

Anejo 6. Clima marítimo

Proyecto básico de ampliación del Puerto deportivo Poble Marina
(T.M. Puebla de Farnals, Valencia)

LLORENS BUFORT, María

MAHIQUES PÉREZ, M^a Ángeles

Valencia, Junio de 2016



ÍNDICE

1. OBJETO	3
2. RÉGIMEN DE VIENTOS	4
3. CLIMA MARÍTIMO	13
4. CARACTERIZACIÓN DEL OLEAJE	16
4.1. Régimen extremal.....	16
4.1.1. Dirección del oleaje	16
4.1.2. Altura de ola significativa.....	22
4.1.3. Periodo de oleaje pico	23
4.2. Régimen medio	24
4.2.1. Altura de ola significativa.....	24
4.3. Conclusiones	27
5. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE.....	28
5.1. Régimen extremal.....	28
5.1.1. Altura de ola significativa corregida	28
5.2. Régimen medio	30
5.2.1. Altura de ola significativa corregida	30
5.3. Conclusiones	30



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características Boya de Valencia.....	7
Tabla 2. Parámetros iniciales régimen extremal.....	28
Tabla 3. Resultados régimen extremal.....	30
Tabla 4. Parámetros iniciales régimen medio	30
Tabla 5. Resultados régimen medio.....	30

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Atlas del viento del litoral español I	5
Ilustración 2. Atlas de viento del litoral español II	6
Ilustración 3. Localización Boya de Valencia	7
Ilustración 4. Direcciones de oleaje.....	29
Ilustración 5. Wave Calculator	29



1. OBJETO

El objeto de este anejo es la caracterización del clima marítimo en la zona donde se va a desarrollar el proyecto.

Para realizar esta caracterización será necesario utilizar el *Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado* de la boya de Valencia, la cual corresponde a la más cercana al Puerto Poblá Marina. Además, el estudio se basará en la información obtenida de la *ROM 0.3-91 "Oleaje"* y la *ROM 0.4-95 "Acciones climáticas II: Viento"*



2. RÉGIMEN DE VIENTOS

La caracterización del viento en el Litoral Español recogida en el “*Anejo I*” de la ROM 0.4-95, ha sido realizada por el *Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)* a través del *Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC)*, y por el *Instituto Nacional de Meteorología con el Servicio de Climatología*, por encargo de Puertos del Estado para su inclusión específica en el *Programa ROM*.

La metodología utilizada se basa en el análisis estadístico de la información disponible procedente de dos fuentes distintas:

Observaciones desde Buques en Ruta con información direccional, almacenados en la *Base de Datos Visuales del CEPYC*, creada a partir de los datos suministrados por el *National Climatic Data Center de Asheville* (Carolina del Norte, USA).

Datos Instrumentales Escalares registrados en Estaciones Costeras pertenecientes a la *Red del Instituto Nacional de Meteorología*.

Cabe destacar que las observaciones desde buques en ruta proporcionan datos menos dispersos geográficamente y más homogéneas respecto a factores que pueden modificar la velocidad y dirección del viento (rugosidad superficial, la altura, condiciones topográficas locales en el punto de medición...) pero menos homogéneas respecto a las características de la velocidad del viento suministradas.

Sin embargo, debido a la ausencia de observaciones desde buques en ruta durante los grandes temporales, la caracterización de la velocidad del viento extrema sobre el mar se realiza a partir de la información instrumental disponible procedente de estaciones costeras. Los resultados obtenidos se complementan con los procedentes de las observaciones desde buques en ruta.

Respetando la zonificación del Litoral Español establecidas en el *Atlas de Clima Marítimo en el Litoral Español*, según la ROM 0.3-91 en su “*Anejo I*”, el puerto de Puebla de Farnals se encuentra situado en el área VII.

A continuación se muestra la localización y características técnicas de la información analizada correspondiente al área VII.

- Caracterización media:
 - Cabecera: Características y localización de la información analizada.
 - Cuadro A1: Observaciones desde Buques en Ruta: Rosa de Vientos.
 - Cuadro A2: Observaciones desde Buques en Ruta: Régimen Medio Escalar.
 - Cuadro A3: Observaciones desde Buques en Ruta: Regímenes Medios Direccionales.
 - Cuadro A4: Observaciones desde Buques en Ruta: Persistencia Escalar del Viento.
 - Cuadro A5: Registros en Estaciones Costeras: Regímenes.



- Caracterización extremal:
 - Cabecera: Localización y características de la información analizada.
 - Cuadro B1: Observaciones desde Buques en Ruta: Regímenes Extremales Direccionales.
 - Cuadro B2: Observaciones desde Buques en Ruta: Régimen Extremal Escalar.
 - Cuadro B3: Registros en Estaciones Costeras: Regímenes Extremales Escalares.
 - Cuadro B4: Velocidad Básica del viento, V_b , correspondiente a un periodo de retorno de 50 años, recomendada para proyecto [V_u , 10min (10)] (en m/s). Coeficientes de Direccionalidad [K_a].

Adjuntados, a continuación, los cuadros correspondientes.

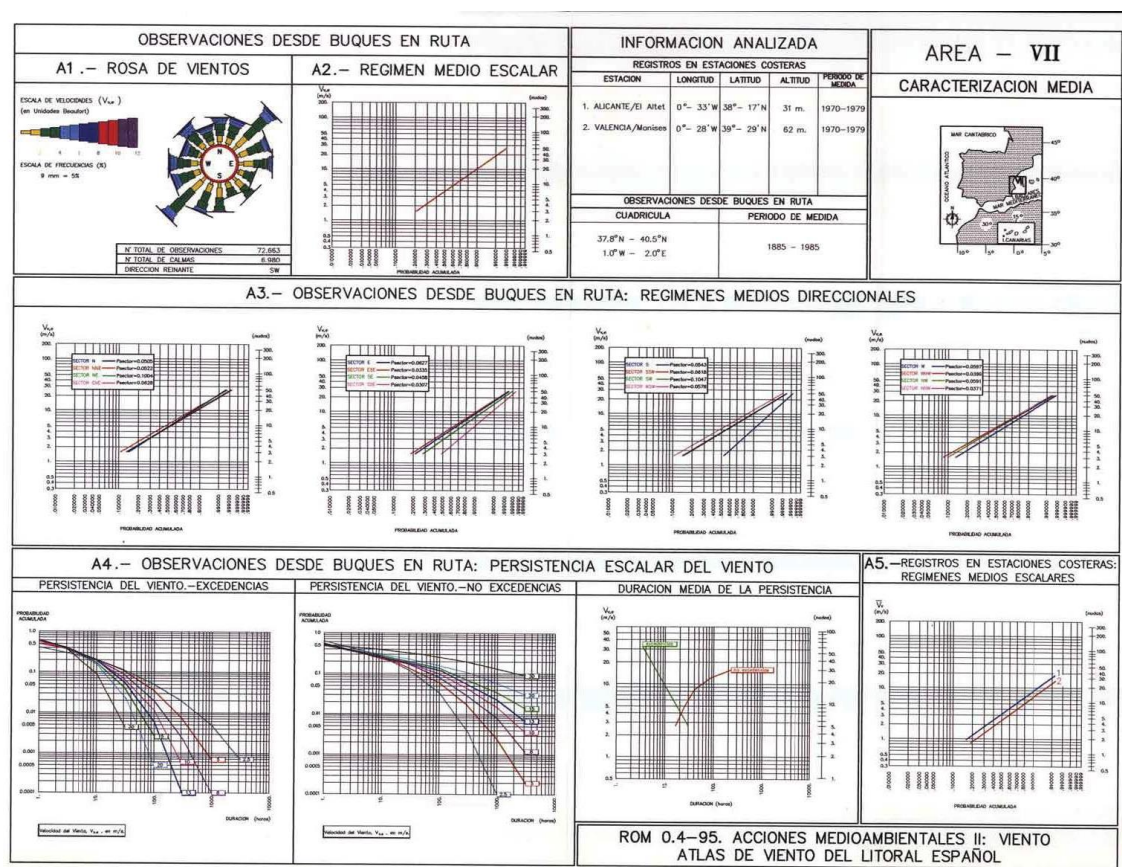


Ilustración 1. Atlas del viento del litoral español I

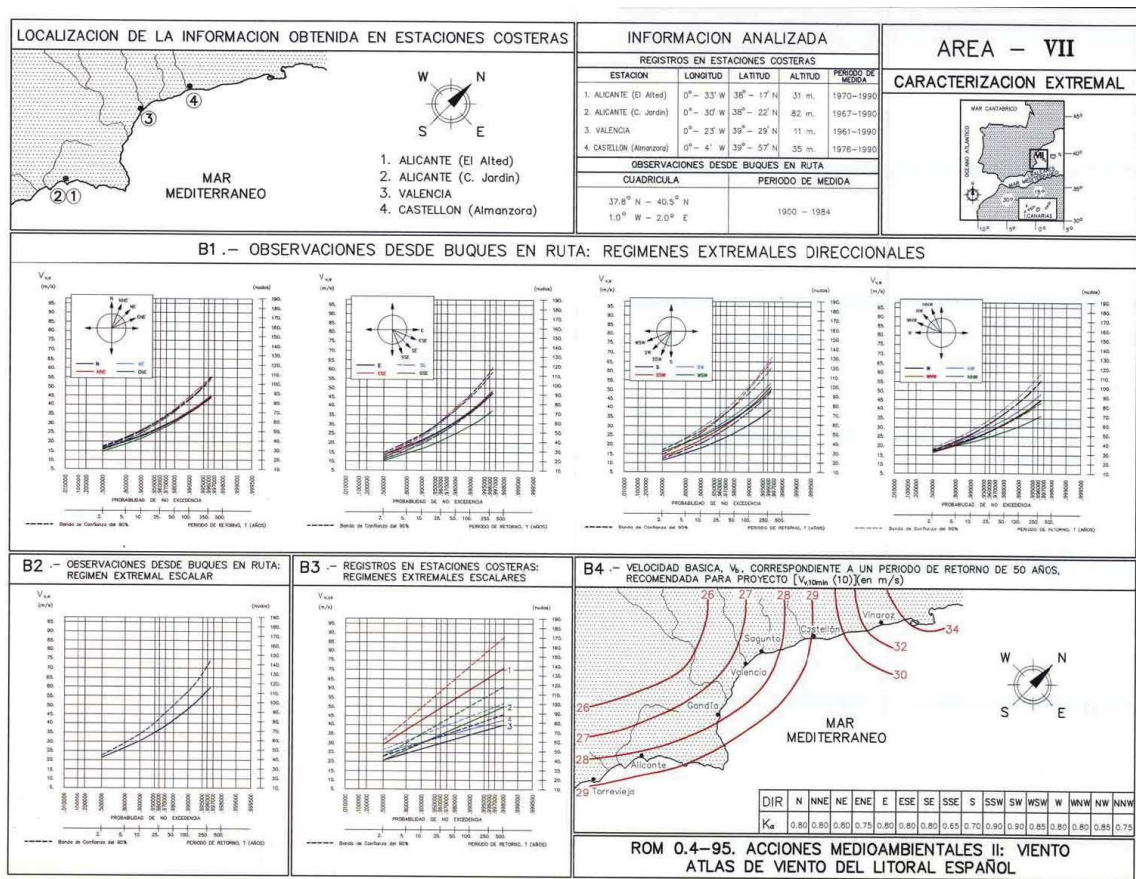


Ilustración 2. Atlas de viento del litoral español II

Como se puede observar en el Cuadro A1: "Observaciones desde Buques en Ruta: Rosa de Vientos", la dirección predominante del viento es SW, llegando a una velocidad de 5 en unidades Beaufort. Correspondiendo este valor a una velocidad del viento de 29 a 38 km/h, o lo que es lo mismo, de 17 a 21 millas náuticas/h.

