

ANEJO 5. CLIMA MARÍTIMO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. REGÍMENES DE VIENTO 2

2.1 Régimen normal..... 2

3. OLAJE 4

3.1 Características generales y generación del oleaje..... 4

3.2 Análisis del oleaje..... 4

4. PROCEDENCIA Y OBTENCIÓN DEL CONJUNTO DE DATOS 5

4.1 Viento..... 5

4.2 Oleaje 5

4.3 Parámetros disponibles 6

5. DATOS OBTENIDOS 6

6. FÓRMULAS DE IRIBARREN..... 7

7. CONCLUSIONES 8

8. CORRIENTES 9

8.1 Corrientes generales..... 9

8.2 Corrientes locales inducidas por el viento..... 9

8.3 Corrientes de marea 9

8.4 Corrientes inducidas por el oleaje 9

8.4.1 Corrientes normales a la costa 9

8.4.2 Corrientes paralelas a la costa..... 9

9. MAREAS..... 10

9.1 Marea meteorológica 10

9.2 Marea astronómica..... 10

10. BIBLIOGRAFÍA 11

1. INTRODUCCIÓN

El siguiente anejo tiene como objetivo principal el estudio del clima marítimo en el entorno de la playa de La Goleta. En todos los proyectos de ingeniería marítima, el clima marítimo es básico para poder conocer la dinámica litoral del área de estudio y su evolución.

Los principales agentes que definen el clima marítimo son:

- Régimen de vientos.
- Régimen de oleaje.
- Corrientes.
- Mareas.

2. REGÍMENES DE VIENTO

2.1 Régimen normal

El viento está íntimamente ligado a las diferencias de presión que existen entre distintas zonas. Tiene dos componentes, una horizontal y una vertical, siendo la primera casi siempre muy superior a la segunda.

Es una magnitud vectorial definida por su dirección y velocidad. La dirección se expresa por el punto de procedencia, y generalmente se distinguen las direcciones fundamentales de la rosa de los vientos.

Para caracterizar el régimen de vientos del tramo costero de Tavernes de la Valldigna nos centraremos principalmente en la información que nos proporciona el nodo WANA 2083110.

La información proporcionada se va a interpretar de dos formas: una sin considerar el tipo de obra a ejecutar y otra considerándola. Mediante la segunda forma de interpretación se va a poder analizar mejor las componentes que originan los procesos litorales, sin tener en cuenta el efecto de las brisas o los vientos térmicos.

Para la primera forma de interpretación, que se puede denominar caracterización general del régimen de vientos en la zona de Tavernes, se hará uso, como se ha comentado anteriormente, de la información proporcionada por el nodo WANA 2083110. A partir de la información proporcionada por esta boya, se va a poder analizar el régimen medio de vientos.

