

Ampliación del Puerto de Caleta Córdova

**ESTUDIO MEDIANTE MODELACION MATEMATICA
PARA LA OPTIMIZACION DEL PROYECTO**

INFORME FINAL



Noviembre, 2005

Informe LHA-252-01-05

**MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS
SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS
SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS**

INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA

LABORATORIO DE HIDRAULICA

Ampliación del Puerto de Caleta Córdova

**ESTUDIO MEDIANTE MODELACION MATEMATICA
PARA LA OPTIMIZACION DEL PROYECTO**

INFORME FINAL

RESUMEN

El presente estudio fue desarrollado con los objetivos de: **a)** determinar las características del clima de olas en la región de emplazamiento del puerto de Caleta Córdova y **b)** de analizar las condiciones de agitación producidas por el oleaje tanto en el entorno de las obras de abrigo proyectadas como en el área protegida de fondeadero y muelle. Se utilizó una base de datos de olas de la Oficina Meteorológica del Reino Unido (UKMO) generados mediante un Modelo Global, y el sistema de simulación numérica SWAN.

El análisis realizado se permitió la determinación de valores extremos de alturas y períodos de olas incidentes sobre las estructuras que conforman las obras de abrigo (lo que servirá para su verificación estructural) y la determinación de condiciones de seguridad para las embarcaciones que utilizan el fondeadero y muelle.

PALABRAS CLAVE

olas - olas generadas por viento – olas oceánicas – puertos – propagación de olas - modelos matemáticos - Caleta Córdova – Golfo de San Jorge



*Ampliación del Puerto de Caleta Córdova (Chubut)
Estudio Mediante Modelación Matemática
para la Optimización del Proyecto*

**INA
LABORATORIO DE HIDRAULICA**

DIRECTOR

Ing. J.C. De Lio

JEFE DEL PROGRAMA DE HIDRÁULICA MARÍTIMA

Ing. R. D. Castellano

Informe producido por

Ing. N. Tomazin

Equipo de trabajo

*Sr. C.A. Haspert
Sr. S.L. Peralta*

INDICE DE MATERIAS

1	INTRODUCCION	1-1
2	OBJETIVO	2-1
3	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....	3-1
4	DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO	4-1
5	INFORMACIÓN DE BASE	5-1
	5.1 Información batimétrica	5-1
	5.1.1 Cartas Náuticas	5-1
	5.1.2 Relevamientos	5-2
	5.2 Planos de referencia	5-3
	5.3 Nivel del mar	5-4
	5.3.1 Marea astronómica	5-4
	5.3.2 Marea meteorológica	5-4
	5.3.3 Calentamiento Global.....	5-4
	5.4 Olas y vientos	5-6
6	CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA DE OLAS Y VIENTOS PARA LA REGION OFF SHORE DEL GOLFO SAN JORGE	6-1
	6.1 Procesamiento estadístico de los registros del UKMO.....	6-2
	6.2 Registros de olas	6-3
	6.2.1 Olas generadas por vientos locales.....	6-3
	6.2.2 Olas oceánicas	6-5
	6.2.3 Olas resultantes.....	6-8
	6.3 Registro de vientos.....	6-11
	6.4 Análisis de correlación de datos	6-14
	6.4.1 Correlación H-T para olas de viento.....	6-14
	6.4.2 Correlación H-W para las olas de viento.....	6-15
	6.4.3 Correlación H-T para Olas Oceánicas	6-16
	6.5 Análisis de valores extremos para Hs	6-18
	6.5.1 Metodología de ajuste de los datos a una función de distribución de probabilidades	6-18
	6.5.2 Procedimiento del ajuste de datos	6-19
	6.6 Valores de Tp asociados a olas oceánicas extremas.....	6-23
7	MODELACION MATEMATICA PARA LA PROPAGACIÓN DEL OLEAJE.....	7-1
	7.1 Características principales del modelo matemático	7-2
	7.2 Implementación del modelo.....	7-3
8	CACTERIZACION DEL CLIMA DE OLAS EN LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO.....	8-1
	8.1 Escenarios para las simulaciones de olas generadas por viento	8-2
	8.2 Escenarios para la simulación de olas oceánicas	8-4
	8.3 Resultados	8-5

8.3.1	Olas generadas por viento	8-5
8.3.2	Transformación de olas oceánicas.....	8-8
9	<i>EVALUACION DE ALTERNATIVAS PARA EL PROYECTO</i>	9-1
10	<i>ANALISIS HIDRÁULICO DE DETALLE</i>	10-1
10.1	Escenarios de cálculo.....	10-1
10.2	Resultados	10-1
10.3	Sensibilidad de los resultados frente al aumento del nivel del mar	10-4
11	<i>CONCLUSIONES</i>	11-1

Ampliación del Puerto de Caleta Córdova (Chubut)

ESTUDIO MEDIANTE MODELACIÓN MATEMÁTICA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROYECTO

1 INTRODUCCION

Caleta Córdova es una pequeña población patagónica situada sobre la costa atlántica de la Provincia del Chubut, en el Golfo San Jorge, en la Latitud 45° 43' Sur y Longitud 67° 21' Oeste, a unos doce kilómetros al norte de la ciudad de Comodoro Rivadavia.

El desarrollo de la población está históricamente asociado a la actividad petrolera en el área, iniciada en la región a principios del siglo XX. Además de ser un área de producción de hidrocarburos, por su ubicación en un sitio de la costa relativamente protegido, Caleta Córdova ha sido un adecuado emplazamiento para el embarque del crudo en buques petroleros y su transporte a refinerías, que no existen en la zona.

La pesca de merluza y langostino ha sido una actividad creciente en el área y a principios de la década del 80 se construyó una obra de abrigo y un muelle destinado a la pesca costera. Un segundo muelle denominado de Bajamar, permite las actividades pesqueras en ése período de mareas. Desde estos muelles también se opera con lanchas de apoyo a una monoboya desde donde se traslada petróleo crudo a las refinerías argentinas y se realizan actividades de exportación.

Aunque la flota de pesqueros local es reducida, en la temporada de pesca, que se extiende de enero a septiembre, se agregan 10 a 15 barcos de Rawson, puerto pesquero ubicado unos 300 Km al norte. Otros pesqueros con base actualmente en Comodoro Rivadavia, podrían operar desde Caleta Córdova si se dispusiera de capacidad de sus instalaciones. El muelle actual, que se halla inconcluso, admite sólo dos barcos simultáneamente para operaciones de carga y descarga.

En este marco, la Provincia de Chubut proyecta la ampliación de la obra de abrigo del puerto a los efectos de lograr una mayor capacidad de fondeadero y de asegurar adecuadas condiciones de calma en el muelle, cuya prolongación es parte del proyecto de ampliación.

A requerimiento de la **DIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURA PORTUARIA de la SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, PLANEAMIENTO Y SERVICIOS PÚBLICOS (SIPySP)** de la Provincia de CHUBUT, el **LABORATORIO DE HIDRAULICA (LHA)**, dependiente del **INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA (INA)**, ha realizado los estudios de la caracterización del clima de olas el área de emplazamiento de la obra y de la propagación de olas y agitación por oleaje mediante modelación matemática, a los efectos de evaluar la capacidad de protección que las obras de ampliación del puerto proveen al muelle y fondeadero y lograr así la optimización hidráulica del proyecto.

Los estudios se realizaron mediante la formalización del Acta Complementaria N° 4 del Convenio Marco de Cooperación e Investigación suscripto en Agosto de 2002.

2 OBJETIVO

El presente estudio fue desarrollado con los objetivo de: **a)** determinar las características del clima de olas en la región de emplazamiento del puerto de Caleta Córdova y **b)** de analizar las condiciones de agitación producidas por el oleaje tanto en el entorno de las obras de abrigo proyectadas como en el área protegida de fondeadero y muelle.

Durante el desarrollo de la evaluación hidráulica, y en función de resultados obtenidos, se introdujeron modificaciones al proyecto original para mejorar su eficiencia.