Al corresponder esta información a datos tomados hasta 1990, podemos considerar que está poco actualizada. Por ello, acudimos al *Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado* de la Boya de Valencia a través de su página web (www.puertos.es).

A continuación se muestra la localización de la Boya de Valencia, escogida por su proximidad, así como del Puerto Poble Marina.



Ilustración 3. Localización Boya de Valencia

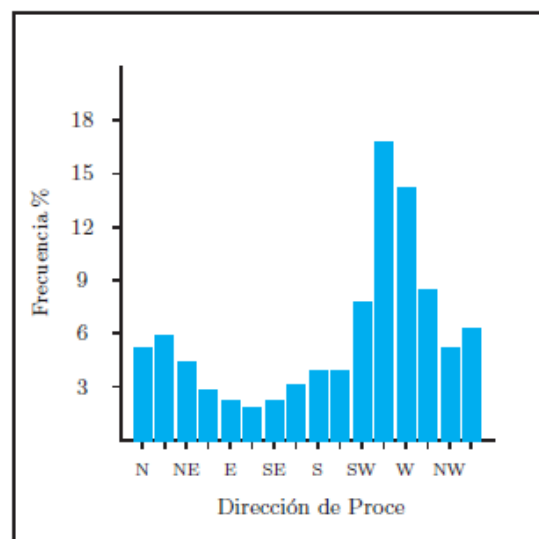
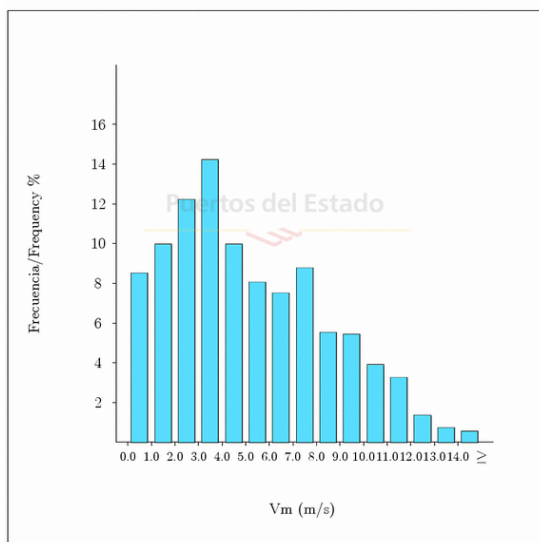
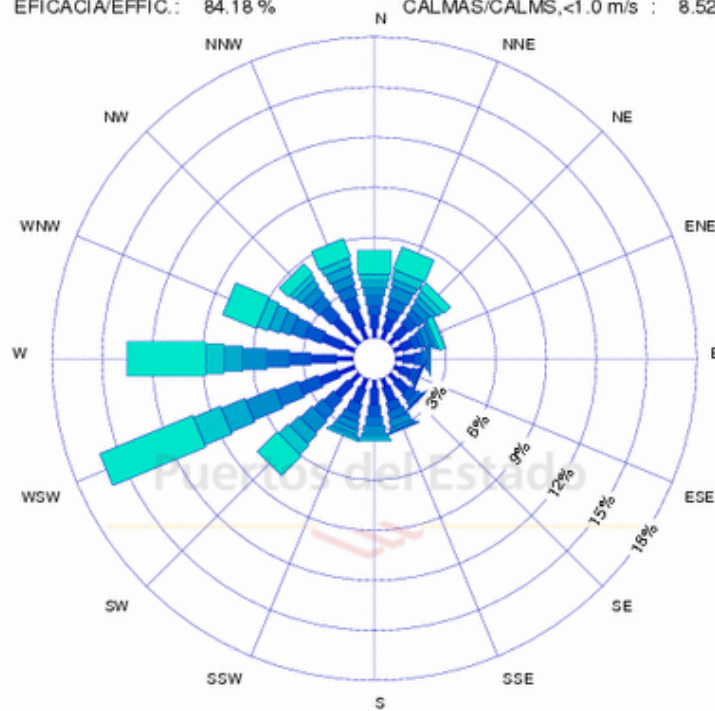
Nombre	Código	Profundidad	Longitud	Latitud
Boya de Valencia	2630	260 m	0.21° E	39.52° N

Tabla 1. Características Boya de Valencia

Por lo que, atendiendo a los datos de la Boya de Valencia, podemos mostrar las Rosas de los Vientos y los Histogramas de dirección de procedencia y velocidades más frecuentes de cada estación del año en el periodo de tiempo 2005-2015. Todo ello referido para régimen medio.

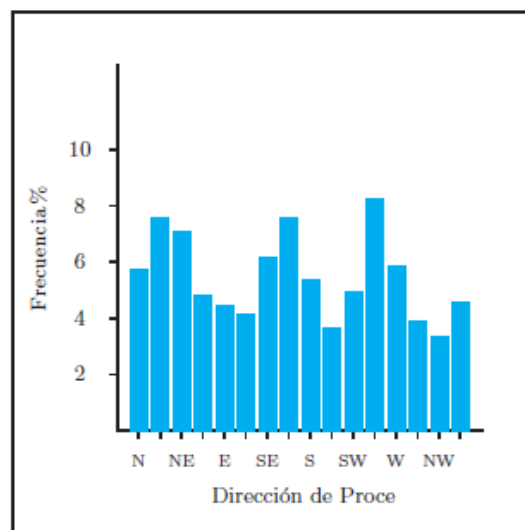
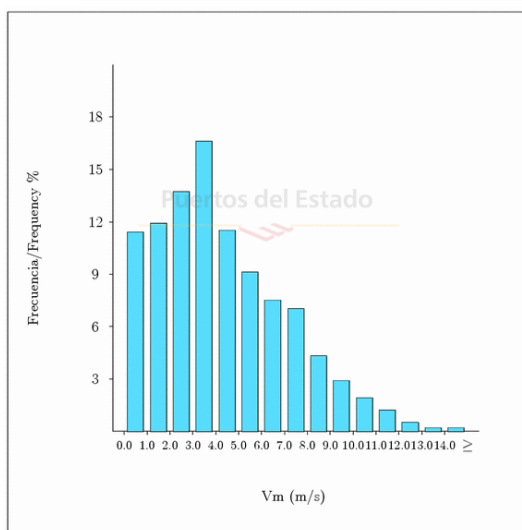
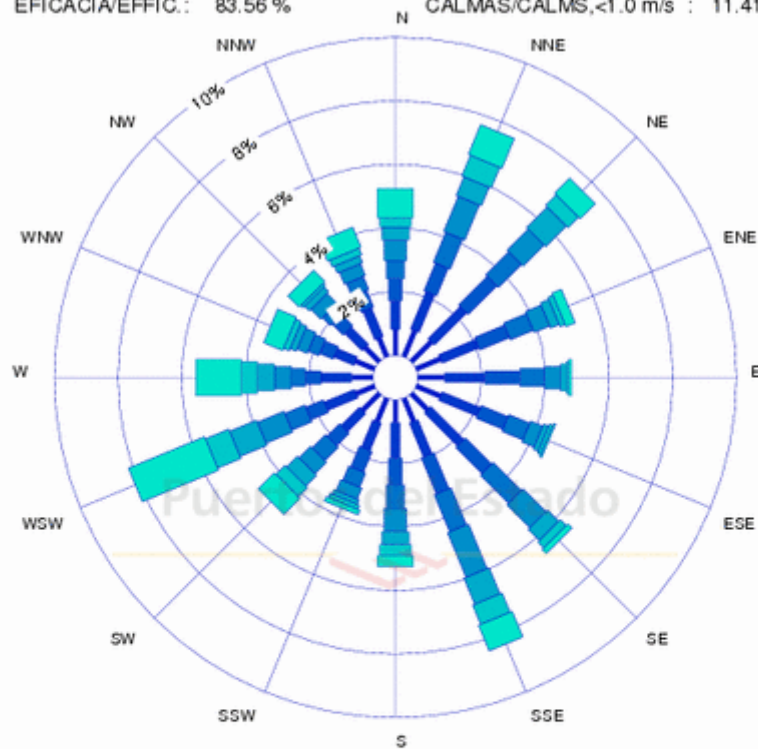