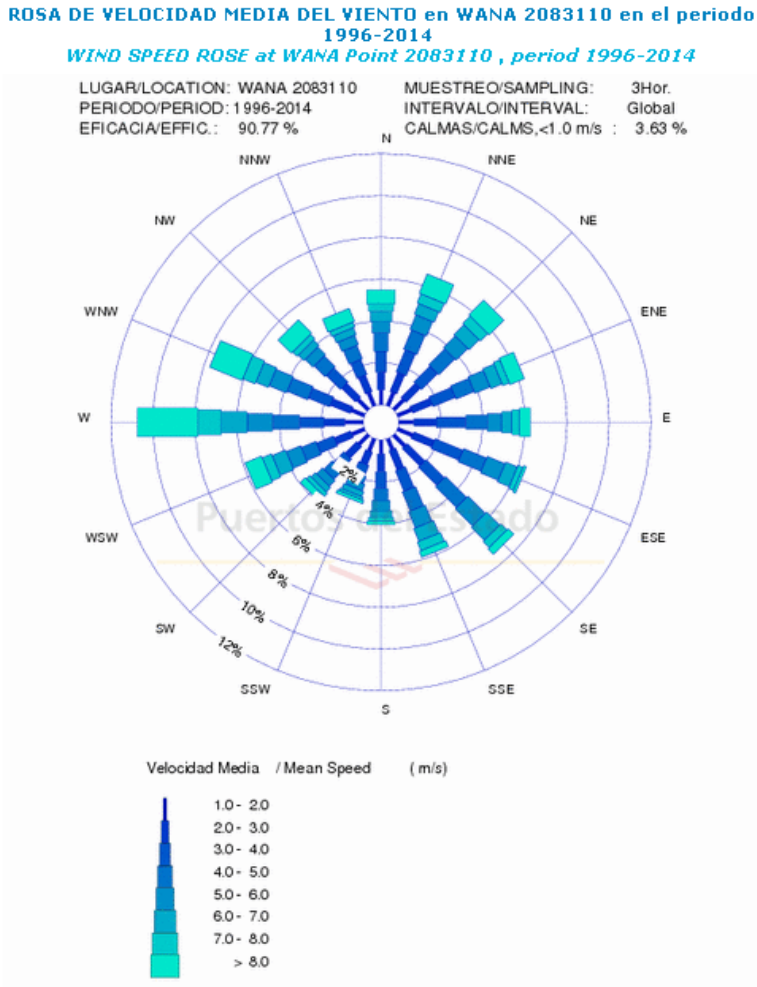
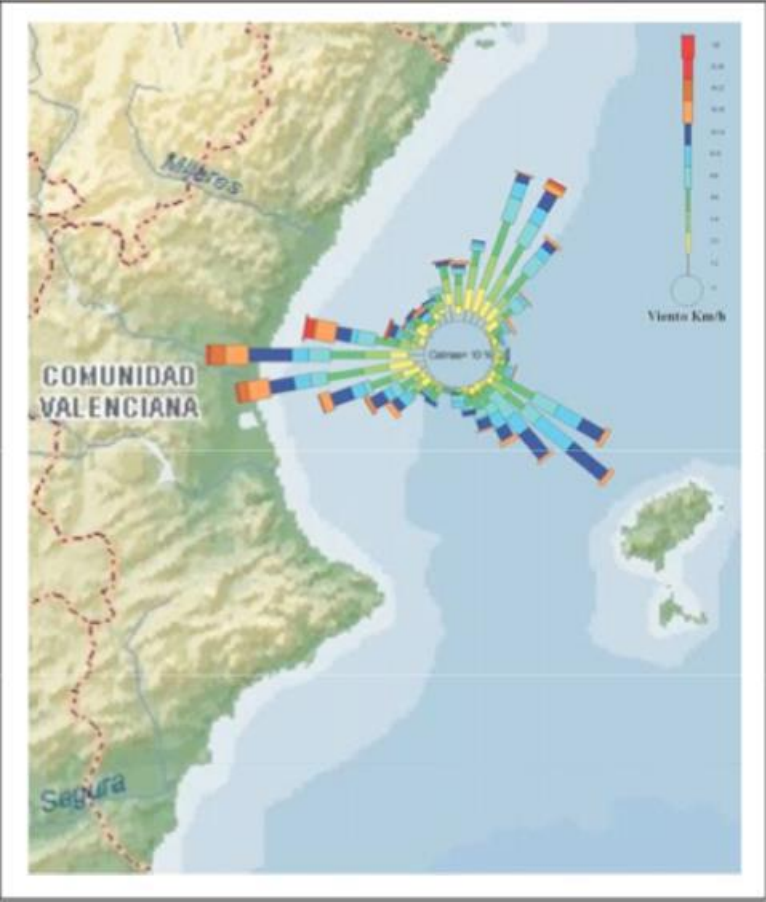
Como se puede observar en la siguiente tabla, que representa las frecuencias de dirección del viento en %, la componente predominante es el Oeste, es decir, los vientos que con mayor frecuencia se dan son los de poniente.

Asimismo, podemos observar que los períodos de calma representan un bajo porcentaje de las frecuencias, del 3,6 % aproximadamente.

Las máximas velocidades medias provienen de vientos de componente Oeste, que superan los 8 metros/segundo. Del mismo modo, las mínimas velocidades se dan en los vientos de componente SSW.

Dirección	Ve (m/s)									Total
	≤ 1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	> 14.0	
CALMAS	3.645									3.645
N 0.0		.672	1.863	1.423	.857	.416	.160	.076	.037	5.504
NNE 22.5		.683	2.148	1.751	1.043	.566	.285	.103	.051	6.630
NE 45.0		.664	2.079	1.892	1.177	.599	.226	.115	.066	6.816
ENE 67.5		.699	2.187	1.757	.929	.453	.187	.074	.039	6.324
E 90.0		.718	2.507	1.747	.873	.398	.086	.025	.004	6.357
ESE 112.5		.783	2.517	2.136	.877	.121	.018	-	-	6.453
SE 135.0		.752	2.411	2.579	1.298	.295	.043	.004	-	7.382
SSE 157.5		.545	2.099	1.847	1.109	.273	.037	-	-	5.910
S 180.0		.652	1.667	1.062	.525	.111	.021	.016	-	4.053
SSW 202.5		.627	1.201	.728	.418	.094	.049	.021	-	3.139
SW 225.0		.617	1.474	.974	.513	.191	.098	.033	.008	3.907
WSW 247.5		.650	1.702	1.449	1.164	.508	.215	.107	.053	5.849
W 270.0		.861	2.134	2.446	2.222	1.538	.693	.273	.207	10.373
WNW 292.5		.660	2.066	1.911	1.267	.759	.455	.221	.133	7.472
NW 315.0		.707	1.835	1.248	.687	.428	.262	.109	.096	5.373
NNW 337.5		.668	1.640	1.195	.619	.346	.217	.078	.047	4.811
Total	3.645	10.959	31.531	26.144	15.578	7.095	3.052	1.253	.742	100 %

Por último, atendiendo a la información proporcionada por el Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente, podemos observar que las conclusiones a las que hemos llegado son válidas. De este modo, se aprecia que el régimen de vientos que predomina sobre la costa de la provincia de Valencia es de componente Oeste. Por otro lado, los vientos más frecuentes y con mayor intensidad procedentes del mar son los de componente NE y SE.