El análisis realizado se permitió la determinación de valores extremos de alturas y períodos de olas incidentes sobre las estructuras que conforman las obras de abrigo (lo que servirá para su verificación estructural) y la determinación de condiciones de agitación en el área de fondeadero y muelles, lo que servirá para evaluar la seguridad de las embarcaciones.

3 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

En líneas generales se desarrollaron las siguientes etapas para la optimización del proyecto:

- Recopilación de la información de base
- Evaluación del clima de olas en aguas profundas
- Definición de condiciones oceanográficas medias y extremas
- Definición de escenarios hidrodinámicos representativos para las simulaciones numéricas
- Determinación del clima de olas en el entorno de las obras
- Evaluación de las alternativas del proyecto
- Análisis hidráulico de detalle para la configuración portuaria seleccionada

4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

Caleta Córdova está constituida por una entrada natural del mar y un frente costero con acantilados de altura variable. La base del acantilado está precedida de una restinga, formación geológica característica de la costa patagónica, constituida por una roca sedimentaria relativamente blanda, que resulta alternativamente cubierta por el mar por efecto de la marea y brinda relativa protección a la caleta al proteger de la llegada de las olas más altas.



FOTO 4.1. Vista aérea de Caleta Córdova

A principios de la década del 80 se construyó una obra portuaria para satisfacer las exigencias de la actividad pesquera. La misma consiste en una isla artificial (**Foto 4.1**) apoyada sobre la restinga, sobre cuyo lado más protegido se halla un muelle (inconcluso). Sobre la isla existe una playa de estacionamiento para camiones. La isla cumple además la función de dar protección de las olas a las operaciones en el muelle y al área de fondeadero. Todo su contorno se halla protegido con enrocado para resistir la acción del oleaje. La isla se halla vinculada a la tierra mediante un viaducto.

5 INFORMACIÓN DE BASE

5.1 Información batimétrica

5.1.1 Cartas Náuticas

Como información de base para cubrir el área a modelar se utilizaron las siguientes Cartas Náuticas publicadas por el Servicio de Hidrografía Naval de la Armada Argentina (SHN), las que fueron parcialmente digitalizadas:

- Carta 50 – Mar Argentino – de Río de la Plata a Cabo de Hornos Escala 1:3.000.000
- Carta 59 - Golfo de San Jorge – Escala 1:400.000
- Carta H-356 - Caleta Córdova y Olivares - Escala 1:40.000



Figura 5.1. Carta Náutica H-356 Caleta Córdova y Olivares (parcial)

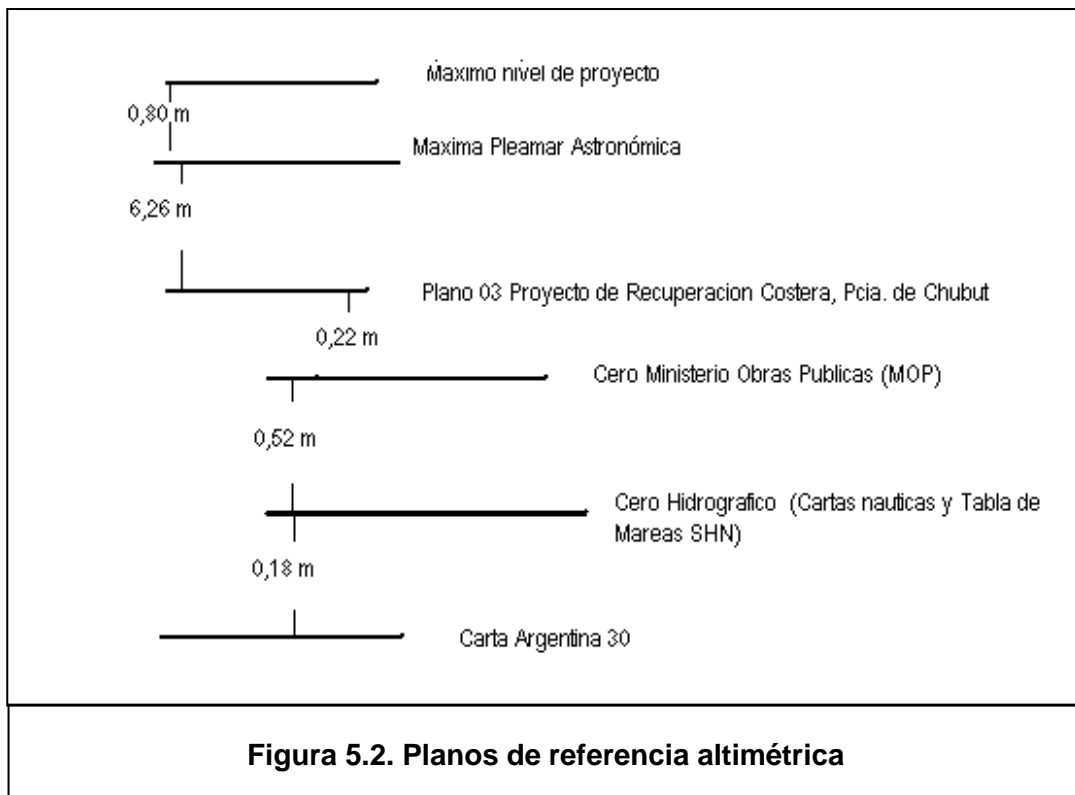
5.1.2 Relevamientos

Oportunamente la Provincia contrató la realización de un relevamiento batimétrico de la Caleta, que se realizó en marzo de 2005 y abarcó básicamente el área del fondeadero (ver **Figura 7.3** en Capítulo 7). El mismo se realizó mediante ecosonda y el posicionamiento mediante un sistema satelital. Complementariamente se determinaron cotas en algunos puntos de la costa y en el contorno de la obra de abrigo existente y muelles, mediante una estación total.

Los archivos de datos contienen valores de coordenadas X,Y,Z. Las coordenadas X,Y están expresadas en m, en sistema Gauss-Kruger. La coordenada Z representa la profundidad local, se expresa en m y está referida al plano de reducción del SHN.

5.2 Planos de referencia

La información mareológica y batimétrica utilizada en este informe se encuentra referida al plano de referencia del Servicio de Hidrografía Naval (SHN), ubicado a 2.99 m debajo del nivel medio ó 0,58 m sobre el cero del mareógrafo.



5.3 Nivel del mar

5.3.1 Marea astronómica

En Caleta Córdova no existen registros sistemáticos del nivel del mar. Se han considerado en este estudio los valores de marea astronómica indicados por la tabla de predicción para el año 2005 confeccionada por el Servicio de Hidrografía Naval de la Armada Argentina correspondientes al puerto de Comodoro Rivadavia. Los valores son los siguientes:

Tabla 5.1 - Marea astronómica en Comodoro Rivadavia.

Pleamar		Bajamar		Amplitud	
Máxima	Media	Más Baja	Media	Máxima	Media
6.26	5.28	0.25	1.21	5.88	4.07

5.3.2 Marea meteorológica

Existen otras fuerzas de carácter no periódico que se agregan a las de origen gravitatorio generadoras de la marea astronómica, e inducen modificaciones a esta última. Cuatro mecanismos básicos, con orígenes en causas meteorológicas, pueden producir apartamientos (y en particular incrementos) ocasionales de los niveles debidos a causas puramente astronómicas: a) Por reducción de la presión atmosférica. b) por efecto de vientos soplando hacia la costa. c) por el peralte de origen geostrófico (fuerzas de Coriolis) actuando sobre corrientes paralelas a la costa, generadas por vientos en esa dirección. d) por efecto del paso de las olas.

Queda claro que la sobreelevación por efectos meteorológicos es un fenómeno complejo que involucra muchas variables meteorológicas y no resulta de estimación sencilla. Para la costa Patagónica el efecto meteorológico se estima entre 0.80m y 1.00 m para períodos de retorno de 5 a 50 años

Debe señalarse que la marea astronómica y la sobreelevación por efecto meteorológico son variables independientes, y que la probabilidad combinada de ocurrencia es muy reducida es decir presenta un período de retorno mayor que el correspondiente al de las variables. Por otra parte debe tenerse en cuenta que se tratará de una situación de corta duración.