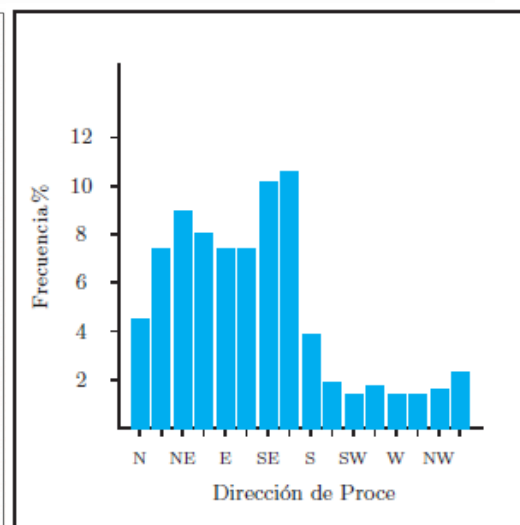
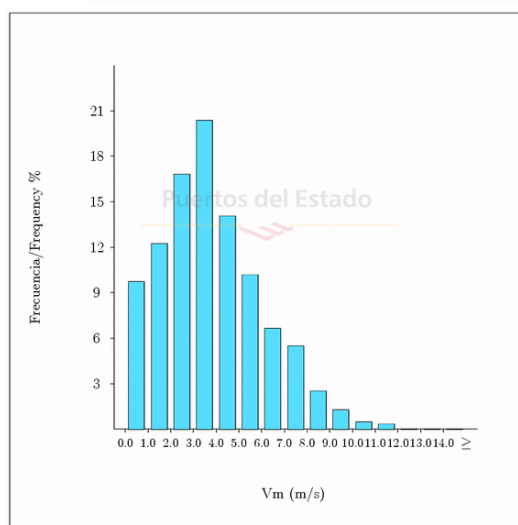
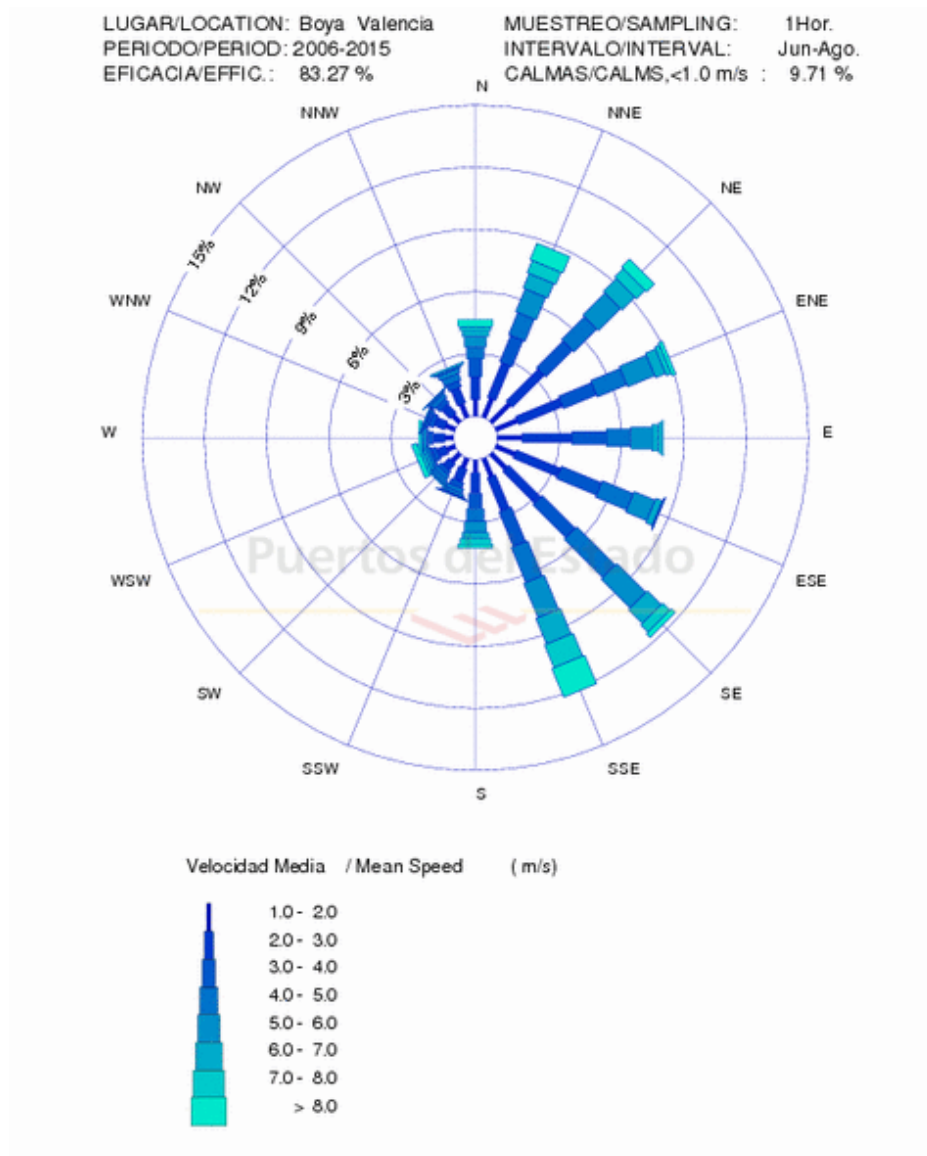
LUGAR/LOCATION: Boya Valencia MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 2005-2015 INTERVALO/INTERVAL: Dic.-Feb.
 EFICACIA/EFFIC.: 84.18 % CALMAS/CALMS, <1.0 m/s : 8.52 %





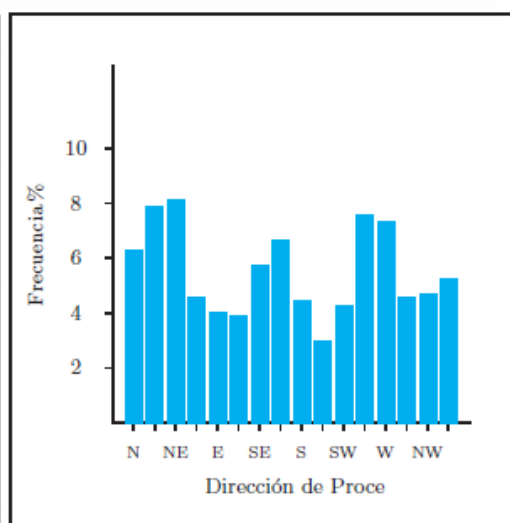
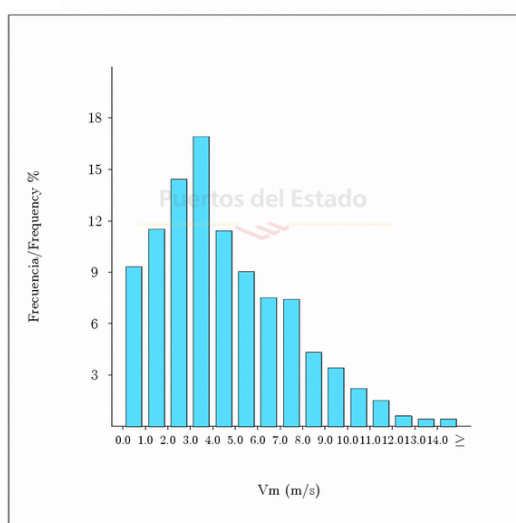
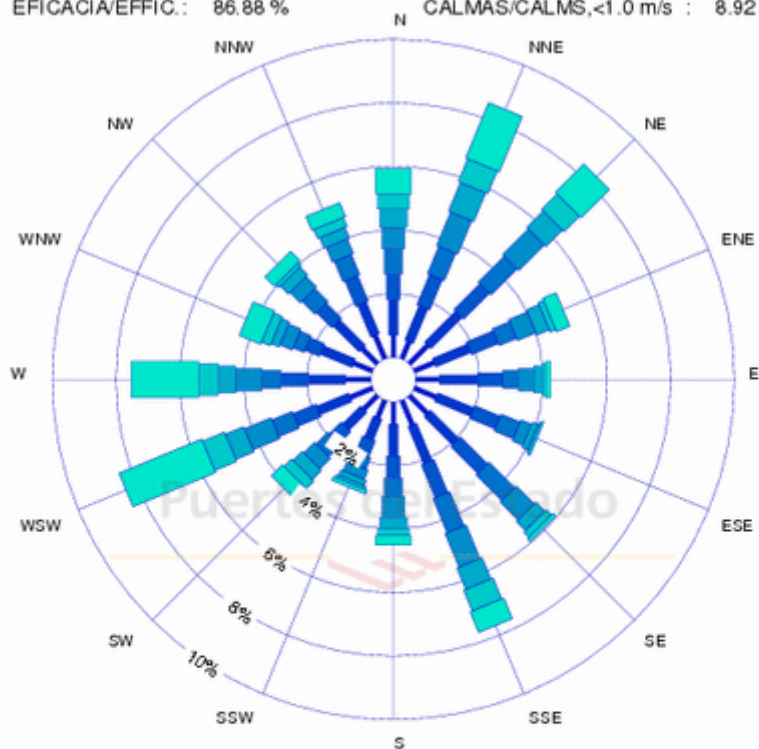
LUGAR/LOCATION: Boya Valencia MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 2006-2015 INTERVALO/INTERVAL: Mar.-May.
 EFICACIA/EFFIC.: 83.56 % CALMAS/CALMS,<1.0 m/s : 11.41 %







LUGAR/LOCATION: Boya Valencia MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 2005-2015 INTERVALO/INTERVAL: Sep.-Nov.
 EFICACIA/EFFIC.: 86.88 % CALMAS/CALMS,<1.0 m/s : 8.92 %





Observando los datos recogidos podemos resumir:

- Invierno

En esta estación la dirección de procedencia del viento predominante es WSW, con más de 8 m/s y con una frecuencia de casi el 18%, un valor bastante alto. Las direcciones W, WNW y SW también destacan pero en menor medida. La velocidad media frecuente es de 3-4 m/s, algo que continuará en todas las próximas estaciones. El viento procedente de la zona E es casi nulo.

- Primavera

La dirección de procedencia más frecuente del viento continua siendo WSW, pero con menor frecuencia, ya que ahora es aproximadamente del 8%. Van ganando importancia las direcciones de la zona E, tales como SSE, NNE y NE, llegando a alcanzar velocidades de 8 m/s. Lo que significa que es una estación de transición invierno-verano. La velocidad media más frecuente continua siendo 3-4 m/s.

- Verano

En este periodo de tiempo las direcciones SSE y SE son las que reinan con un 10% de frecuencia, y con aproximadamente un 9% la dirección NE. El viento procedente de la zona W se convierte en prácticamente nulo. Por lo tanto, la dirección predominante del viento ha cambiado completamente en el transcurso de dos estaciones. La velocidad media más frecuente sigue siendo 3-4 m/s.

- Otoño

La dirección más frecuente es NNE, teniendo también gran variabilidad, puesto que hay alta frecuencia en vientos procedentes de NE, SSE, WSW y W por lo que vuelve a ser una estación transitoria verano-invierno en este caso. La velocidad media más frecuente sigue siendo de 3-4 m/s; y la velocidad máxima supera los 8 m/s.