3. OLEAJE

3.1 Características generales y generación del oleaje

Las olas son alteraciones de la superficie del mar producidas por la actuación continua del viento sobre una superficie (fetch), durante un cierto período de tiempo. Así, el oleaje tiene gran influencia en la dinámica litoral y es el principal agente encargado del cambio morfológico de la costa.

Las olas se definen, entre otros, a partir de los siguientes parámetros: la longitud de onda (L), que es la distancia que separa dos crestas de ola; el período (T), que es el intervalo de tiempo que transcurre entre el paso de dos crestas consecutivas y la altura de ola (H), que es la distancia vertical entre una cresta y el seno precedente. Relacionando los dos primeros parámetros, obtenemos la celeridad (C) a la que se desplaza la ola ($C = \frac{L}{T}$).

La energía transmitida a una ola depende de tres factores: de la intensidad del viento, de su duración y del fetch o superficie de generación.

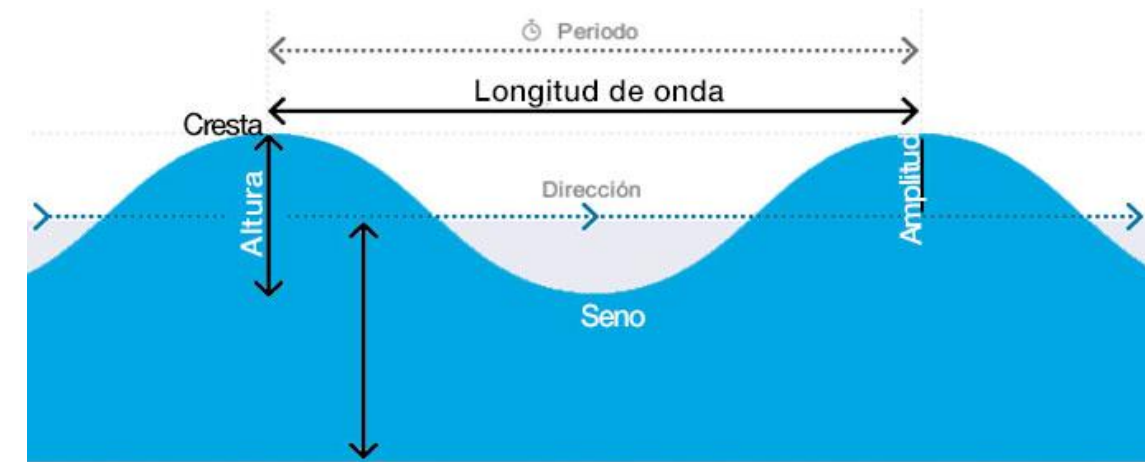
Existen dos tipos de oleaje, el tipo 'sea' o mar de viento y el tipo 'swell' o mar de fondo. El primero de ellos es un oleaje que se forma y desarrolla en la superficie del mar bajo la acción directa y continua del viento, generándose olas de altura, período y dirección de propagación aleatoria e independiente, cuya interferencia da lugar a un aspecto irregular de la superficie. Por otro lado, el mar de fondo es aquel en el que el oleaje se propaga a través de superficies marítimas sin estar sometido a la acción significativa del viento, dando lugar, en general, a un aspecto ordenado y regular de la superficie del mar.

Cuando el oleaje no encuentra ningún obstáculo hasta alcanzar la playa, cada vez se ve más afectado por el fondo. De este modo el oleaje pierde celeridad, su longitud de onda disminuye y su peralte ($p = \frac{\text{altura de ola}}{\text{longitud de onda}}$) aumenta. Cuando la ola alcanza una determinada relación entre el peralte, la profundidad y la pendiente del fondo la ola se vuelve inestable y rompe. Un criterio sencillo para calcular su rotura es $H_{rot} = 0,8 \cdot d$ (altura de rotura de la ola = $0,8 \cdot$ profundidad).

Cuando una ola rompe se produce agitación de los materiales de la playa. Estos se ponen en suspensión y pueden ser transportados por las olas y/o las corrientes del mar. Las olas rompen de modo distinto según sea su altura, período y pendiente de la playa. Existen cuatro formas distintas de rotura: oscilación, colapso, voluta y descrestamiento.

