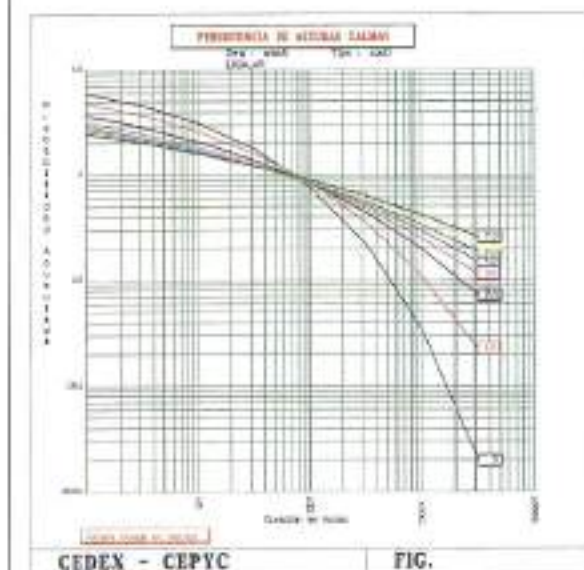
donde H es la altura de ola media de la población y no de la muestra cuya relación con los parámetros de la distribución viene dada por:

$$\bar{H} = BT \left(1 + \frac{1}{C} \right) + A$$

Gráficamente estos resultados se presentan en escala doble logarítmica en términos de probabilidades acumuladas (figura 4.2), número de ocurrencias (figura 4.3) y duraciones medias (figura 4.4), tanto de excedencias como de no excedencias.

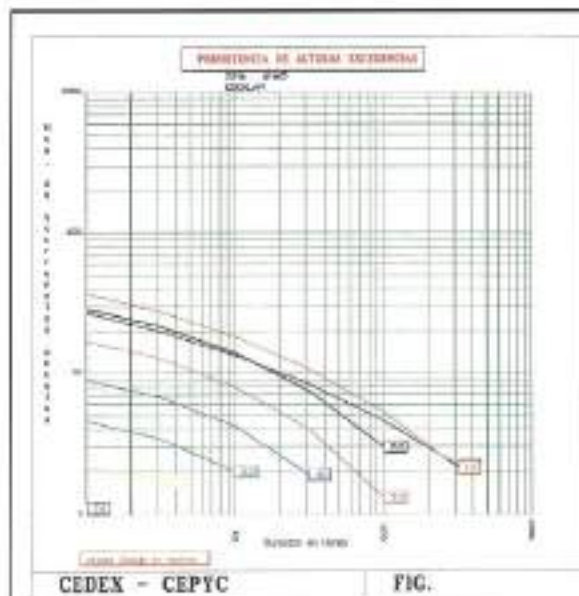


A

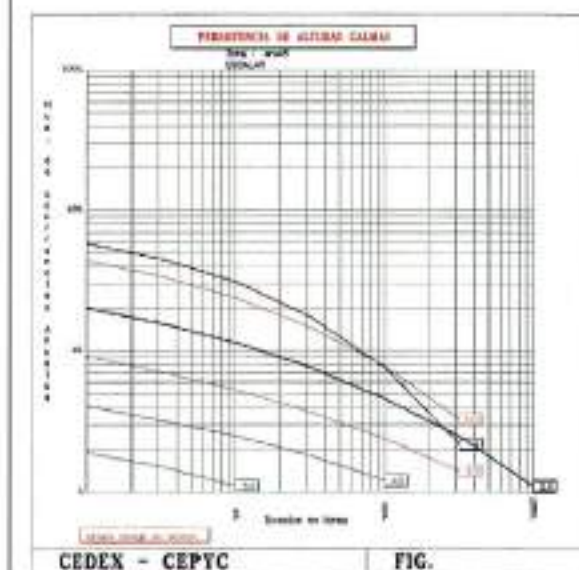


B

FIGURA 4.2. Probabilidad acumulada de la persistencia. (A) Tormentas. (B) Calmas.



A



B

FIGURA 4.3. Número de ocurrencias. (A) Tormentas. (B) Calmas.