De toda esta información sacamos unas conclusiones claras; y es que hay una alternancia de carácter estacional entre los vientos de poniente (W) y los vientos de levante (E). Siendo los meses de invierno y verano donde se da esta alternancia, respectivamente. Y con los meses de las estaciones primaverales y otoñales haciendo de transición entre éstos pero con un ligero predominio de poniente.



3. CLIMA MARÍTIMO

Para determinar el clima marítimo en la zona del puerto de Puebla de Farnals, acudiremos a la *ROM 0.3-91 "Oleaje. Anejo I. Clima marítimo en el litoral español"*.

La metodología utilizada se basa en el análisis estadístico de la información procedente de dos fuentes:

Datos Visuales de Oleaje en aguas profundas con información direccional, almacenados en la *Base de Datos Visuales del CEPYC*, suministrada por el *National Climatic Data Center de Asheville* (Carolina del Norte, USA), que cubren todas las áreas definidas para la caracterización del Clima Marítimo del Litoral Español, y abarca todas las observaciones realizadas en el periodo comprendido entre 1950 y 1985.

Datos Instrumentales Escalares de Oleaje registrados por las por las boyas de medida pertenecientes a la *REMRO*.

La distinta estructura que presentan los datos de partida hace que las fuentes instrumental y visual se complementen entre sí.

El citado anejo de la *ROM 03-91* presenta el "*Atlas de Clima Marítimo en el Litoral Español*", el cual establece una zonificación del mismo en 10 áreas diferenciadas, definidas en base a características climáticas homogéneas, a la configuración de la costa, y al emplazamiento de las fuentes de información disponible. La costa valenciana, donde se sitúa el puerto, se sitúa en el área VII, como ya se había deducido en el apartado de "Régimen de Vientos".


La disposición de los resultados es la siguiente:

- Cabecera: Características y localización de la información analizada.
- Cuadro A: Observaciones Visuales: Rosas de oleaje.
- Cuadro B: Observaciones Visuales: Regímenes Medios Direccionales.
- Cuadro C: Registros instrumentales: Regímenes Medios Escalares
- Cuadro D: Registros instrumentales: Regímenes Extremales Escalares.
- Cuadro E: Registros instrumentales: Correlaciones Altura de ola/Periodo en temporales.
- Cuadro F: Registros instrumentales: Estructura Espectral Escalar Básica de temporales ($H_s \geq 1.00\text{m}$).

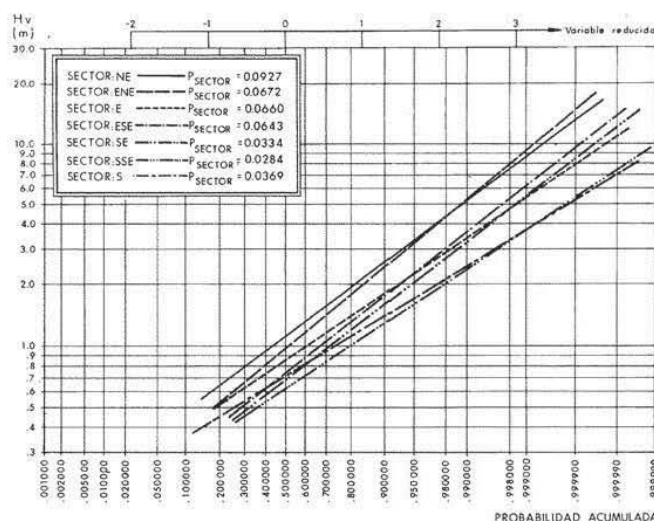
A continuación se adjunta la hoja correspondiente a estos datos.



INFORMACION ANALIZADA			
REGISTROS INSTRUMENTALES			
BOYA	SITUACION	PROF. (m.)	PERIODO MEDIDA
1- VALENCIA I	39° 27' 05" N 0° 17' 43" W	21	1982 / 1990
2- ALICANTE	38° 15' 00" N 0° 25' 00" W	50	1982/1990
OBSERVACIONES VISUALES			
CUADRICULA : 37.8° N - 40.5° N 1.0° W - 2.0° E			
PERIODO DE MEDIDA: 1950 - 1985			

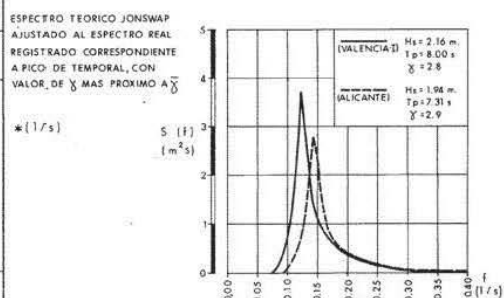
AREA - VII	
LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA INFORMACION ANALIZADA	
	

B-OBSERVACIONES VISUALES: REGIMENES MEDIOS DIRECCIONALES



E - REGISTROS INSTRUMENTALES: CORRELACIONES ALTURA DE OLA / PERIODO EN TEMPORALES

BOYA	$P = H_s / L_T = \frac{2\pi H_s}{g T_p^2}$	T_p / \bar{T}	RELACION FINAL $H_s (m) / T_p (s)$	VALORES DE DISEÑO $H_s (m) / T_p (s)$
VALENCIA I	0.025 ~ 0.04	≈ 1.25	$T_p = (5-6.3)\sqrt{H_s}$	3 8.5-11
				5 11-14
				7 13-16.5
ALICANTE	0.025 ~ 0.04	≈ 1.25	$T_p = (5-6.3)\sqrt{H_s}$	3 8.5-11
				5 11-14
				7 13-16.5

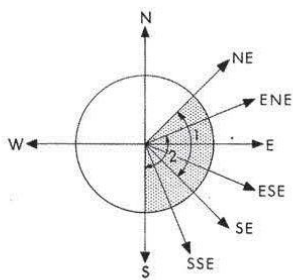
F - REGISTROS INSTRUMENTALES: ESTRUCTURA ESPECTRAL ESCALAR BASICA DE TEMPORALES ($H_s \geq 1.00 m$)

ESPECTRO TEORICO JONSWAP									
BOYA	γ	γ_{max}	γ_{min}	σ_{γ}	f_p	f_{pmax}	f_{pmin}	σ_{f_p}	n
VALENCIA I	2.7	4.2	1.5	0.87	0.13	0.16	0.10	0.017	16
ALICANTE	2.8	4.2	1.4	1.01	0.13	0.19	0.09	0.032	20

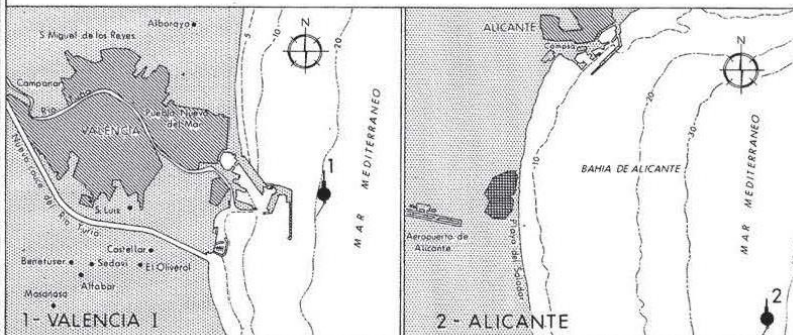
ROM 0.3-91-OLEAJE
ATLAS DE CLIMA MARITIMO EN EL LITORAL ESPANOL



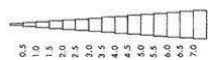
DIRECCIONES SIGNIFICATIVAS



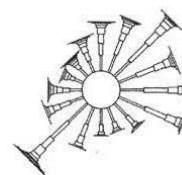
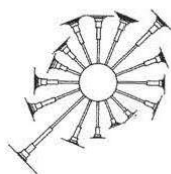
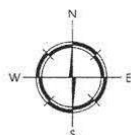
LOCALIZACION DE LA INFORMACION INSTRUMENTAL



A-OBSERVACIONES VISUALES: ROSAS DE OLEAJE



FRECUENCIA (%)



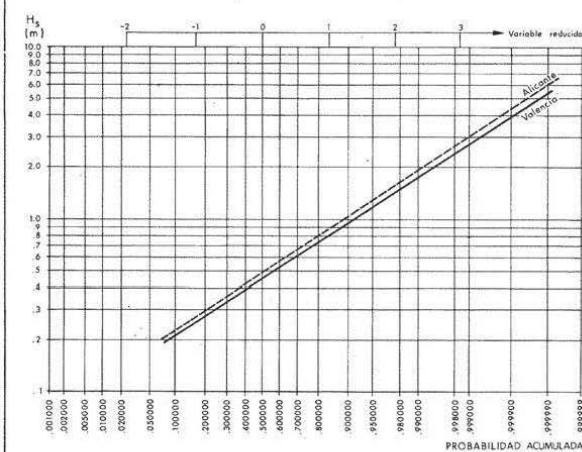
OLEAJE TIPO SEA

Nº TOTAL DE OBSERVACIONES	25878
Nº TOTAL DE CALMAS	2294
Nº TOTAL DE CONFUSAS	1432

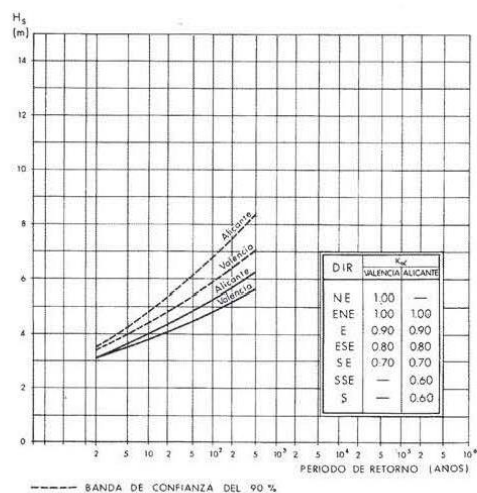
OLEAJE TIPO SWELL

Nº TOTAL DE OBSERVACIONES	13504
Nº TOTAL DE CALMAS	2197
Nº TOTAL DE CONFUSAS	803

C- REGISTROS INSTRUMENTALES:
REGIMENES MEDIOS ESCALARES



D- REGISTROS INSTRUMENTALES:
REGIMENES EXTREMALES ESCALARES





4. CARACTERIZACIÓN DEL OLEAJE

4.1. Régimen extremal

4.1.1. Dirección del oleaje

Las Rosas del Oleaje son una representación que nos indica la frecuencia con la que aparece (longitud de cada elemento) y altura de ola (ancho de cada elemento) con respecto a su dirección de origen. Las Rosas están divididas en 16 direcciones (cada 22,5°) centradas en el norte.