5.3.3 Calentamiento Global

La creciente acumulación de dióxido de carbono y otros gases en la atmósfera, producidos por la actividad humana y conocido como "efecto invernadero", es una posible causa de incremento de las temperaturas medias de la atmósfera, las que según las

tendencias actuales podrían elevarse en algunos grados Celsius en los próximos 100 años.

Algunos estudios han concluido en que, como consecuencia de los cambios climáticos, el nivel medio del mar se ha incrementado a un ritmo de 1.0 a 1.5 mm/año a partir de 1880. Otros autores han encontrado un ritmo de incremento de 2.0 mm/año en los últimos 50 años.

Algunos investigadores han explicado la tendencia de aumento del nivel del mar como consecuencia de la expansión térmica de las capas superiores del océano, resultado a su vez del calentamiento global de 0.4°C que se ha observado en el último siglo, el que puede explicar un aumento de 0.4 a 0.5 mm/año en el nivel medio del mar.

El incremento de las temperaturas medias globales también puede ser causa de un incremento en las tasas de fusión de casquetes polares y glaciares, lo que constituiría un factor adicional en el incremento del nivel medio del mar.

Mayores temperaturas inducirán una mayor presencia de vapor de agua en la atmósfera, que también es un gas invernadero, generándose una aceleración del proceso.

La proyección a futuro de esta situación es compleja por la naturaleza intrínseca del problema y por la dificultad de estimar las tendencias futuras de las tasas de emisión

En términos generales se admite en la actualidad una tasa de crecimiento de entre 2 y 10 mm por año. Si esa tasa se mantiene, esto significa un incremento de 0.10 a 0.50 m al término de 50 años. Un promedio entre estos extremos es de 0,30 m para el año 2050.

5.4 Olas y vientos

La información referente a olas y vientos consistió en una serie cronológica de 10 años de duración provista por la Oficina Meteorológica del Reino Unido (United Kingdom Meteorological Office, UKMO)

La UKMO ha utilizado por muchos años modelos globales y regionales de segunda generación para proveer de predicciones del estado del mar.

El estado del mar en un punto cualquiera puede suponerse como compuesto de la suma de muchas ondas individuales, cada una con una particular dirección de procedencia, amplitud y periodo. Esto se denomina el espectro de energía. El modelo de la UKMO divide el espectro de energía de ola en cada punto de cálculo en 13 componentes de frecuencia y 16 direcciones. La frecuencia más baja es 0.04Hz (es decir una onda de periodo 25 segundos) y la frecuencia más alta es de 0.324Hz (ondas de 3 segundos de periodo) .

Cada pronóstico es producido por el modelo global utilizando datos de olas en el paso anterior y datos de viento. En cada paso de tiempo (6 horas) se calcula el espectro del mar utilizando la ecuación de balance de la densidad de energía. La evolución del espectro de energía de las olas es forzada por tres mecanismos: el efecto del viento, la disipación de energía por rotura, y la transferencia de energía entre componentes espectrales debido a efectos no lineales. La energía se propaga por advección desde un punto de cálculo al siguiente a la velocidad de grupo. Los modelos de olas utilizan vientos horarios de superficie producidos por un modelo numérico climático global.

La salida de las simulaciones son corregidas localmente en función de mediciones vientos y de altura de ola, período y dirección disponibles. Para ello, además de la posibilidad de resolver mediante modelos numéricos la generación y propagación del espectro direccional de energía de las olas, es necesario disponer de datos referentes a altura, período y dirección de las olas, para corregir las salidas de la modelación. En algunas regiones donde la actividad marina es intensa existen redes de boyas marinas que proveen tal información.

Los sensores de microondas a bordo de los satélites ERS (altímetros, escatómetros y radar de apertura sintética SAR) ofrecen claras ventajas para este propósito, ya que permiten una cobertura global, continua y homogénea y con una resolución mejorada respecto de lo que pueden ofrecer buques o boyas. Esto posibilita mejorar la descripción del campo de vientos. La observación de olas y del *swell* generado por tormentas lejanas pueden ser entonces utilizados para mejorar la modelación.

La comparación entre los resultados del modelo global muestran que la altura significativa así determinada resulta en buen concordancia con tanto las determinaciones altimétricas satelitales como también de boyas amarradas.

Hay tres configuraciones de modelación diferentes que abarcan distintas áreas y con distintas resoluciones. Todos los modelos incluyen efectos de aguas costeras es decir, aguas poco profundas, refracción, bajío y fricción del fondo.

El modelo global cubre una superficie desde los 80,28°N hasta 79,17°S sobre una grilla de latitudes / longitudes regular, con una resolución de 5/6° en longitud y 5/9° en latitud. Los vientos que se usan como entrada tienen la misma resolución espacial que el modelo de olas.

Para el proyecto de Caleta Córdova se dispuso de una serie cronológica de resultados del modelo global, con un conjunto de valores de las variables cada 6 horas. La serie de datos corresponde a dos ubicaciones próximas, cada una abarcando aproximadamente 5 años; el cambio en la posición se debe a ajustes en la grilla del modelo global. El detalle es el siguiente:

- Desde el 1 de Enero de 1995 a las 0 hs hasta el 25 de mayo de 1999 a las 0 hs, en la posición 45,36S 64,38W.
- Desde el 28 de Mayo de 1999 a las 0 hs hasta el 31 de Julio de 2005 a las 18 hs, en la posición 45,83S 64,58W.

Estos nodos de la grilla se halla a una distancia de aproximada de 240 Km al E de Caleta Córdova.

Las 12 variables provistas en los registros son las siguientes:

- Intensidad del viento
- Dirección del viento
- Altura de ola (Hs), periodo medio ($T_{0,1}$) y dirección de propagación para el espectro resultante.
- Altura de ola (Hs), periodo medio ($T_{0,1}$) y dirección de propagación para el espectro de olas generadas localmente por vientos.
- Altura de ola (Hs), periodo medio ($T_{0,1}$) y dirección de propagación para el espectro de *swell* (olas que se propagan fuera de su área de generación).
- Período de pico (T_p) del espectro resultante

$T_{0,1}$ indica el período medio determinado a partir de los momentos de orden 0 y 1 del espectro, es decir:

$$T_{0,1} = \frac{m_0}{m_1}$$

En total se dispuso de 15.008 valores de las variables.

La serie completa fue tratada como representativa de la región exterior norte del Golfo de San Jorge, donde la profundidad es de aproximadamente 100m .

La información disponible fue procesada con el propósito de poder describir las características del oleaje en el punto de cálculo, identificando las situaciones más frecuentes en cuanto a dirección de propagación, altura significativa y períodos de pico.

En segundo término, utilizando valores máximos anuales de Hs extraídos de los registros, se desarrolló el análisis estadístico de las condiciones extremas del oleaje, pudiéndose estimar valores de altura significativa y períodos de pico asociados a distintos períodos de retorno para todas las direcciones de propagación que resultan de interés para este estudio.

6 CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA DE OLAS Y VIENTOS PARA LA REGION OFF SHORE DEL GOLFO SAN JORGE

En este capítulo se desarrolla un análisis que permite describir las características del clima de olas y vientos en la región off shore del Golfo San Jorge tomando como datos los registros de la UKMO correspondientes al punto de pronóstico ubicado a 240 Km al ENE de Caleta Córdova. El resultado de este análisis constituye la base de la información para el estudio de propagación de las olas hacia la costa y del análisis hidráulico de las obras de ampliación del puerto.

Como se ha indicado, la UKMO provee de cuatro resultados diarios del modelo global, los que permiten caracterizar el espectro total de energía del mar resultante y, por separado, el espectro de las olas generadas localmente por viento (*windsea*), y el de olas oceánicas (*swell*), entendiéndose como tales aquellas olas que se propagan fuera del área de su generación por el viento.

La separación de ambas componentes del espectro (olas generadas por viento o *windsea* y olas oceánicas o *swell*) la realiza el modelo global en primer lugar identificando las olas que viajan en una dirección diferente que la del viento, y en segunda instancia mediante consideraciones teóricas que permiten establecer los límites de las frecuencias de las componentes de ambos grupos.