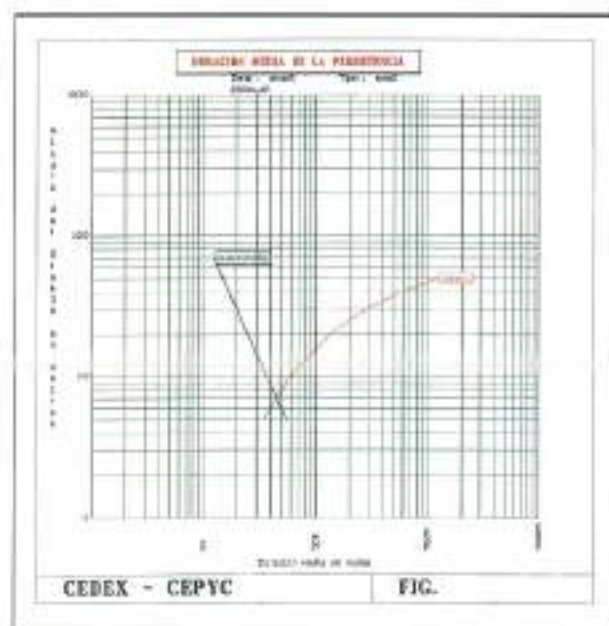


FIGURA 4.4. Duración media de las tormentas y las calmas.

• Rosa de oleaje

La rosa de oleaje, o distribución bivariada altura-dirección resultante del agrupamiento direccional considerado, se presenta en forma gráfica referida a 8, 12 ó 16 rumbos, correspondientes a las agrupaciones tradicionalmente manejadas en el campo de la ingeniería marítima de 45°, 30° y 22.5° respectivamente.

Cada brazo se encuentra distribuido en distintos intervalos de 0.5 m cuya longitud representa la probabilidad relativa, y su anchura el nivel de altura incluyéndose en la gráfica el total de observaciones y el de calmas indicándose la dirección reinante (o más frecuente), el tipo de oleaje y límites de la cuadrícula a la que corresponde la muestra analizada (figura 4.5).

• Distribución direccional del flujo de energía

Otra opción incluida en el paquete es el cálculo de la distribución direccional del flujo de energía, cuya aplicación práctica es elevada en cálculos de transporte.

El procedimiento adoptado para su cálculo está basado en la teoría de ondas de amplitud finita según la cual la energía media de la onda por unidad de superficie ($\bar{E}$) puede ser expresada en la forma:

$$\bar{E} = \frac{1}{8} \rho g H^2$$

donde g es la aceleración de la gravedad (m/s^2), ρ la densidad de agua (1031 g/m^3), y H es la altura de la ola (m).

La energía media transportada por unidad de anchura y tiempo o flujo de energía ($\bar{F}_x$) asociado a esta onda viene dado por:

$$\bar{F}_x = \bar{E} c_g = \bar{E} c n = \frac{1}{8} \rho g H^2 c \cdot n$$

donde:

c_g = velocidad de grupo.

c = velocidad de fase = L/T , con longitud de onda y T período.

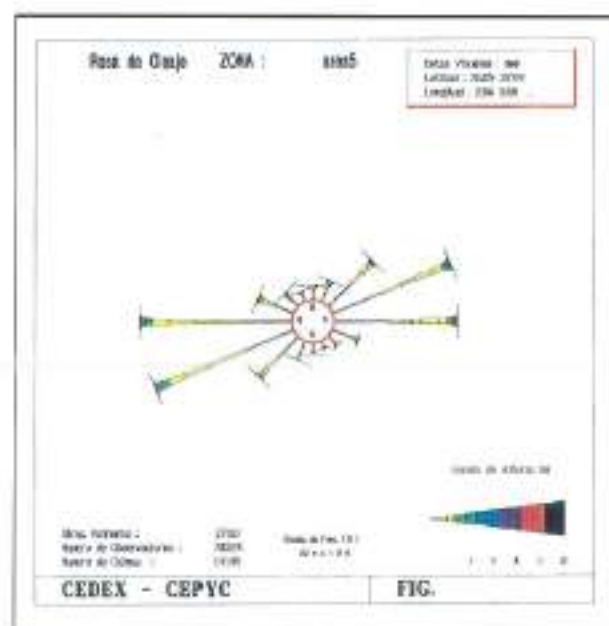


FIGURA 4.5. Rosa de oleaje.