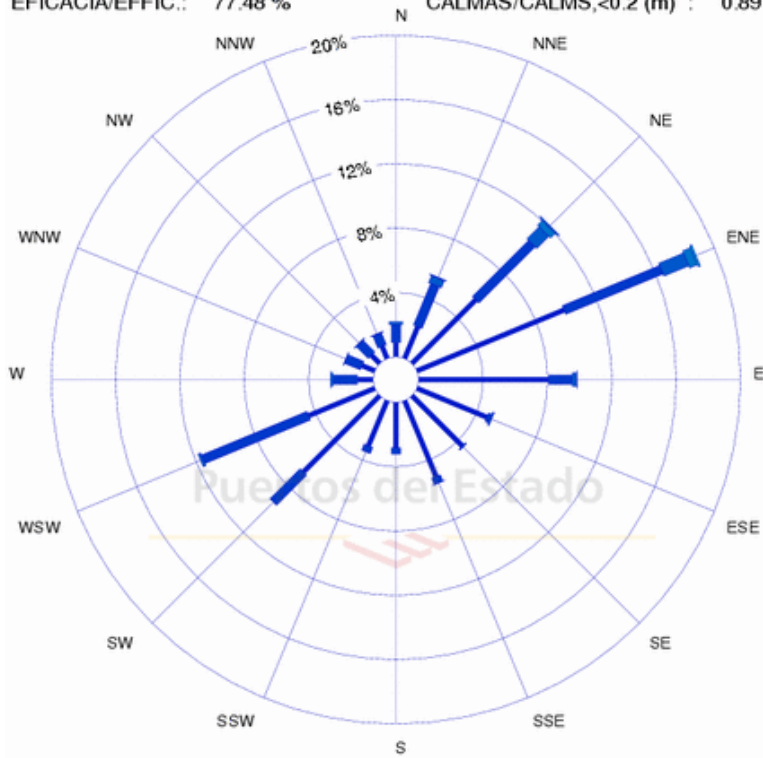
Se representan por separado los oleajes tipo Sea y tipo Swell. En ambos se observa que los oleajes más frecuentes son los procedentes de NE, seguido de ENE, E y ESE, siendo el de altura de ola mayor el correspondiente a NE en el caso del oleaje tipo Sea y NE, ENE, E y ESE en el caso de oleaje tipo Swell.

Sin embargo, al corresponder esta información a datos tomados hasta 1990, podemos considerar que está poco actualizada como nos pasó en el apartado relacionado con los vientos. Por ello, acudimos al *Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado* de la Boya de Valencia a través de su página web (www.puertos.es). Esta boya corresponde a la misma utilizada anteriormente.

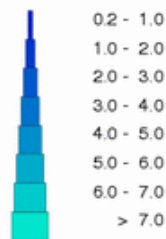
A continuación, se muestran las Rosas de Oleaje y las tablas que relaciona la Altura significativa de ola (H_s) con la Dirección de Procedencia en %. Ambas referidas para cada estación del año en el periodo de tiempo 2005-2015.



LUGAR/LOCATION: Boya Valencia Copa MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 2005-2015 INTERVALO/INTERVAL: Dic.-Feb.
 EFICACIA/EFFIC.: 77.48 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 0.89 %



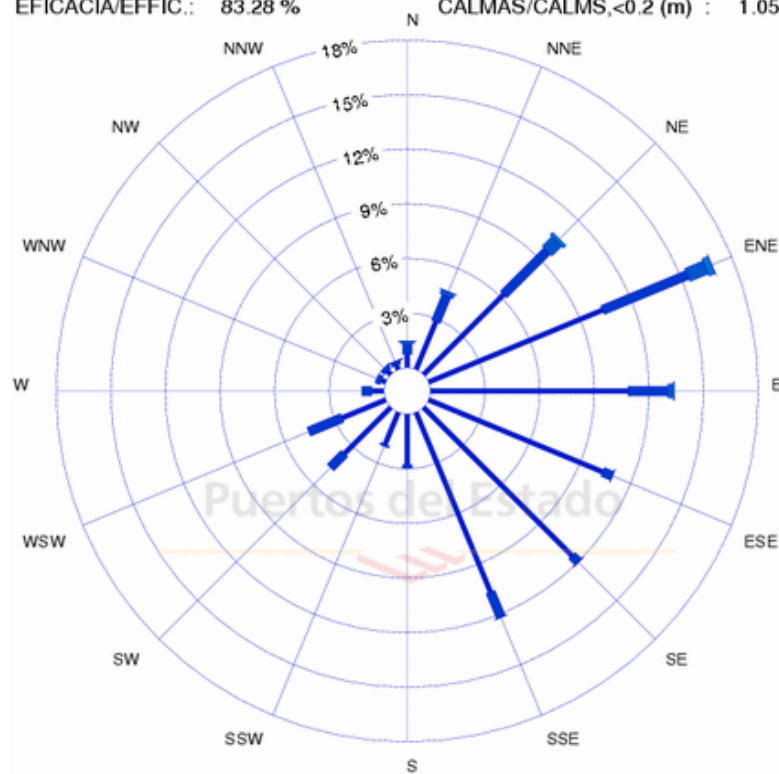
Altura significativa/ Significant height ((m))



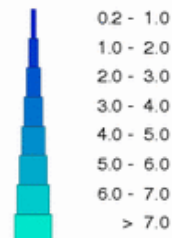
Dirección	Hs (m)												Total
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS	3.376												3.376
N 0.0	.184	.627	.480	.332	.092	-	-	-	-	-	-	-	1.716
NNE 22.5	.646	1.550	1.420	.885	.221	.166	.037	-	-	-	-	-	4.925
NE 45.0	1.420	3.892	3.099	1.568	.572	.314	.203	.221	.037	.018	.037	-	11.382
ENE 67.5	3.044	7.729	3.818	2.195	1.162	.480	.332	.184	.129	.018	-	-	19.092
E 90.0	3.652	4.151	.812	.480	.221	.037	.018	-	-	-	-	-	9.371
ESE 112.5	2.859	1.494	.129	.037	.055	.037	-	-	-	-	-	-	4.612
SE 135.0	2.583	1.550	.037	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.169
SSE 157.5	2.453	2.638	.387	.018	-	-	-	-	-	-	-	-	5.497
S 180.0	.885	1.550	.277	.037	-	-	-	-	-	-	-	-	2.749
SSW 202.5	1.051	1.900	.277	.055	-	-	-	-	-	-	-	-	3.284
SW 225.0	1.217	5.940	2.232	.129	-	-	-	-	-	-	-	-	9.519
WSW 247.5	.590	4.649	5.737	1.347	.111	.018	-	-	-	-	-	-	12.452
W 270.0	.166	.996	1.088	.295	.129	.018	-	-	-	-	-	-	2.693
WNW 292.5	.240	.701	.793	.295	-	-	-	-	-	-	-	-	2.029
NW 315.0	.092	.664	.590	.221	.037	-	-	-	-	-	-	-	1.605
NNW 337.5	.184	.590	.480	.240	.037	-	-	-	-	-	-	-	1.531
Total	3.376	21.269	40.620	21.657	8.135	2.638	1.070	.590	.406	.166	.037	.037	100 %



LUGAR/LOCATION: Boya Valencia Copa MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 2006-2015 INTERVALO/INTERVAL: Mar.-May.
 EFICACIA/EFFIC.: 83.28 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 1.05 %



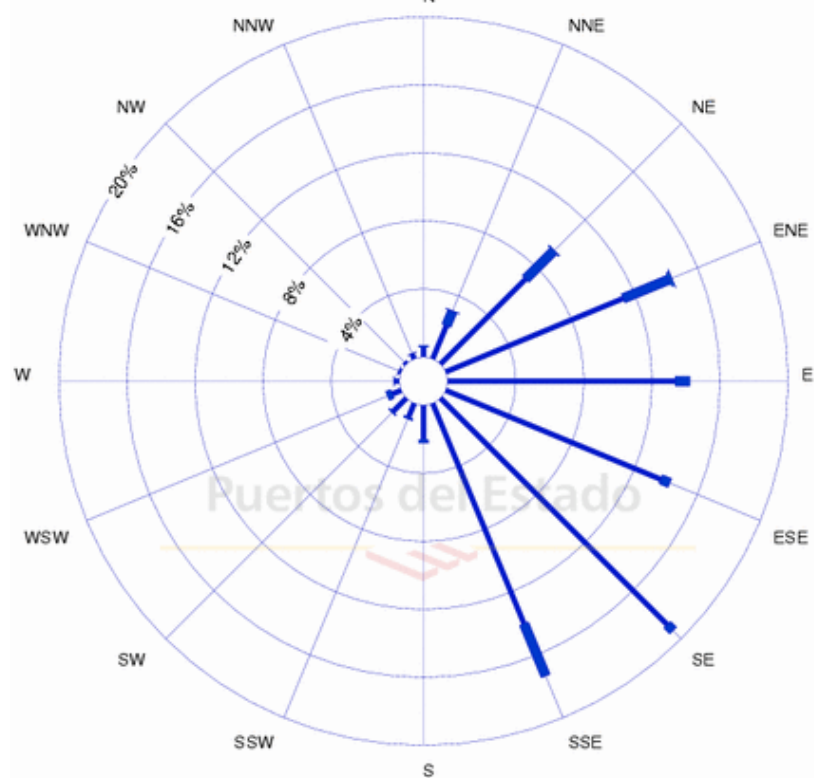
Altura significativa/ Significant height ((m))