Por último, cabe destacar que el oleaje influye en los cambios del perfil de la playa, dependiendo de la estación del año. Durante las épocas de temporal, las condiciones de alta energía producen una considerable erosión en la zona de rompientes y aumentan la pendiente del perfil de la playa.

Asimismo, la línea de rompientes se desplaza más hacia el fondo. Sin embargo, en la mayor parte del año la energía del oleaje es baja o moderada. En este caso se produce un transporte neto de materiales hacia la playa, de modo que se suaviza el perfil de la misma y la barra vuelve a acercarse a la orilla.



3.2 Análisis del oleaje

Para el análisis del oleaje recurrimos a la información facilitada por Puertos del Estado, a través de su página web 'puertos.es'.

La información histórica la obtenemos a partir del nodo WANA 2083110, cuyas coordenadas son:

- Longitud: 0.083 W
- Latitud: 39.167 N

Esta boyas lleva recabando datos desde el 5 de enero de 1996 hasta hoy.



Para este anejo se van a considerar los datos referidos desde el año 2008 al año 2014.

4. PROCEDENCIA Y OBTENCIÓN DEL CONJUNTO DE DATOS

El conjunto de datos WANA está formado por series temporales de parámetros de viento y oleaje procedentes de modelado numérico. Son, por tanto, datos que no proceden de medidas directas de la naturaleza.

Las series WANA proceden del sistema de predicción del estado de la mar que Puertos del Estado ha desarrollado en colaboración con la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). No obstante, los datos WANA no son datos de predicción sino datos de diagnóstico o análisis. Esto supone que para cada instante el modelo proporciona campos de viento y presión consistentes con la evolución anterior de los parámetros modelado y consistente con las observaciones realizadas.

Las series de viento y oleaje del conjunto WANA no son homogéneas, pues el modelo de vientos se modifica de modo periódico. Seguidamente se da una breve descripción de los modelos numéricos utilizados para generar las series de viento y oleaje.

A continuación se realiza una pequeña descripción de los modelos numéricos empleados para generar los campos de viento y oleaje.

4.1 Viento

El modelo atmosférico utilizado para generar los campos de vientos es el HIRLAM. Este es un modelo atmosférico mesoescalar e hidrostático cuya resolución es de 5 grados en el Atlántico y 0.2 grados en el Mediterráneo. Los datos de viento facilitados son promedios horarios a 10 metros de altura sobre el nivel del mar.

Debido a la resolución con la que se ha integrado el modelo de Atmósfera, los datos de viento no reproducen ni efectos geográficos de escala inferior a 15 Km, ni procesos con escala temporal inferior a 6 horas. No obstante, el modelo reproduce correctamente los vientos regionales inducidos por la topografía como el Cierzo, Tramontana, Mistral, etc. Por otro lado, de modo general, será más fiable la reproducción de situaciones con vientos procedentes del mar.

4.2 Oleaje

Para generar los campos de oleaje se ha utilizado el modelo WAM. Dicho modelo es un modelo espectral de tercera generación que resuelve la ecuación de balance de energía. Trabaja en el Atlántico con una resolución de 0.25 grados (30 Km), y en el Mediterráneo con una resolución de 0.125 grados (15 Km). La aplicación utilizada no incluye esquema de asimilación de datos instrumentales.

Se ha realizado una descomposición de mar de viento y mar de fondo. Con el fin de describir situaciones con mares de fondo cruzados, se han considerado dos contribuciones posibles para el mar de fondo.

Es importante tener en cuenta, que, con independencia de la coordenada asignada a un nodo WANA, los datos de oleaje deben de considerarse, siempre, como datos en aguas abiertas y profundidades indefinidas.