Esta separación se fundamenta en el hecho de que ambos tipos de olas presentan características bien distintas tanto en su estructura como en sus propiedades estadísticas. La metodología para modelar su propagación hacia la costa presenta también algunas diferencias según el caso.

Esta circunstancia amerita el tratamiento por separado de ambos conjuntos, el que se presenta en los apartados **6.1.1** y **6.1.2** respectivamente. En el apartado **6.1.3** se describen las características del espectro resultante.

En el apartado **6.2.** se presenta el procesamiento de la intensidad y dirección del viento determinado a 10 m de altura en la misma ubicación geográfica.

6.1 Procesamiento estadístico de los registros del UKMO

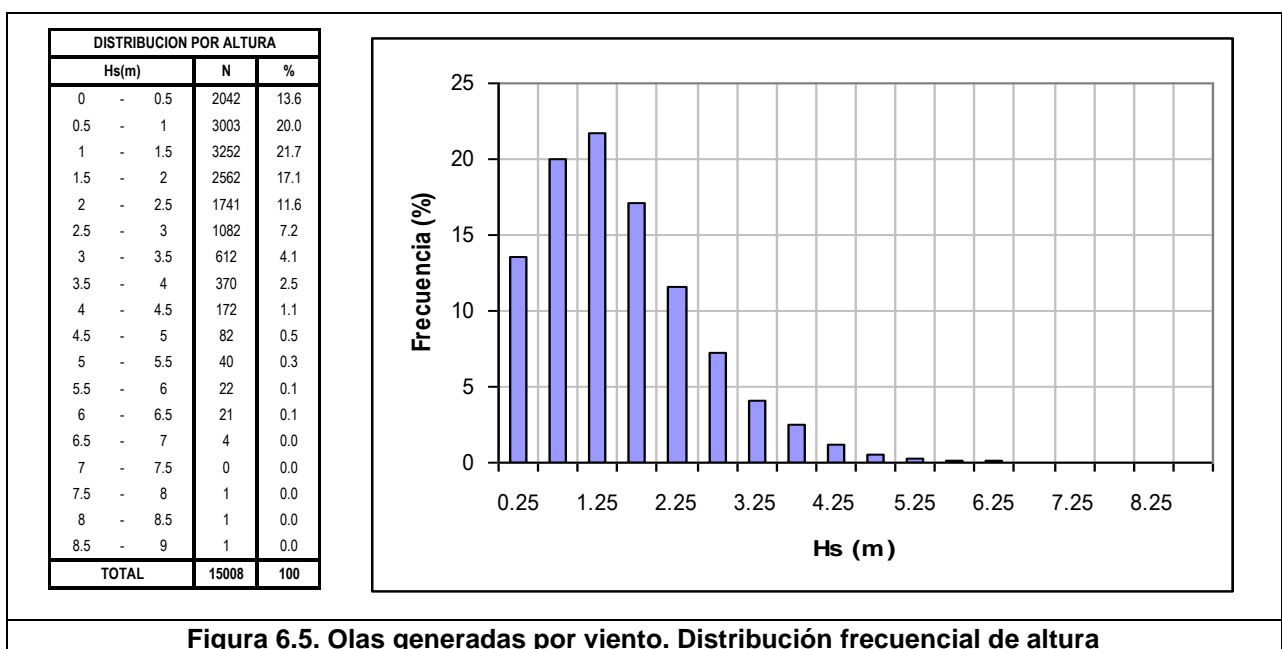
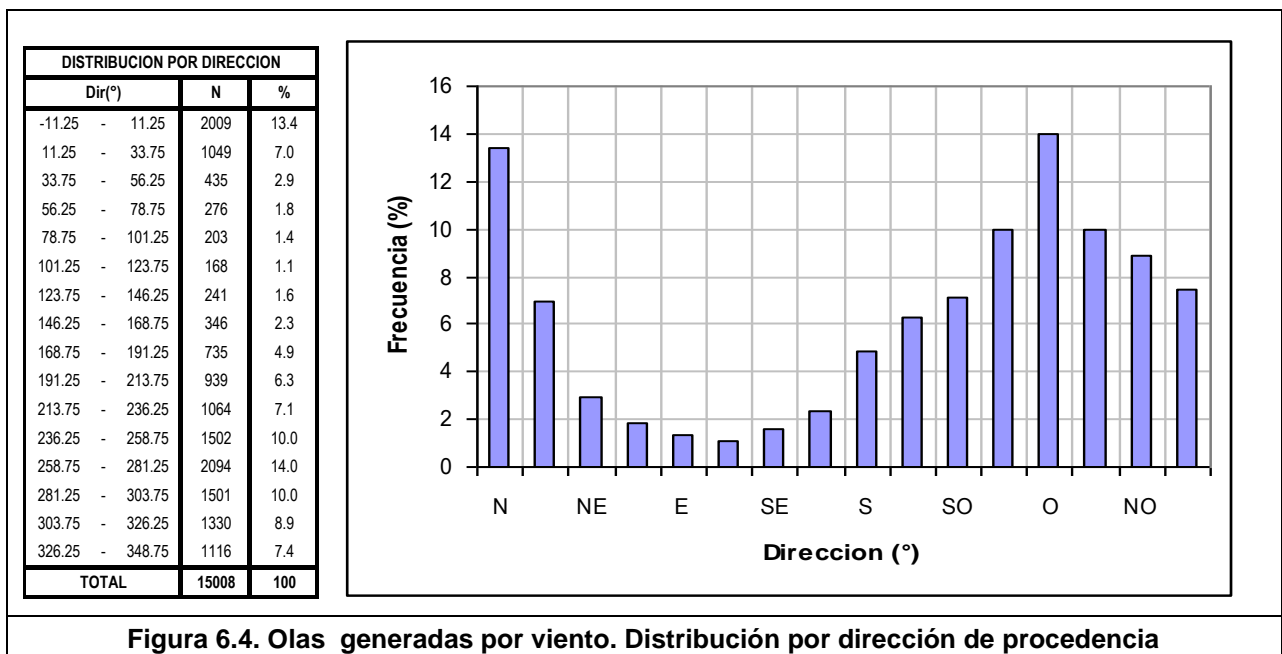
Contando con una base de diez años y medio de información (Enero 1995-Julio 2005, un dato cada 6 horas) se desarrolló el análisis de los registros de olas resultante, olas generadas por vientos locales, olas oceánicas (*swell*) y vientos, todos determinados en el punto de pronóstico de la UKMO. El procesamiento de la información permitió obtener las distribuciones de frecuencia para la dirección de propagación, la altura significativa y el período pico en los registros de olas y las distribuciones frecuenciales para la dirección y la intensidad en el registro de vientos. La presentación de los resultados se efectúa por medio de tablas, histogramas y gráficos polares (rosas).