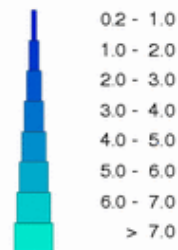
Dirección	Hs (m)												Total
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS	3.831												3.831
N 0.0		.196	.624	.374	.160	.107	.089	.018	-	-	-	-	1.568
NNE 22.5		.713	2.138	1.069	.303	.125	.071	-	-	-	-	-	4.419
NE 45.0		1.711	4.455	2.406	.891	.552	.160	.214	.018	-	-	-	10.406
ENE 67.5		3.599	6.522	3.100	1.675	.837	.249	.232	.160	-	-	-	16.376
E 90.0		5.185	5.203	1.568	.481	.196	.107	.071	.018	-	-	-	12.830
ESE 112.5		5.809	3.510	.339	.107	-	.018	-	-	-	-	-	9.783
SE 135.0		6.130	4.669	.303	.036	.036	-	-	-	-	-	-	11.172
SSE 157.5		4.508	5.506	1.212	.160	.018	-	-	-	-	-	-	11.404
S 180.0		1.283	1.586	.160	-	-	-	-	-	-	-	-	3.029
SSW 202.5		.731	1.212	.071	.018	-	-	-	-	-	-	-	2.031
SW 225.0		.624	3.297	.837	.036	-	-	-	-	-	-	-	4.793
WSW 247.5		.285	3.047	1.853	.178	-	-	-	-	-	-	-	5.364
W 270.0		.089	.659	.535	.089	-	-	-	-	-	-	-	1.372
WNW 292.5		.053	.178	.196	.089	-	-	-	-	-	-	-	.517
NW 315.0		.036	.214	.232	.018	-	-	-	-	-	-	-	.499
NNW 337.5		.053	.232	.160	.107	-	.018	.036	-	-	-	-	.606
Total	3.831	31.005	43.051	14.416	4.348	1.871	.713	.570	.196	-	-	-	100 %



LUGAR/LOCATION: Boya Valencia Copa MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 2006-2015 INTERVALO/INTERVAL: Jun-Ago.
 EFICACIA/EFFIC.: 85.71 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 1.09 %



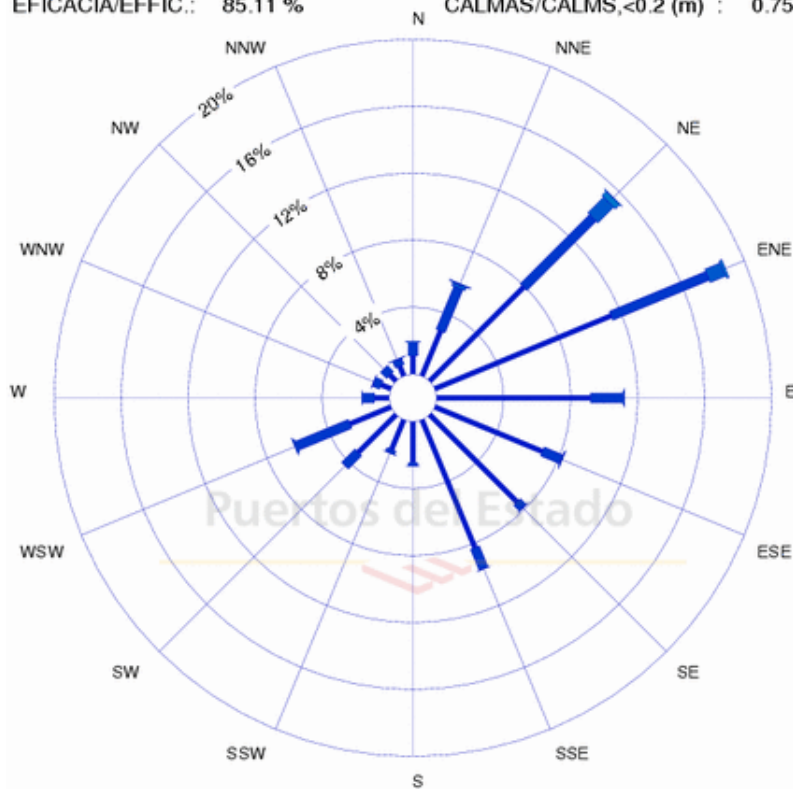
Altura significativa/ Significant height ((m))



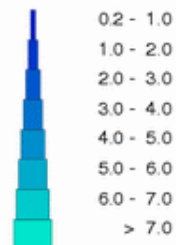
Dirección	Hs (m)												Total
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS	4.044												4.044
N 0.0	.259	.406	.037	.018	-	-	-	-	-	-	-	-	.720
NNE 22.5	.499	1.551	.646	.074	.018	.018	-	-	-	-	-	-	2.807
NE 45.0	1.976	4.912	1.902	.425	.074	.018	-	-	-	-	-	-	9.307
ENE 67.5	4.543	7.516	2.142	.332	.092	.074	.037	-	-	-	-	-	14.737
E 90.0	6.814	5.965	.776	.055	-	-	-	-	-	-	-	-	13.610
ESE 112.5	7.516	5.577	.406	.037	-	-	-	-	-	-	-	-	13.536
SE 135.0	9.160	8.421	.425	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.006
SSE 157.5	4.561	9.714	2.548	.203	-	-	-	-	-	-	-	-	17.027
S 180.0	.979	1.071	.148	.018	-	-	-	-	-	-	-	-	2.216
SSW 202.5	.295	.665	.129	.018	-	-	-	-	-	-	-	-	1.108
SW 225.0	.351	.831	.074	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.256
WSW 247.5	.018	.572	.185	.018	-	-	-	-	-	-	-	-	.794
W 270.0	.037	.203	.018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.259
WNW 292.5	.055	.055	.018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.129
NW 315.0	.092	.074	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.166
NNW 337.5	.129	.148	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.277
Total	4.044	37.285	47.682	9.455	1.200	.185	.111	.037	-	-	-	-	100 %



LUGAR/LOCATION: Boya Valencia Copa MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 2005-2015 INTERVALO/INTERVAL: Sep.-Nov.
 EFICACIA/EFFIC.: 85.11 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 0.75 %



Altura significativa/ Significant height ((m))



Dirección	Hs (m)												Total
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS	2.901												2.901
N 0.0		.388	.827	.489	.202	.034	.017	-	-	-	-	-	1.957
NNE 22.5		.911	2.126	1.974	.742	.169	.051	.051	.017	.017	-	-	6.056
NE 45.0		1.906	5.904	3.998	1.704	.978	.371	.304	.084	.051	-	-	15.300
ENE 67.5		3.677	8.182	4.335	1.771	.641	.219	.118	.051	-	-	-	18.995
E 90.0		4.318	4.723	1.417	.489	.067	-	-	-	-	-	-	11.016
ESE 112.5		3.391	2.918	.978	.135	-	-	-	-	-	-	-	7.422
SE 135.0		4.234	2.986	.321	.101	-	-	-	-	-	-	-	7.642
SSE 157.5		3.408	4.960	1.012	.152	-	-	-	-	-	-	-	9.531
S 180.0		1.248	1.029	.118	.051	-	-	-	-	-	-	-	2.446
SSW 202.5		.843	.928	.135	.051	-	-	-	-	-	-	-	1.957
SW 225.0		.810	2.311	.827	.084	-	-	-	-	-	-	-	4.032
WSW 247.5		.540	2.277	2.227	.793	.084	.017	.017	-	-	-	-	5.955
W 270.0		.186	.590	.658	.017	.017	.017	-	-	-	-	-	1.484
WNW 292.5		.253	.455	.253	.118	-	-	-	-	-	-	-	1.080
NW 315.0		.118	.506	.523	.084	-	-	-	-	-	-	-	1.231
NNW 337.5		.219	.371	.270	.118	-	-	.017	-	-	-	-	.995
Total	2.901	26.451	41.093	19.534	6.613	1.991	.692	.506	.152	.067	-	-	100 %



Las conclusiones al analizar detenidamente todas las Rosas de Oleaje, así como todas las Tablas que relacionan la Altura significativa de ola (H_s) con la Dirección de Procedencia en %, son las siguientes:

- Invierno

La dirección de procedencia más frecuente es ENE con un 19% y con una H_s de 3-4m. A continuación las direcciones más frecuentes son WSW y NE con un 12% y un 11% respectivamente. Y con H_s de 2-3m y 3-4m.

- Primavera

La dirección reinante de procedencia sigue siendo ENE y en menor medida E y NE, y sigue teniendo un oleaje con mayores alturas procedente de NE, ENE y E, con olas de unos 3-4m.

- Verano

En esta estación las direcciones predominantes son SE y SSE con un aproximadamente un 18% de frecuencia y una H_s de 1-2m. Seguidamente están las direcciones ENE, E y ESE con un 14% y la primera con H_s de hasta 3,5m.

- Otoño

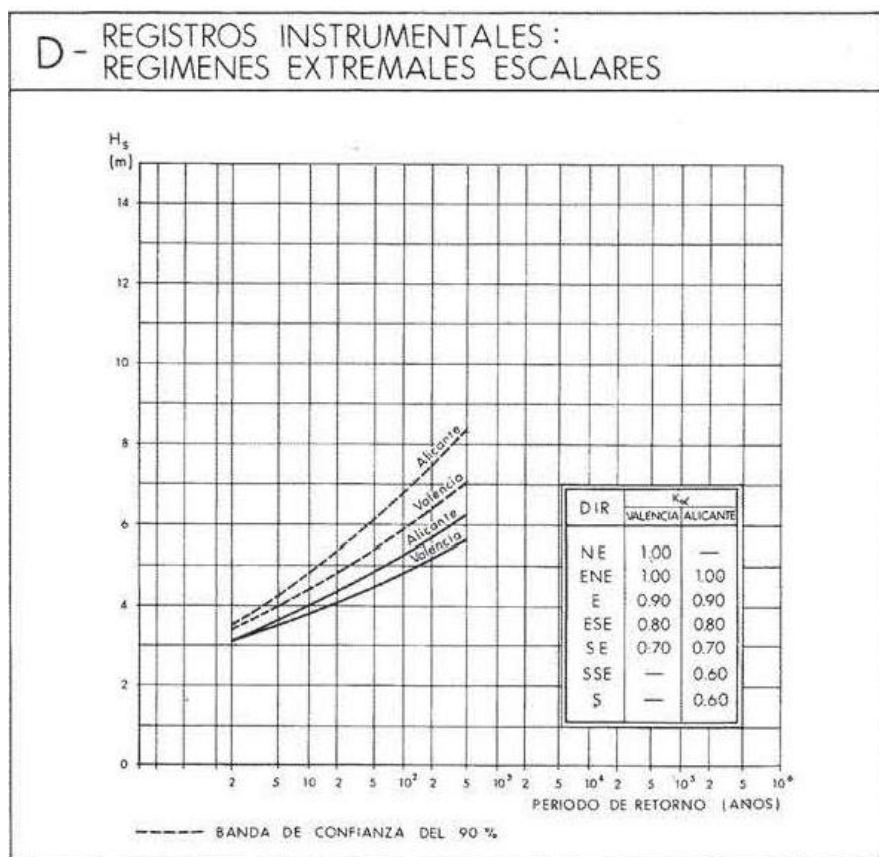
La dirección más frecuente vuelve a ser ENE, teniendo después una dirección frecuente de NE, al igual que la dirección, siguen siendo las direcciones ENE y NE con mayores alturas de oleaje (4,5 m).