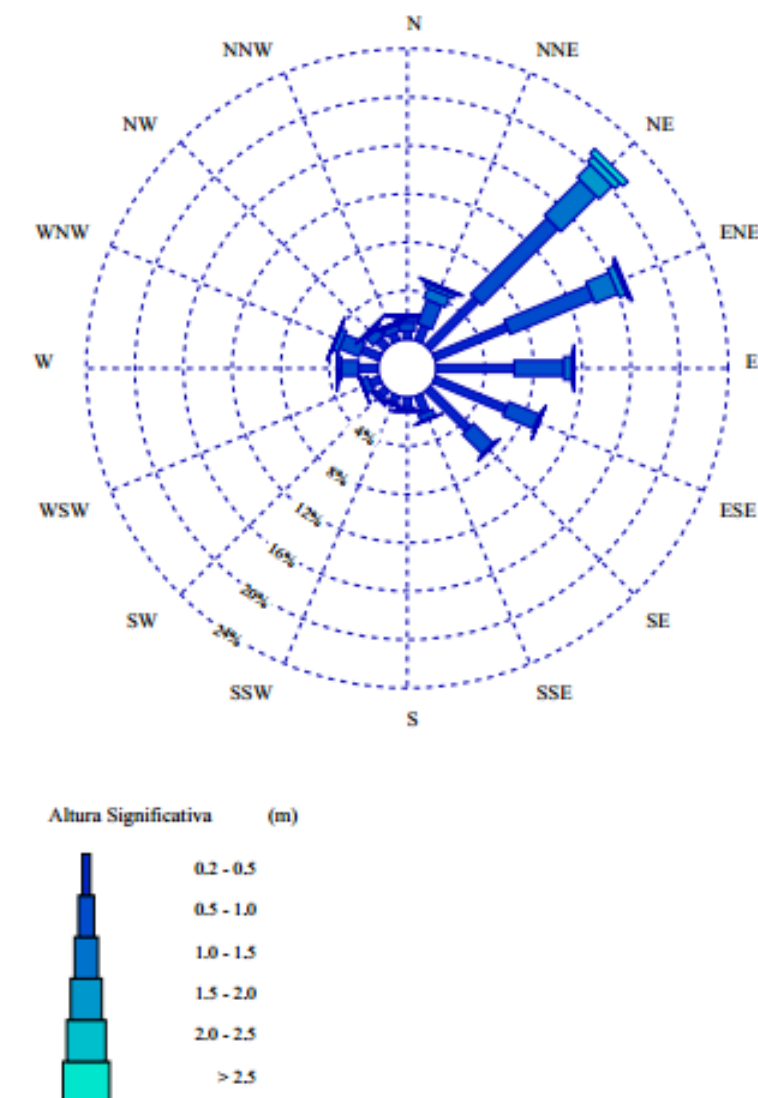
4.3 Parámetros disponibles

Los parámetros que nos proporcionan los nodos WANA son:

- Velocidad media del viento (promedio horario a 10 m. de altura)
- Dir. media de procedencia del viento (0=N, 90=E)
- Altura significativa espectral
- Periodo medio espectral (momentos 02)
- Periodo de pico
- Dir. media de procedencia de oleaje (0=N, 90= E)
- Altura significativa y dirección media de mar de viento
- Altura significativa, periodo medio y dirección media de mar de fondo

5. DATOS OBTENIDOS

A partir del nodo WANA 2083110 podemos obtener información del oleaje, como la proporcionada por la roseta siguiente, que nos proporciona información sobre la procedencia del oleaje (período de 1996-2013):



6. FÓRMULAS DE IRIBARREN

Para comparar los resultados obtenidos anteriormente, podemos apoyarnos en un modelo teórico basado en las fórmulas de Iribarren. Estas fórmulas se basan en el fetch máximo y nos proporcionan una orientación acerca de las componentes que van a producir un mayor oleaje en la costa estudiada.

Debido a la situación de las costas de la Comunidad Valenciana y de las Islas Baleares, los fetchs máximos son muy variables a lo largo del litoral valenciano.

Asimismo, por la propia orientación de la costa, los oleajes procedentes del N y NNE afectan poco a la zona de Tavernes de la Valldigna, ya que se generarían con vientos del N en las costas castellonenses y catalanas. Además, se pueden despreciar los efectos del oleaje del SSE y S a causa del efecto pantalla que supone el saliente del Cabo de la Nao. Es por ello que en la zona de la playa de La Goleta se considerarán los fetchs comprendidos en las direcciones entre el NE y el SE.

Los fetchs máximos de dirección NE provienen de las costas de Massa (Italia) y su recorrido alcanza los 1020 kilómetros aproximadamente. Por otro lado, los oleajes con dirección ENE se generan en las costas de Córcega (Francia) con un fetch de aproximadamente 825 kilómetros.

En cuanto a los levantes puros (vientos del Este), la situación de las Islas Baleares hace que el fetch se vea reducido a 142 kilómetros hasta la costa de Ibiza. Por lo que respecta al fetch proveniente de la dirección ESE, su recorrido es de 603 kilómetros hasta las costas de Argelia. Por último, en la dirección SE el fetch asciende a 422 kilómetros desde las costas de Argelia hasta la playa de La Goleta.

A partir de los fetchs teóricos anteriores, mediante las fórmulas de Iribarren, se pueden obtener los siguientes parámetros del oleaje:

- Altura: $2 \cdot h = 1,2 \cdot \sqrt[4]{fetch}$
- Longitud: $2 \cdot L = 31 \cdot \sqrt[3]{fetch}$
- Período: $2 \cdot T = 4,55 \cdot \sqrt[6]{fetch}$

En la tabla siguiente se resumen los resultados obtenidos anteriormente:

DIRECCIÓN VIENTO	NE	ENE	E	ESE	SE
FETCH MAX (km)	1020	825	142	603	422
ALTURA OLA TEÓRICA (m)	6,78	6,43	4,14	5,95	5,44
LONGITUD OLA TEÓRICA (m)	312,05	290,75	161,73	261,90	232,52
PERÍODO TEÓRICO (s)	14,44	13,93	10,39	13,23	12,46

Así, podemos observar que para la costa de La Goleta, los máximos temporales en aguas profundas tendrán una dirección entre NE y ENE, alcanzando alturas de ola teóricas de 6,78 metros, con longitudes teóricas de 312 metros y períodos teóricos de 14,5 segundos.