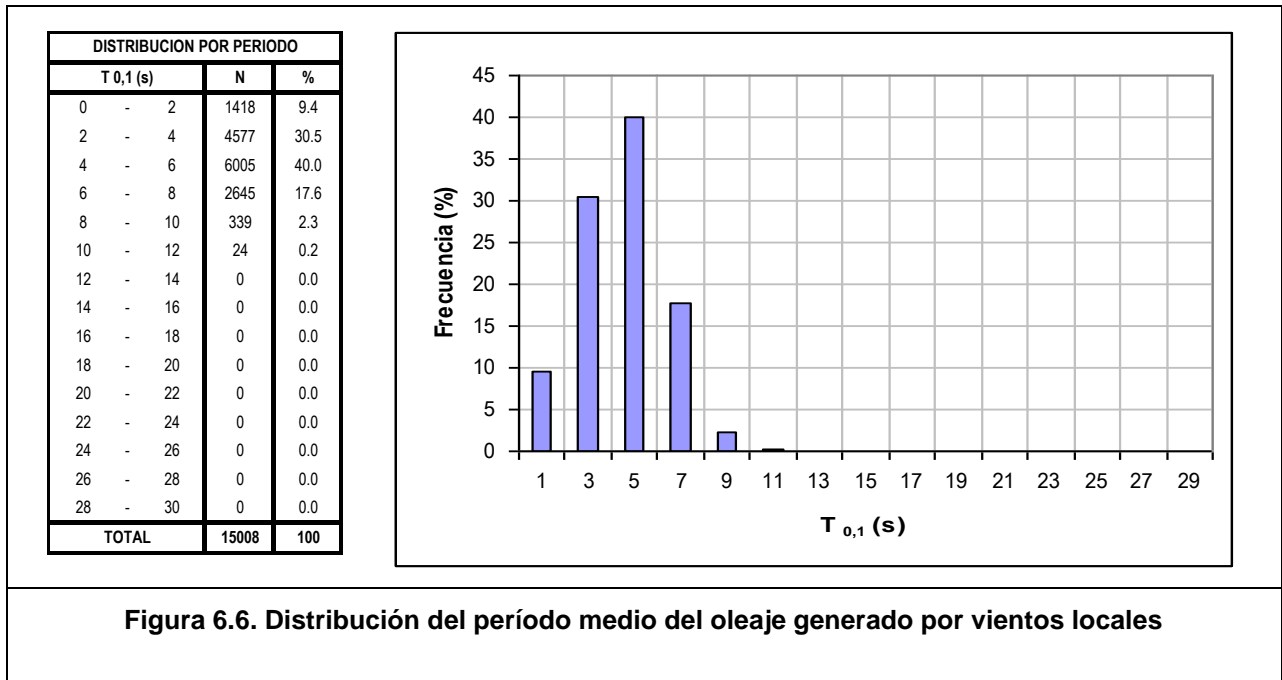
Si bien se analiza el registro completo de la información disponible, cabe destacar que dada la ubicación del punto de pronóstico para el estudio de la propagación de olas hacia la costa interesan particularmente las direcciones incluidas en los cuadrantes NE y SE, incluyendo las direcciones N y S.

6.2 Registros de olas

6.2.1 Olas generadas por vientos locales

En las Figuras 6.4 a 6.6 se presentan las tablas y gráficos que resumen el resultado del procesamiento de la información contenida en el registro de olas generadas por vientos locales. La Figura 6.7 muestra el gráfico de rosas correspondiente a dicho registro.

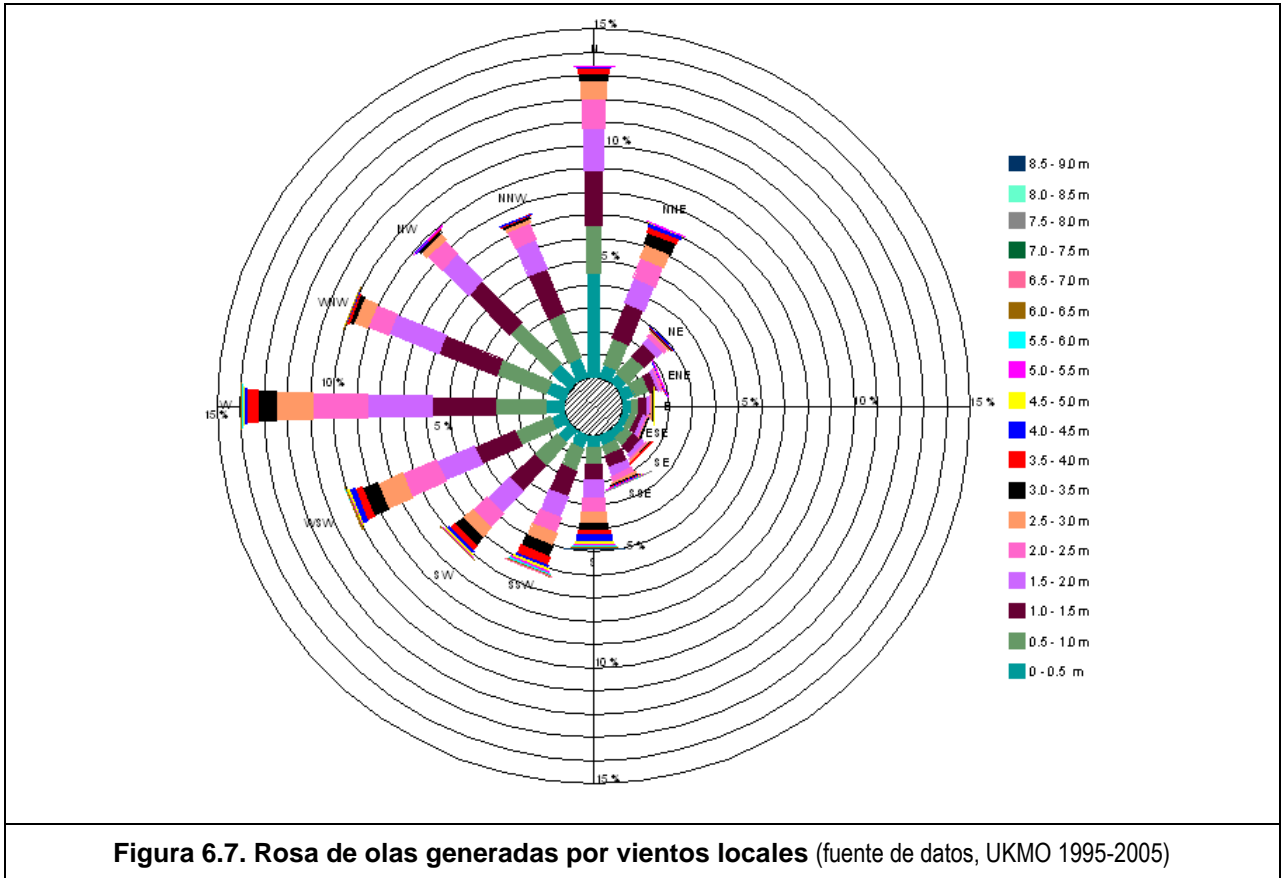




La **Figura 6.4** muestra para la distribución de direcciones un claro predominio de los cuadrantes SW y NW (oleaje generado por vientos que soplan desde el continente), entre los cuales se concentra el 82% del total de casos observados. De estos cuadrantes solamente interesan las direcciones de N (13.4%) y S(4.9%), puesto que son las únicas que pueden propagarse desde el punto de pronóstico hacia la costa. Otro caso interesante es el de la dirección NNE que presenta un valor del 7.0%.

El análisis de la distribución de alturas significativas (**Figura 6.5**) señala que en el 91.3% de los casos los valores de Hs se mantienen por debajo de los 3 m, pero debe destacarse que el registro indica la presencia de eventos con alturas entre 6 y 6.5 m con una frecuencia del 0.1%.

La distribución del período medio del oleaje (**Figura 6.6**) se concentra fuertemente entre los 2 y los 8 s con un 88.1% del total de casos. Períodos mayores pueden encontrarse con bajos valores de ocurrencia, observándose valores entre 8 y 10 s. con 2.3% y entre 10 y 12 con 0.2%.



6.2.2 Olas oceánicas

El resultado del análisis la distribución de frecuencias para la dirección de propagación, la altura significativa y el período medio del oleaje, correspondiente al registro de olas oceánicas (*swell*) para el período de tiempo comprendido entre Enero de 1995 y Julio de 2005 es presentado en las Figuras 6.8 a 6.11.