$$n = c_g / c = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{2Kh}{\sinh(2Kh)} \right); \text{ siendo } K=2\pi/L, \text{ y } h \text{ la profundidad.}$$

Para aguas profundas, como corresponde a las observaciones visuales, $n = 1/2$, por lo que la ecuación del flujo puede ser expresada en la forma:

$$\bar{F}_x = \frac{1}{16} \rho g H^2 c = \frac{1}{16} \rho g H^2 L_0 / T$$

siendo L_0 la longitud de onda en aguas profundas, cuya relación aproximada con el período asociado es

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} = 1.56T^2. \text{ Sustituyendo esta aproximación en la ecuación anterior obtenemos:}$$

$$\bar{F}_x = \frac{1.56}{16} \rho g H^2 T$$

Admitiendo esta aproximación es posible estimar la distribución direccional del flujo de energía si se dispone de las tablas bivariadas H_n/T_n correspondientes a cada sector como:

$$\bar{F}_{TK} = \frac{1.56}{16} \rho g \left[\sum_{i=1}^4 \bar{H}_i^2 \left(\sum_{j=1}^n \bar{T}_j N_{ij} \right) \right] \cdot \frac{1}{N_o + N_c}$$

siendo:

$\bar{F}_{TK}$ = flujo en la dirección K .

$\bar{H}_i$ = intervalo de clase de los distintos intervalos (i) de altura de ola.

$\bar{T}_j$ = intervalo de clase de los distintos intervalos (j) de períodos.

N_{ij} = número de observaciones de intervalo de altura H_i y período T_j .

N_o = número total de observaciones.

N_c = número total de calmas.

ρ = densidad del agua.

g = aceleración de la gravedad.



FIGURA 4.6. Distribución direccional del flujo de energía.

Esta información se presenta de forma gráfica como estrella de 8, 12 ó 16 brazos, siendo la longitud de cada brazo proporcional, según la escala, al flujo de energía asociada. Las unidades de medida adoptadas en la representación gráfica son N/s, señalándose la dirección de mayor flujo (figura 4.6).

4.3. CARACTERIZACIÓN DEL OLAJE EXTREMO

Independientemente del tipo de análisis solicitado, escalar o direccional, el tratamiento de los valores extremos implementado en el paquete de cálculo, utiliza como datos de partida las máximas alturas observadas cada año particular, independientemente de su dirección de procedencia (escalar), o para direcciones concretas (direccional) pudiéndose manejar muestras constituidas por los 1 a 10 máximos anuales.

Además en base a corregir la sobreestimación que conlleva la altura observada en condiciones climáticas duras, el programa permite modificar la muestra extrema antes de proceder a su análisis incluyéndose como posibles opciones las correcciones propuestas por:

$$\text{Cartwright: } H_c = 0.56 H_o$$

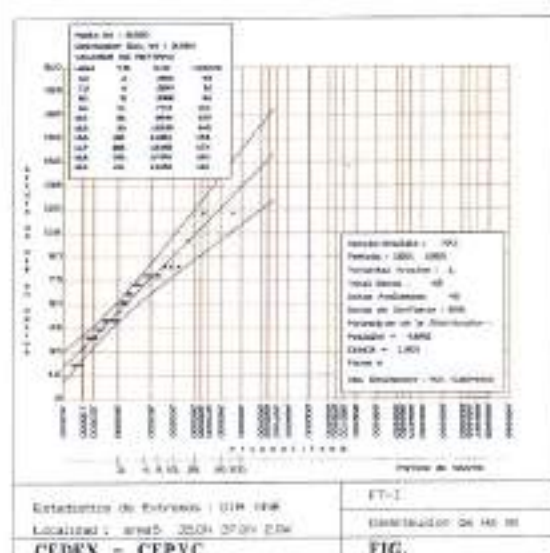
$$\text{Jardine: } H_c = 0.91 H_o \quad (H_o > 5\text{m})$$