Por lo tanto, las estaciones con mayores alturas de ola son invierno y otoño, y las direcciones de oleaje que se analizarán serán las más frecuentes y con mayores alturas de ola: NE, ENE, E, ESE y SE.



4.1.2. Altura de ola significativa

Para analizar la altura de ola significativa volvemos a recurrir a la ROM 0.3-91, concretamente al cuadro D Registros instrumentales: Regímenes extremos escalares. En la gráfica posterior se relaciona la altura de ola con el periodo de retorno:



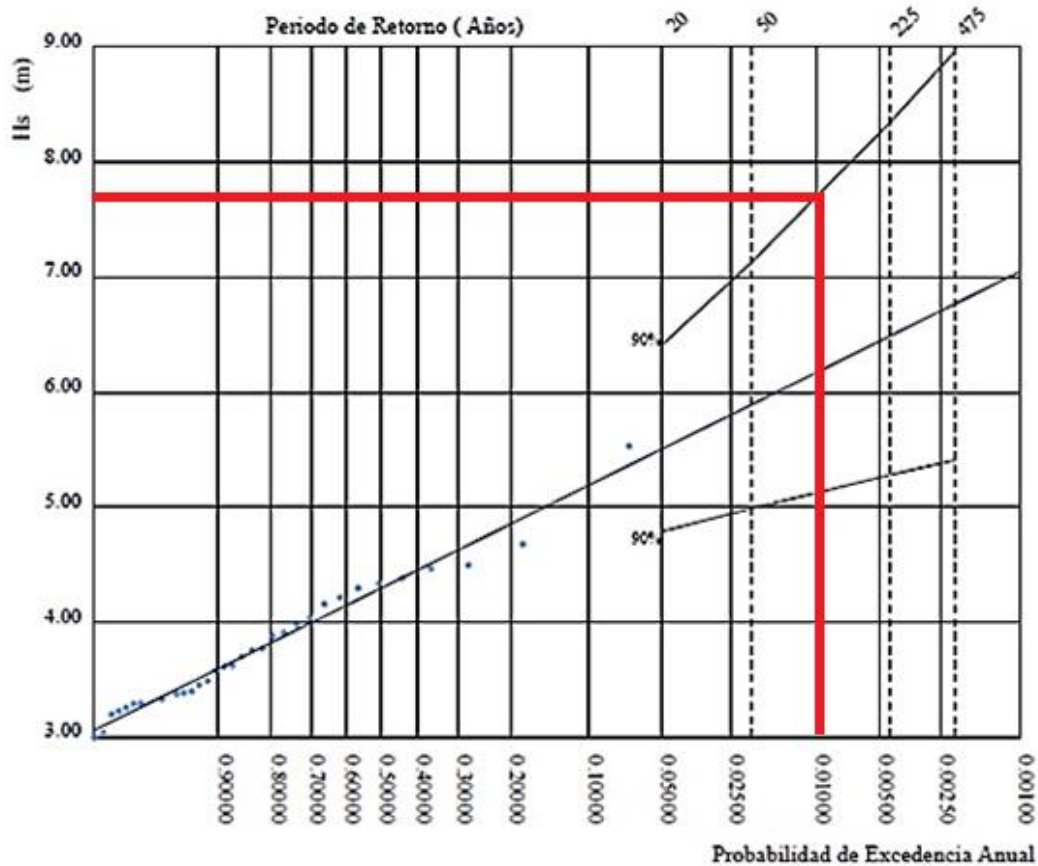
Para un periodo de retorno de 100 años, en Valencia, la altura de ola significativa que extraemos es $H_s=5,9$ m.

La altura de ola significativa también se obtendrá de la página de *Puertos del Estado*, se recurrirá de nuevo a la Boya de Valencia que facilita los datos históricos del oleaje en regímenes extremos. Así obtenemos la gráfica que relaciona la Altura de ola significativa H_s con la probabilidad de excedencia.



REGIMEN EXTREMAL ESCALAR DE OLEAJE

LUGAR : Valencia
 PARÁMETRO : Altura Significante
 PROFUNDIDAD : 230.0
 SERIE ANALIZADA : Sep. 2005 - Ago. 2014



Para una probabilidad de excedencia anual de 0.01 (periodo de retorno de 100 años), obtenemos una altura de ola significativa: $H_s = 7,7$ m.

4.1.3. Periodo de oleaje pico

A partir de la siguiente fórmula que nos facilita la Boya de Valencia, podemos obtener el oleaje pico a partir de la altura de ola significativa.

$$T_p = 2.73 \cdot H_s^{0.8}$$

Así se obtiene un Período de oleaje pico de 13.98 segundos.



4.2. Régimen medio

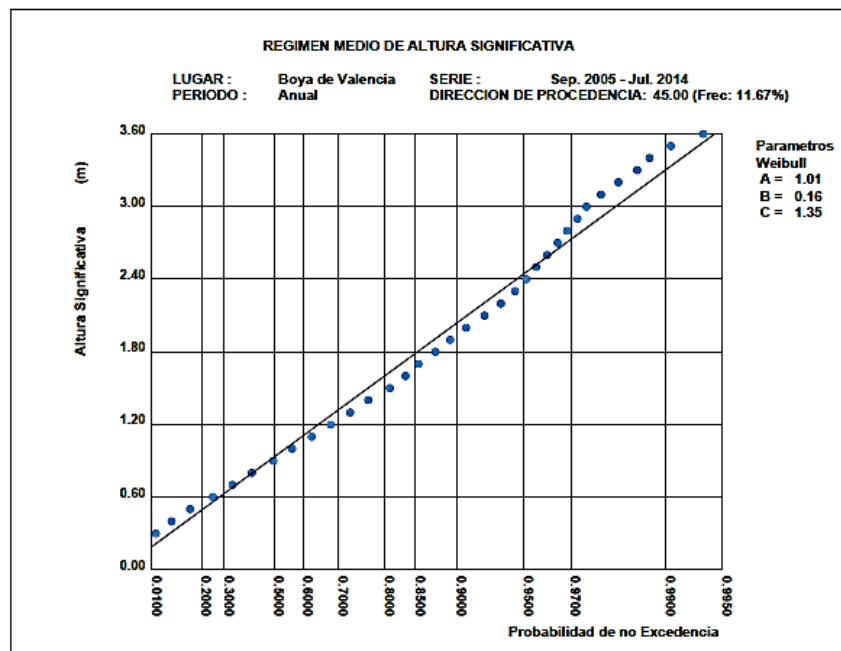
4.2.1. Altura de ola significativa

Para el caso de la altura de ola significativa en régimen medio, acudiremos directamente a la información que nos proporciona la página web de *Puertos del Estado* para la Boya de Valencia. Pero esta vez solo analizaremos las direcciones de oleaje predominantes. Para ello, observaremos las gráficas que relacionan la altura de ola significativa con la probabilidad de no excedencia.

Las direcciones que tendremos en cuenta serán las anteriormente citadas, NE, ENE, E, ESE y SE.

- NORESTE

NE



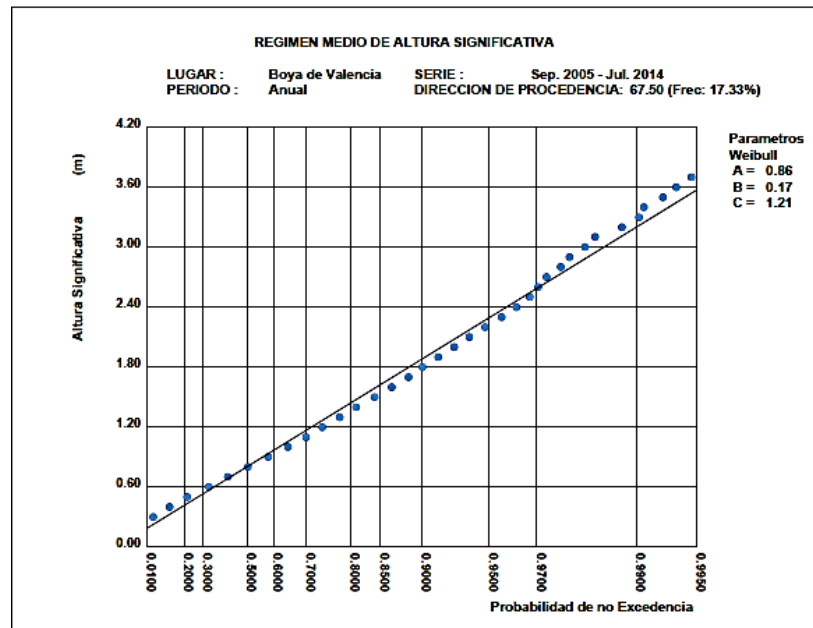
Admitiendo una probabilidad de no excedencia del 99% obtenemos: $H_s = 3.3$ metros.

El período lo obtenemos por fórmula descrita anteriormente a partir de esta altura significativa: $T_p = 7.1$ segundos.



- ESTE-NORESTE

ENE

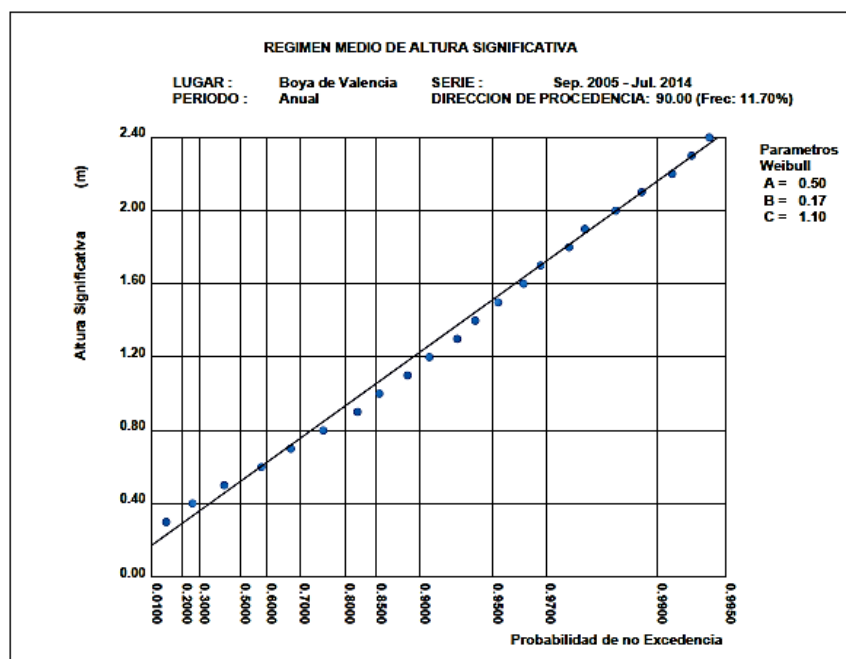


Admitiendo una probabilidad de no excedencia del 99% obtenemos: $H_s = 3.2$ metros.