Hay que tener en cuenta que los valores anteriores son teóricos, puesto que es altamente improbable que el viento mantenga una dirección constante. Los fetchs reales siempre tendrán recorridos menores por lo que los parámetros reales de las olas también lo serán.

Por último, cabe destacar que según los resultados obtenidos a partir de las fórmulas de Iribarren, la dirección predominante en el oleaje para la playa de La Goleta es la intermedia entre la NE y ENE. De este modo, observamos como los datos obtenidos mediante la información aportada por Puertos del Estado (rosas de oleaje) coinciden con los obtenidos anteriormente.

7. CONCLUSIONES

Como se ha comentado en la introducción, el análisis del viento y el oleaje en la playa de La Goleta es muy importante para el estudio de la evolución de la costa.

Si hablamos del régimen medio del oleaje en las costas de Tavernes de la Valldigna cabe destacar que en general, las alturas medias de ola más abundantes son las inferiores a 1 metro, con una frecuencia del 85 % aproximadamente. Les siguen los oleajes con alturas comprendidas entre el metro y los 2 metros de ola, con frecuencias que alcanzan el 12 %.

A tenor de los datos anteriores, se puede afirmar que durante la mayor parte del año predominan las situaciones de baja energía. De lo contrario, durante las estaciones de otoño e invierno, se dan las frecuencias más altas para las alturas de ola mayores de 5 metros (temporales), aunque su porcentaje es bajo.

Por lo que respecta a los periodos de pico, los más frecuentes son de 4 a 6 segundos. Así, las situaciones más repetidas son olas de menos de 1 metro con periodos de 3 a 6 segundos.

Por último, cabe destacar que las direcciones predominantes del oleaje, obtenidas a partir de la información del nodo WANA de Puertos del Estado y corroboradas por el modelo de Iribarren, son principalmente las del NE y ENE.

Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Procedencia en %

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	9.508												9.508
N 0.0		.681	.724	.369	.137	.047	.012	-	-	-	-	-	1.972
NNE 22.5		1.354	2.119	.911	.332	.125	.045	.039	.010	-	-	-	4.936
NE 45.0		5.638	8.886	4.130	1.520	.628	.252	.131	.074	.033	.014	.023	21.330
ENE 67.5		6.508	7.415	2.062	.585	.162	.057	.041	.023	.012	.002	-	16.867
E 90.0		6.397	4.085	.638	.135	.041	.023	.004	-	-	-	-	11.323
ESE 112.5		6.379	2.729	.181	.014	.002	-	-	-	-	-	-	9.304
SE 135.0		4.670	2.290	.146	.014	-	-	-	-	-	-	-	7.119
SSE 157.5		1.520	.579	.064	.010	-	-	-	-	-	-	-	2.173
S 180.0		.819	.269	.055	.006	-	-	-	-	-	-	-	1.149
SSW 202.5		.599	.222	.035	.006	-	-	-	-	-	-	-	.862
SW 225.0		.728	.308	.037	-	-	-	-	-	-	-	-	1.073
WSW 247.5		.878	.577	.074	.021	.002	-	-	-	-	-	-	1.551
W 270.0		1.600	1.426	.271	.059	.006	.002	-	-	-	-	-	3.365
WNW 292.5		1.623	1.787	.453	.076	.010	.010	-	-	-	-	-	3.960
NW 315.0		.911	.817	.222	.070	.014	-	-	-	-	-	-	2.033
NNW 337.5		.675	.558	.172	.053	.016	-	-	-	-	-	-	1.475
Total	9.508	40.981	34.789	9.819	3.041	1.055	.402	.215	.107	.045	.016	.023	100 %

Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
≤ 0.5	-	0.698	11.778	14.636	8.960	7.133	4.615	1.551	0.741	0.269	0.094	50.476
1.0	-	-	0.891	9.697	5.551	5.159	5.303	3.552	2.647	1.441	0.556	34.797
1.5	-	-	0.002	0.330	1.685	1.531	1.677	1.221	1.352	1.125	0.899	9.822
2.0	-	-	-	0.004	0.174	0.490	0.653	0.410	0.441	0.335	0.534	3.041
2.5	-	-	-	-	0.002	0.060	0.199	0.189	0.205	0.150	0.250	1.055
3.0	-	-	-	-	0.002	0.010	0.037	0.090	0.107	0.068	0.088	0.402
3.5	-	-	-	-	-	-	0.006	0.025	0.084	0.051	0.049	0.215
4.0	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.035	0.043	0.027	0.107
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008	0.016	0.021	0.045
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.010	0.004	0.016
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.021	0.023
Total	-	0.698	12.670	24.668	16.375	14.384	12.490	7.041	5.623	3.509	2.543	100 %

8. CORRIENTES

Las corrientes son movimientos, normalmente no periódicos, de masa de agua del mar. Estas corrientes se producen debido a la acción del viento sobre la superficie del mar o a las diferencias de densidad del agua, entre otras.