$$\text{Nordström: } H_c = 1.68 H_o$$

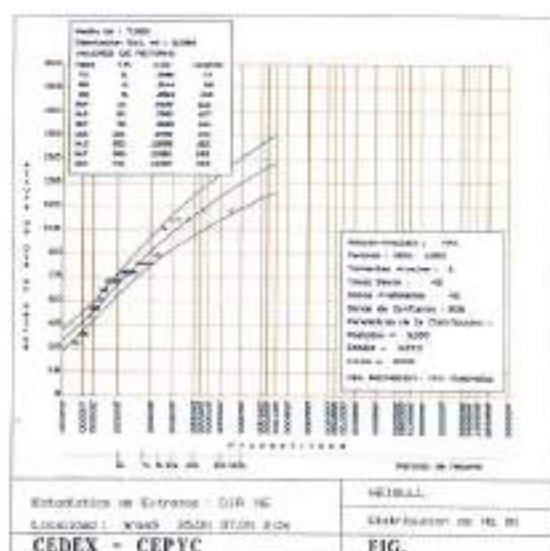
dejándose la posibilidad de que el usuario especifique la que crea más apropiada a través de una relación lineal.

$$H_c = A + B \cdot H_o$$

La metodología de cálculo implementada es análoga a la descrita para el paquete de vientos (Goda 1990), aunque en este caso las distribuciones incluidas son exclusivamente la distribución de Gumbel (FT-I) y la de Weibull (W) con cuatro parámetros de forma habiéndose desestimado la familia de Frechet por no ser apropiada para esta variable estadística.



A



B

FIGURA 4.7. Ajuste extremo por método de Goda. (A) FT-I (B) Weibull (C = 2.0).

Las expresiones de estas funciones de distribución y su rango de aplicación son:

$$\text{FT-I: } F(x) = \exp \{-\exp [-(x-A)/B]\} \quad -\infty < x < \infty$$

$$\text{W: } F(x) = 1 - \exp \{-(x-A)/B\}^C \quad A \leq x < \infty$$

(C = 0.75, 1.0, 1.4, 2.0)

El ajuste de la muestra extrema a las distintas distribuciones se efectúa, de acuerdo con el método, por mínimos cuadrados, utilizándose las frecuencias de punteo, de Grin-

gorten para la FT-I y la de Petruaskas y Angarad modificada para la distribución de Weibull.

Un ejemplo de este tipo de ajuste, para algunas de las distribuciones teóricas incluidas en el paquete, se recoge en la figura 4.7, incorporando la banda de confianza correspondiente al nivel de confianza del 90% pudiéndose, opcionalmente, elegir cualquier otro.

Obviamente el paquete también incluye los criterios de rechazo del DOL, (Desviación del OutLier, o valor excesivamente alejado del resto de la muestra) y el del REC (o del RESiduo del coeficiente de Correlación), así como el test de bondad de ajuste, conocido como criterio del MIR (Mínima Relación del residuo del coeficiente de correlación) desarrollados por el mismo autor.

5. REFERENCIAS

GRAHAM, C. (1982). The parametrisation of wave height and wind speed persistence statistics for oil industry operational planning purpose. Coastal Eng. 6: 503-329.

KUWASHIMA S., y HOGGEN, N. (1986). The estimation of wave height and wind speed persistence from cumulative probability distributions. Coastal Eng. 9: 563-590.

GODA, Y. y KOBUNE, K. (1990). Distribution Function Fitting for storm Wave Data. Proc 22nd Int. Conf. Coastal Engng. Delft.

MARTÍN SOLDEVILLA, M. J. y BENITO, C. (1995). Banco de Datos Visuales del CEDEX. Posibilidades de Explotación I-Viento. Rev. Ingeniería Civil, 97: 79-86.