El período pico, a partir de esta altura signifiante: $T_p = 6.92$ segundos.

- ESTE

E



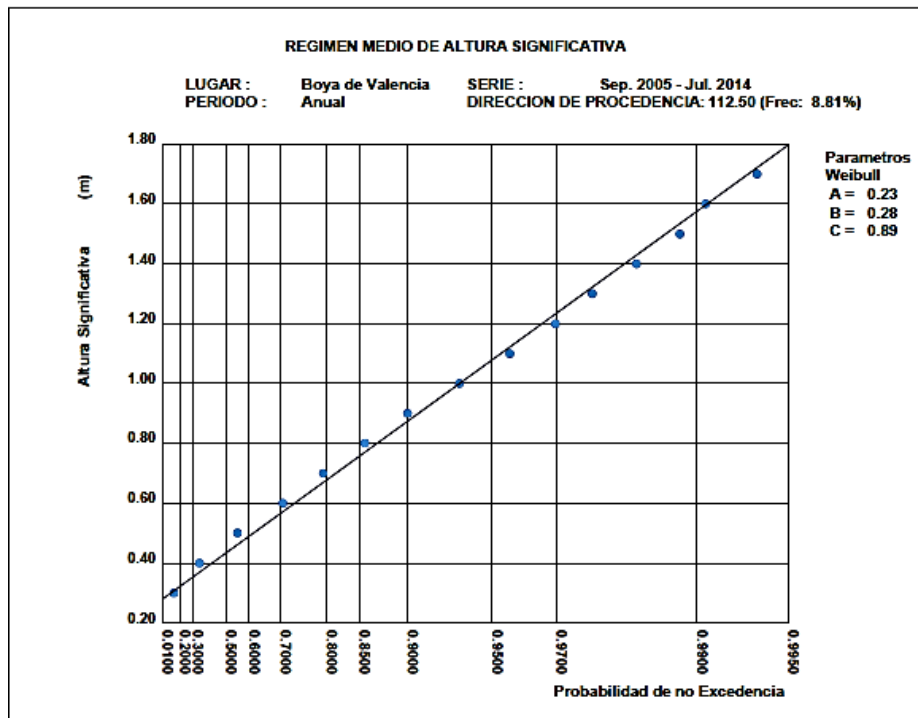


Admitiendo una probabilidad de no excedencia del 99% obtenemos: $H_s = 2.2$ metros.

El período pico a partir de esta altura significativa: $T_p = 5.13$ segundos.

- ESTE-SURESTE

ESE



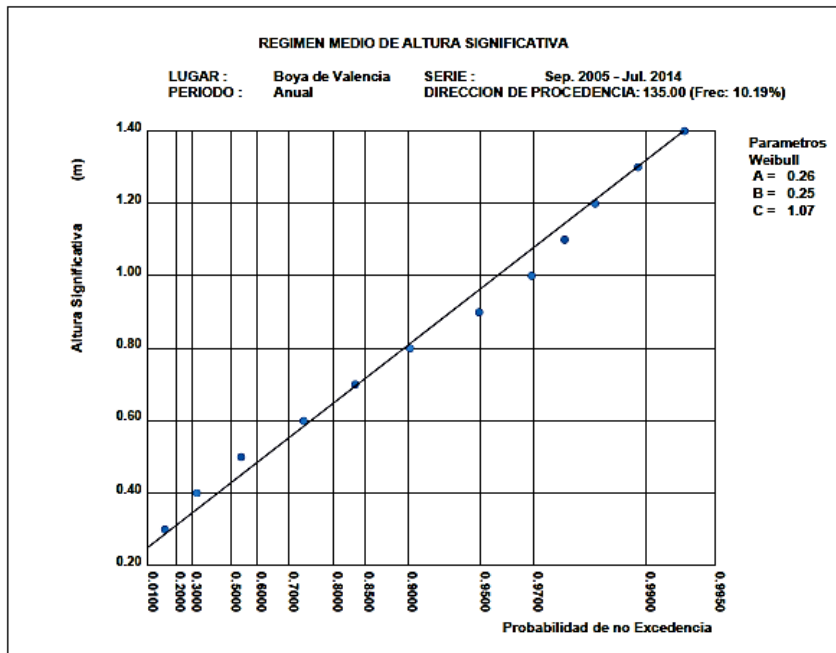
Admitiendo una probabilidad de no excedencia del 99% obtenemos: $H_s = 1.58$ metros.

El período pico a partir de esta altura significativa: $T_p = 3.94$ segundos.



- SURESTE

SE



Admitiendo una probabilidad de no excedencia del 99% obtenemos: $H_s = 1.3$ metros.

El período pico a partir de esta altura significativa: $T_p = 3.37$ segundos.

4.3. Conclusiones

No podemos sacar conclusiones hasta que no propaguemos el oleaje a la zona de estudio del proyecto, puesto que estos datos están referidos a la Boya de Valencia y es necesario propagarlos al Puerto de Puebla de Farnals.

En la propagación del oleaje tendremos en cuenta el asomeramiento y la difracción, y así obtener la altura de ola significativa corregida que llega al puerto.



5. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE

5.1. Régimen extremal

5.1.1. Altura de ola significativa corregida

La ola de cálculo necesaria en el caso de que se ampliara o modificara la obra de abrigo será la altura de ola significativa corregida al pie del dique.

Para comprobar en qué situación de rotura de oleaje se encuentra el dique se comprobará la profundidad a la que se produce la rotura de fondo:

$$d = H_s/0,8 = 5,9/0,8 = \mathbf{7,38\ m}$$

Se verifica entonces que la rotura del oleaje ocurre antes de alcanzar el dique, por lo que es una rotura por el fondo.

A continuación se deberá obtener la altura de ola en profundidades definidas y tener en cuenta la refracción y el asomeramiento.

La propagación del oleaje se realizará utilizando el programa online *Wave Calculator* realizado por la Universidad de Delaware. En éste introduciremos los parámetros iniciales siguientes:

Dirección	Hs	Tp	alfa	Profundidad
NE	7,7	13,98	82	3,5
ENE	7,7	13,98	59,5	3,5
E	7,7	13,98	37	3,5
ESE	7,7	13,98	14,5	3,5
SE	7,7	13,98	8	3,5

Tabla 2. Parámetros iniciales régimen extremal



En la siguiente ilustración se muestran los ángulos alfa que forman las direcciones del oleaje con la perpendicular a la línea de costa:

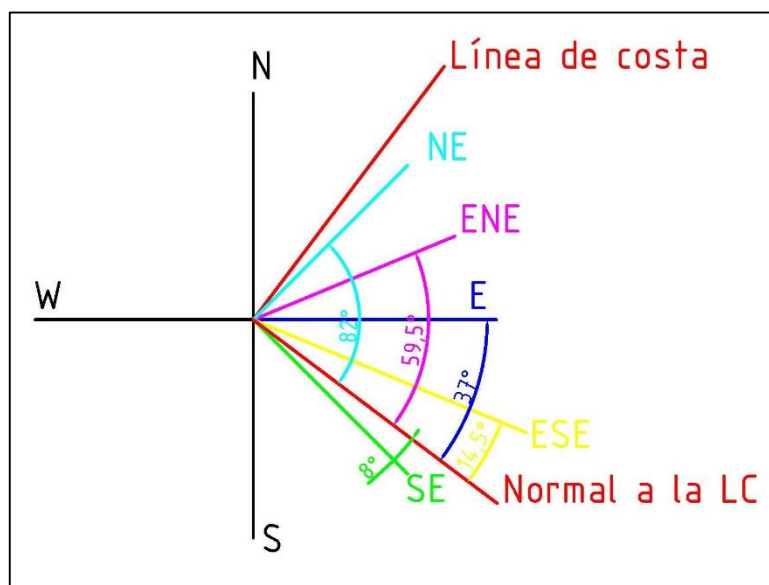


Ilustración 4. Direcciones de oleaje

A continuación se muestra los resultados de H_s corregida obtenidos de la primera entrada al programa, y después una tabla recopilatoria con todos los restantes:

Deep Water Values:		L (m) =	80.961
Wave Height (m)?	7.7	$k=2\pi/L =$	0.07760676
Period	13.98	$C=L/T =$	5.791
Wave Angle (α)?	82	$C_g =$	5.653
Local Depth?	3.5	$n=C_g/C =$	0.9762721
		$K_s =$	1.389
		$K_r =$	0.379
		Angle =	15.221705
		H =	2.8, breaking
		u_b (m/s) =	2.288
Calculate	Reset	E (N-m/m ²) =	9613.799
		E_f (Watts/m) =	54346.804
		$K_p =$	0.964

Ilustración 5. Wave Calculator



Dirección	Hs corregida
NE	2,8 m (Breaking)
ENE	2,8 m (Breaking)
E	2,8 m (Breaking)
ESE	2,8 m (Breaking)
SE	2,8 m (Breaking)

Tabla 3. Resultados régimen extremal

5.2. Régimen medio

5.2.1. Altura de ola significativa corregida

En la siguiente tabla se muestran los parámetros a introducir en el Wave Calculator:

Dirección	Hs	Tp	alfa	Profundidad
NE	3,3	7,1	82	3,5
ENE	3,2	6,92	59,5	3,5
E	2,2	5,13	37	3,5
ESE	1,58	3,94	14,5	3,5
SE	1,3	3,37	8	3,5

Tabla 4. Parámetros iniciales régimen medio

Una vez calculado se extraen los siguientes resultados:

Dirección	Hs corregida
NE	1,378
ENE	2,488
E	1,943
ESE	1,433
SE	1,189

Tabla 5. Resultados régimen medio

5.3. Conclusiones

La evaluación de todos los resultados obtenidos se realizará posteriormente si y sólo si, se realizan modificaciones o ampliaciones en las obras de abrigo. Ya que actualmente Pobra Marina está configurado para absorber la energía proveniente del oleaje.