DISTRIBUCION POR DIRECCION		
Dir(°)	N	%
-11.25 - 11.25	283	2.0
11.25 - 33.75	933	6.6
33.75 - 56.25	1140	8.1
56.25 - 78.75	827	5.9
78.75 - 101.25	736	5.2
101.25 - 123.75	784	5.6
123.75 - 146.25	1191	8.5
146.25 - 168.75	1748	12.4
168.75 - 191.25	4306	30.6
191.25 - 213.75	380	2.7
213.75 - 236.25	407	2.9
236.25 - 258.75	494	3.5
258.75 - 281.25	413	2.9
281.25 - 303.75	145	1.0
303.75 - 326.25	135	1.0
326.25 - 348.75	145	1.0
TOTAL	14067	100

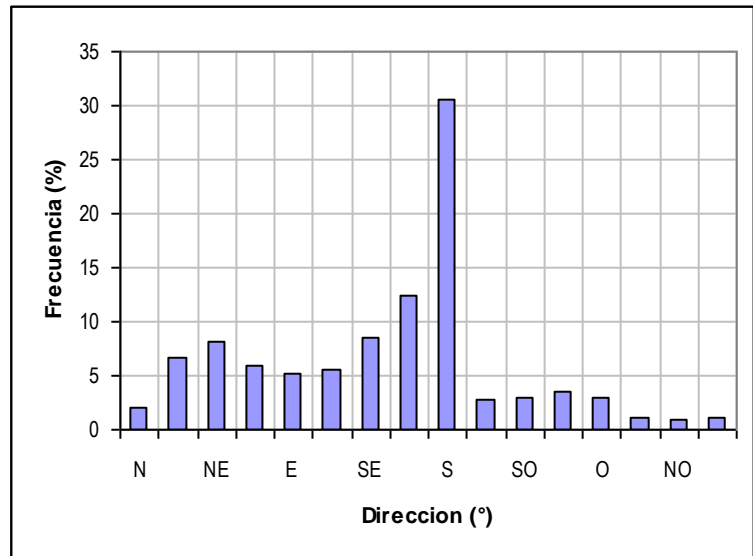


Figura 6.8. Distribución por dirección de olas oceánicas

DISTRIBUCION POR ALTURA		
Hs(m)	N	%
0 - 0.5	2474	17.6
0.5 - 1	4792	34.1
1 - 1.5	3985	28.3
1.5 - 2	1819	12.9
2 - 2.5	708	5.0
2.5 - 3	209	1.5
3 - 3.5	65	0.5
3.5 - 4	11	0.1
4 - 4.5	3	0.0
4.5 - 5	1	0.0
5 - 5.5	0	0.0
5.5 - 6	0	0.0
6 - 6.5	0	0.0
6.5 - 7	0	0.0
7 - 7.5	0	0.0
7.5 - 8	0	0.0
8 - 8.5	0	0.0
8.5 - 9	0	0.0
TOTAL	14067	100

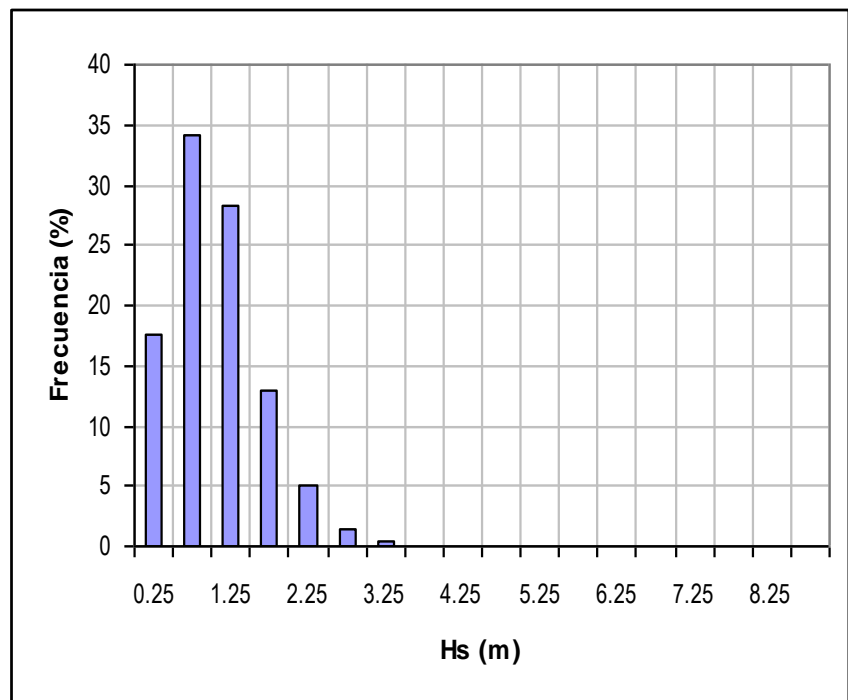


Figura 6.9. Distribución por altura de olas oceánicas

DISTRIBUCION POR PERIODO		
T 0,1 (s)	N	%
0 - 2	0	0.0
2 - 4	7	0.0
4 - 6	1205	8.6
6 - 8	3632	25.8
8 - 10	4107	29.2
10 - 12	3312	23.5
12 - 14	1471	10.5
14 - 16	295	2.1
16 - 18	34	0.2
18 - 20	1	0.0
20 - 22	1	0.0
22 - 24	2	0.0
24 - 26	0	0.0
26 - 28	0	0.0
28 - 30	0	0.0
TOTAL	14067	100

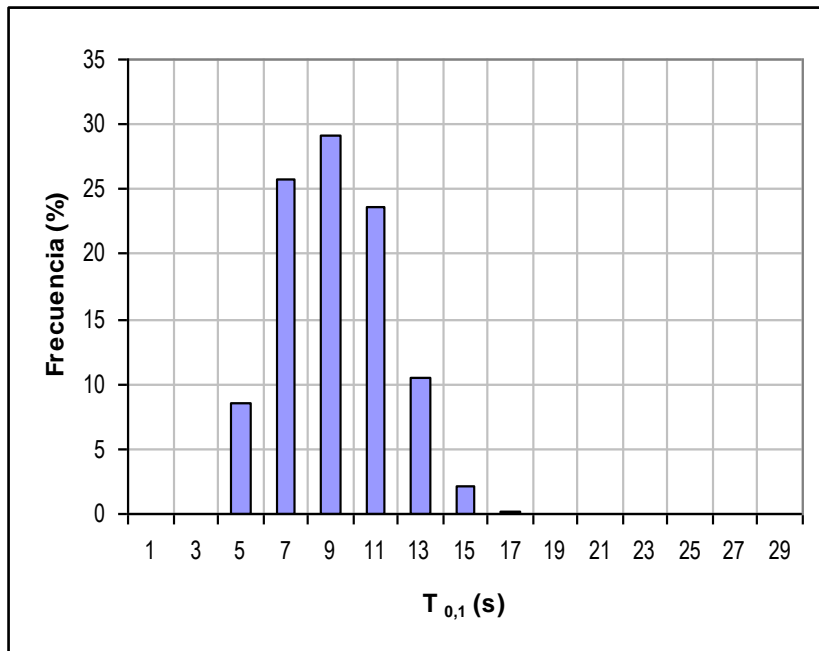
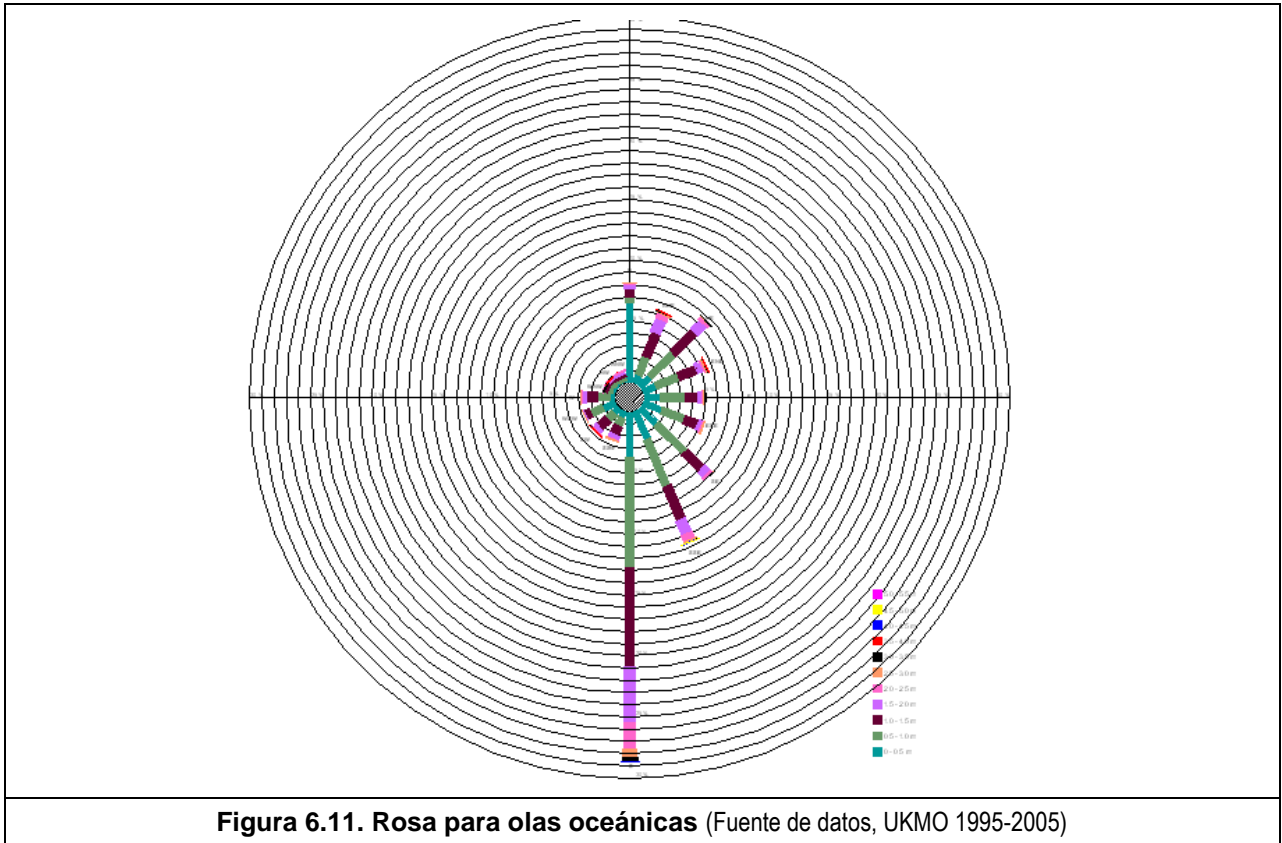