Así, se pueden clasificar en cuatro tipos:

- corrientes generales
- corrientes locales inducidas por el viento
- corrientes de marea
- corrientes inducidas por el oleaje

De estos tipos, los 3 últimos tienen mayor importancia desde el punto de vista de la ingeniería de costas, puesto que se dan en zonas próximas a la misma.

8.1 Corrientes generales

Estas corrientes se generan por la acción permanente del viento y por los desplazamientos de aguas de distinta temperatura. De este modo, en el Mediterráneo presentan un movimiento circular característico, por ser un mar con una única unión a océano abierto. Frente a la playa de La Goleta, las corrientes generales tienen un movimiento superficial de norte a sur.

8.2 Corrientes locales inducidas por el viento

Por lo que respecta a las corrientes locales inducidas por el viento, existen diferentes estudios teóricos que determinan que su generación se debe a la acción de un viento ideal de velocidad constante soplando sobre un plano de agua de extensión infinita. Como en nuestro proyecto no son importantes, únicamente las nombramos.

8.3 Corrientes de marea

Las corrientes de marea son movimientos de grandes masas de agua generadas por el aumento y disminución periódico del nivel del agua en las zonas con carrera de marea significativa. Las mareas en las costas del Mediterráneo son poco importantes y, por tanto, las corrientes asociadas a ellas son incapaces de arrastrar sedimentos.

8.4 Corrientes inducidas por el oleaje

A profundidades reducidas, la rotura del oleaje y la influencia del fondo modifican las características de las corrientes. Cuando rompe la ola, se produce una traslación de masa de agua hacia la orilla. A continuación, el agua experimenta un movimiento de retorno hacia el mar. De este modo, en la línea de rompientes se observa la existencia de una corriente que se dirige en sentido opuesto al de avance de la ola rota.

Como consecuencia de lo expuesto anteriormente, se producen a un lado y a otro de la línea de rotura dos movimientos netos de masa de agua que se dirigen hacia ella. Esto explica la formación de barras de arena en dichas zonas de rotura.

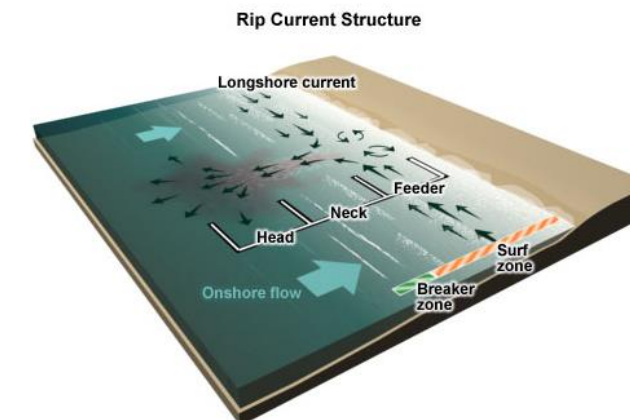
Las corrientes generadas por la acción del oleaje son muy importantes desde el punto de vista de la ingeniería de costas porque son las que originan y regulan, en su mayor parte, el transporte de sedimentos.

Por la dirección de su movimiento, las corrientes litorales se pueden clasificar en dos tipos: las normales a la costa y las paralelas a la costa.

8.4.1 Corrientes normales a la costa

Las corrientes normales a la costa, también conocidas como rip-current o corrientes de retorno, consisten en que el agua que ha sido llevada hacia la playa por la rompiente se devuelve como una corriente de retorno muy localizada, desgarrando la zona de rompiente en sectores de hasta 30 metros de ancho, y que se dispersa más allá de la rompiente. Ocurren frecuentemente en lugares de encuentro de dos derivas litorales que se devuelven hacia el mar por una corriente perpendicular. Dichas corrientes son perpendiculares a la orilla y se caracterizan por sus aguas turbulentas cargadas de materiales finos en suspensión.

Cuando existen espigones, en posición normal a la línea de costa éstos inducen estas corrientes de retorno.