6. AGRADECIMIENTOS

Se desea agradecer el inestimable trabajo desarrollado por D. Tomás Echagoyen, Jefe del Sector de Ingeniería de Sistemas del CEPYC-CEDEX, relativo a la decodificación de los datos suministrados y la creación de la nueva Base de Datos Visuales, sin lo cual no hubiera sido posible la realización del software de explotación presentado en el presente artículo.



GEOTEYCO

LABORATORIO ACREDITADO

- Asistencia Técnica.
- Control de Calidad.
- Estudios Geotécnicos.
- Ensayos de Campo.
- Ensayos de Laboratorio.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN

Área de ensayos de laboratorio de perfiles y barras de acero para estructuras.

Área de control "in situ" de la ejecución de la soldadura de elementos estructurales de acero.

Área de control de hormigón en masa o armado y sus materiales constituyentes: cemento, áridos, agua, acero para armaduras, adiciones y aditivos.

Área de ensayos de laboratorio de mecánica del suelo.

Área de toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas "in situ" de suelos.

Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales.

Paseo de la Habana, 81, Pto. Primero - 28036 MADRID

Tel.: (91) 457 06 25 (5 líneas)

Fax: (91) 457 43 32

GEOTEYCO

Poliçona Industrial Voldnaire
Naves 216-218
28940 RUENLAGRADA (Madrid)
Tel.: (91) 490 11 55 / 490 50 11
Fax: (91) 490 24 62

CONSTRUCCION NUEVA/FIRME COMPLETO EN **STYRELF*** SOLUCIONES PARA EL FUTURO

PRIMERA CALZADA **AUTOVIA** SAN SATURNINO A CARREIRA — GALICIA —

- Capa de base mezcla con **STYRELF 13-40**
- Capa de rodadura mezcla con **STYRELF 13-60**

STYRELF, el único procedimiento químico de polimerización de betunes, puesto en obra en España.

STYRELF, el proceso que permite seleccionar y adaptar el tipo y el grado de modificación a cualquier betón para definir una solución fiable e innovadora.

STYRELF, la nueva generación de betunes elastómeros polimerizados que da más vida útil a las carreteras.

STYRELF, más de 19 años de experiencia mundial en tecnología de asfaltos modificados.

STYRELF, líder mundial en betunes modificados para las carreteras con más de 3.500.000 toneladas aplicadas en el mundo.



styrelf® Ibérica

Avenida de América, 32 - 2º - 28028 MADRID (ESPAÑA)
Telefs.: (91) 337 67 03/62 89 • Fax: (91) 337 64 67

Patentes nº 465 476 - 485 814 - 481 722 - 517 713 - 523 133 - 551 997 - 551 998
©Producto comercializado en España por PROAS del Grupo CEPSA, bajo licencia ELF.

* Deflexiones obtenidas finalizada la obra, de acuerdo con lo previsto en el proyecto.

ADEKA ULTRA SEAL

SELLADO ESTANCO Y PERMANENTE

ADEKA ULTRA SEAL P-201 es un sellador monocomponente, expansivo en contacto con el agua y elástico que se presenta en forma de masilla.

- En contacto con agua aumenta de volumen un 100 %.
- Excelente adherencia sobre hormigón, acero y plástico incluso sobre soportes húmedos.
- Muy buena calidad y capacidad de recuperación.

Campos de aplicación:

Sellado de juntas de trabajo, juntas de dilatación, paso de tuberías, reparación de juntas, impermeabilización frente a agua con presión.

P-201 es el complemento ideal para la aplicación de la amplia gama de perfiles expansivos ADEKA.



BETTOR®

PRODUCTOS QUIMICOS
PARA LA CONSTRUCCION

Bastans, 13-15 · 08184 PALAU
DE PLEGAMANS (BCN)

Tel. (93) 8648604 · Fax (93) 8648463



ITEC CONSULT GmbH & Co. KG

Garmischer Strasse 35
D-81377 Munich

Tel.: (0 89) 7 43 61-0
Fax: (0 89) 7 43 61-292