Figura 6.10. Distribución del periodo medio de olas oceánicas

La **Figura 6.8** señala que el oleaje caracterizado como *swell* proviene preponderantemente de la dirección S, con una frecuencia del 28.7%. El resto de las direcciones de interés para este estudio (cuadrantes NE y SE) presenta valores de frecuencia que oscilan entre 5 y 10%, con excepción del SSE que presenta un valor de 11.6%.

La distribución para la altura significativa (**Figura 6.9**) muestra que los valores más frecuentes de Hs resultan inferiores a los observados para las olas generadas por vientos locales, con un 93.4% de casos por debajo de los 2 m y una frecuencia de 0.1% para los valores máximos, ubicados entre 3.5 y 4 m.

El período medio del oleaje (**Figura 6.10**) se concentra entre 6 y 12 s. con un 74.7% del total de casos, llegando a observarse valores comprendidos entre los 16 y 18 s. con un 0.2% de frecuencia.



6.2.3 Olas resultantes

En las **Figuras 6.1 a 6.3** se presentan las tablas y gráficos que permiten interpretar las características principales del registro de olas resultante.

El análisis de la distribución de frecuencias para la dirección de las olas (**Figura 6.12**) muestra un claro predominio del sector Sur, con un porcentaje cercano al 20%. En segundo lugar en importancia aparece la dirección NNE con un 8.5%, siguiendo el N y el SSE que apenas superan el 6%.

Observando la **Figura 6.13** puede apreciarse una importante concentración de la distribución de altura de olas en un rango reducido de valores. El gráfico presentado señala que el 85% del total del registro se ubica entre valores de Hs que van desde 1 a 3 m, siendo el rango más destacado el que va desde 1.5 a 2 m con un porcentaje de 28.8%.

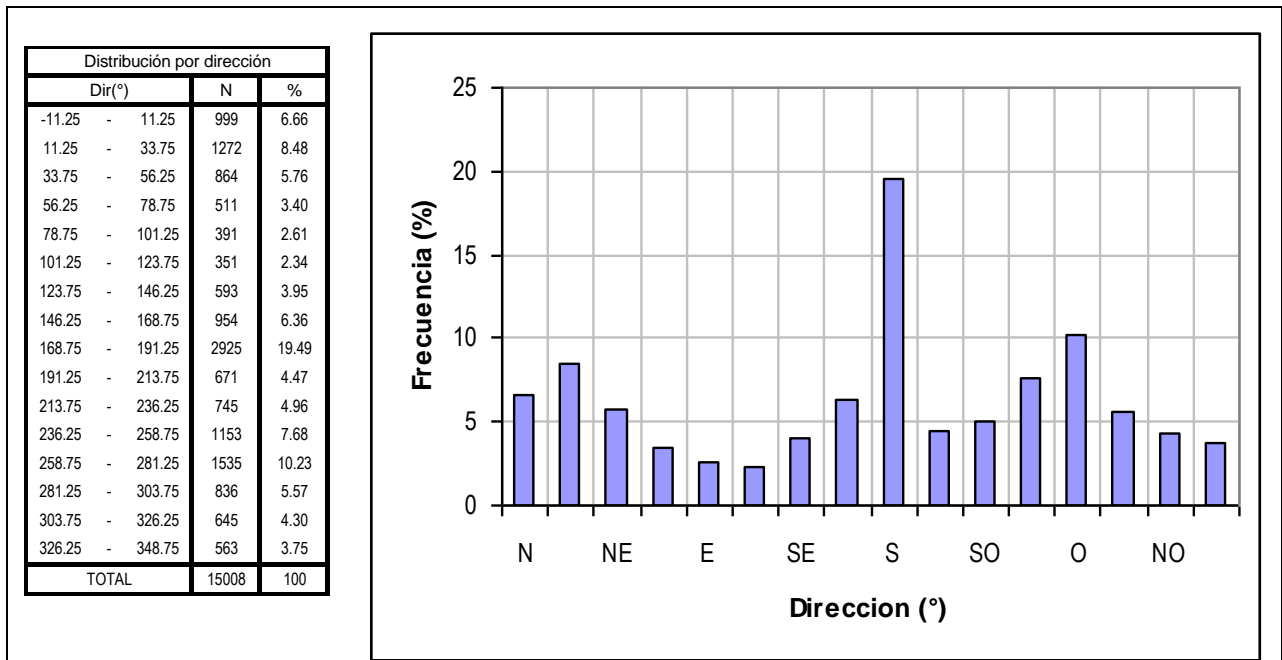


Figura 6.12. Distribución de frecuencias para la dirección de propagación del oleaje resultante