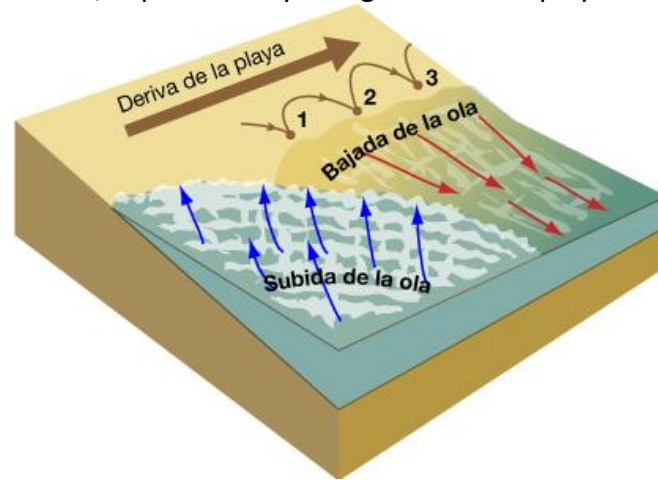


8.4.2 Corrientes paralelas a la costa

Las corrientes paralelas a la costa o de deriva litoral se producen en costas rectilíneas cuando las olas llegan oblicuas. De este modo se genera una corriente paralela al litoral, entre la zona de rompiente y la orilla. La velocidad de esta corriente es mínima fuera de la zona de rompiente, por lo que se demuestra que es inducida por el oleaje y no por corrientes oceánicas o de marea.

En este tipo de corrientes los sedimentos describen trayectorias en zig-zag. Al romper la ola el flujo es oblicuo, pero el retorno se produce perpendicularmente a la orilla por la línea de mayor pendiente.

Por último comentar que la velocidad de la deriva depende de la altura de la rompiente, el período y ángulo de incidencia de las olas, la pendiente y la rugosidad de la playa.



9. MAREAS

Hay que distinguir entre dos tipos de mareas: meteorológicas y astronómicas.

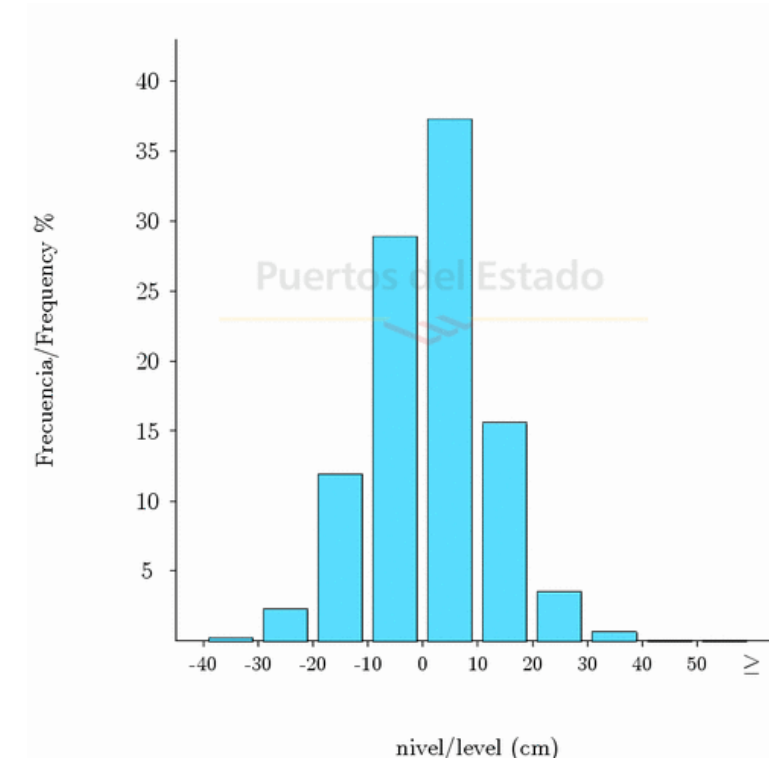
9.1 Marea meteorológica

Las mareas meteorológicas son cambios en la altura de agua debidos a variaciones de la presión atmosférica, así como a la acción del viento. Estas variaciones son imperceptibles cuando las presiones suben y bajan con relativa rapidez, pero cuando se mantiene largamente un régimen de presiones altas o bajas, el nivel de las aguas desciende o sube.

Los vientos también influyen en el nivel de las aguas, ya que cuando son constantes en una misma dirección, producen corrientes, por lo que se genera una elevación del nivel del mar en la zona hacia donde se dirige la corriente y una depresión en la zona de donde viene.

9.2 Marea astronómica

Las mareas astronómicas son un movimiento periódico y alternativo de ascenso y descenso de las aguas del mar, producido por las acciones atractivas del Sol, la Luna y otros astros y que se repite con periodicidad (en las costas de España, como media, cada 12 horas y 24 minutos).



Como podemos observar en el histograma anterior, obtenido en el período de 2008 a 2014, el intervalo de niveles entre -10 y 10 centímetros es el que mayor frecuencia alcanza, con un porcentaje aproximado del 67 %.

10. BIBLIOGRAFÍA

- www.puertos.es, Puertos del Estado. Ministerio de Fomento.
- *Apuntes Obras Marítimas*, Vicent Esteban Chapapría