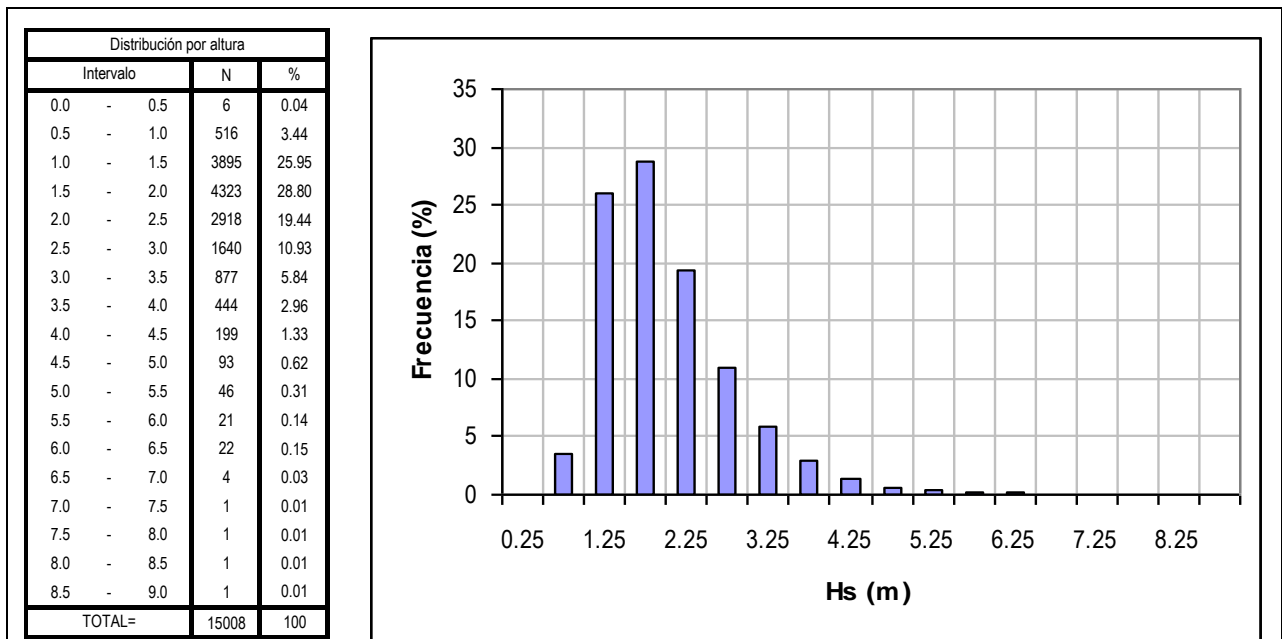
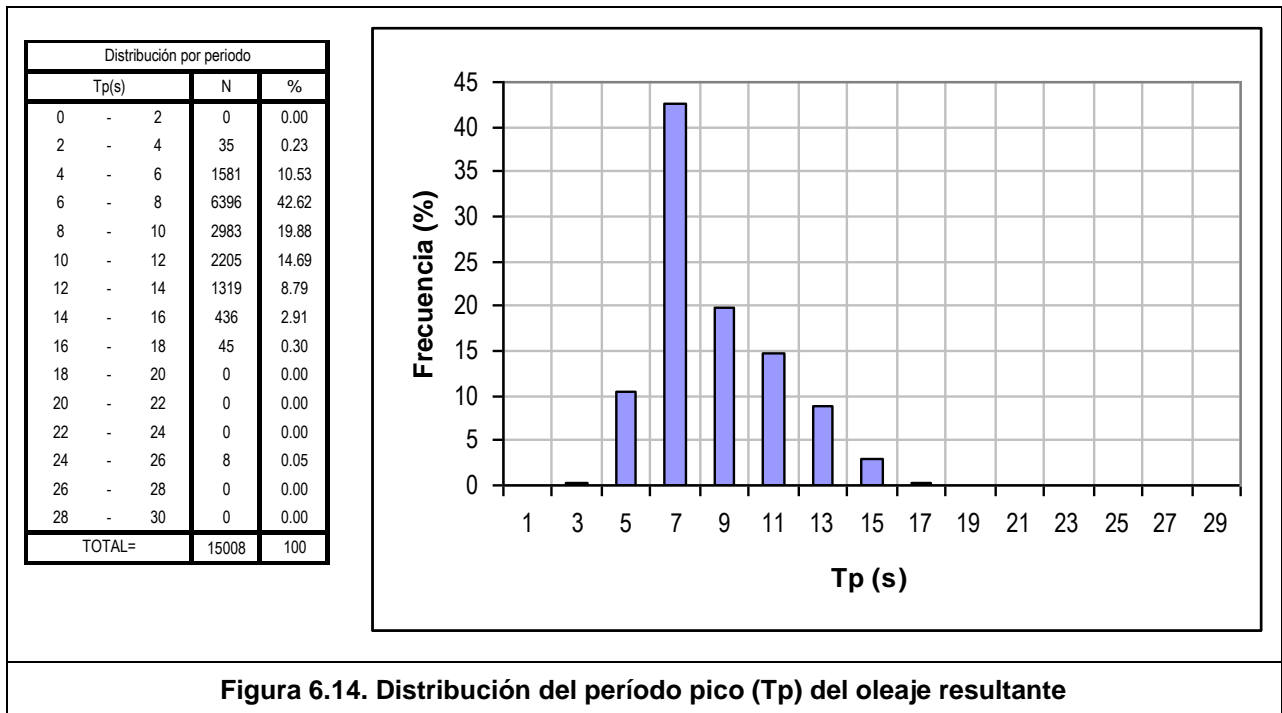


Figura 6.13. Distribución de la altura de ola significativa (Hs) del oleaje resultante

Algo similar ocurre con la distribución del período pico del oleaje (Figura 6.14), donde predomina claramente la columna correspondiente a los valores ubicados entre 6 y 8 s. con un 42.6%, y se observa que entre los 6 y los 12 s. se encuentra el 86% del total de casos.



El análisis de los registros de ola resultante en la región off shore del Golfo San Jorge presenta gran interés para las actividades que pudieran desarrollarse en esa zona, como pueden ser la navegación o la explotación petrolera. Para el estudio del oleaje en la zona de Caleta Córdova lo que interesa es el análisis individual de los registros de olas generadas por vientos locales y de olas oceánicas, ya que su propagación hacia la costa se desarrolla de manera independiente.

6.3 Registro de vientos

Los vientos en superficie (a 10 m) son provistos en el registro de la UKMO en intensidad media y dirección, con un dato cada 6 horas.

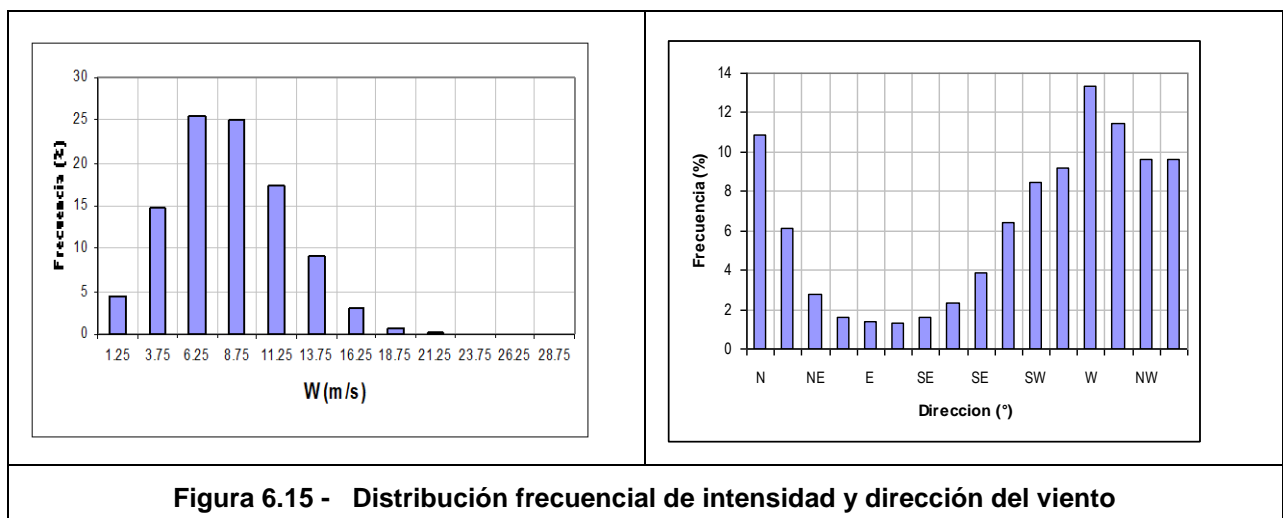
La **Tabla 6.1.** muestra los valores clasificados en intervalos de intensidad de 2,5 m/s en una rosa de 16 direcciones. Las frecuencias indicadas son por mil.

Puede notarse que los vientos desde el SSW al WNW (que para Caleta Córdova son vientos que soplan desde tierra) conforman el 68 % del total de los vientos, e incluyen los vientos más intensos, de 20 a 25 m/s (es decir hasta 90 Km/h de intensidad media).

Considerando las direcciones N hasta S inclusive, pasando por el E, los datos en estas direcciones representan casi el 32% del total, y las intensidades máximas están asociadas a las direcciones N y S. Los vientos que soplan más perpendicularmente hacia la costa (del E) tienen intensidades que no superan los 20 m/s. Esto es importante porque indica que las olas generadas por vientos locales y que pueden llegar a la costa son relativamente poco frecuentes.

INTENSIDAD (m/s)	FRECUENCIA POR DIRECCIÓN (POR MIL)															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0.0 - 2.5	2.20	2.73	2.13	2.13	1.93	2.07	2.67	2.13	2.27	3.07	2.73	3.13	3.66	3.66	4.33	3.33
2.5 - 5.0	12.73	8.20	7.53	4.80	4.66	4.06	4.46	5.46	7.00	8.00	11.13	9.66	13.59	15.79	17.86	12.86
5.0 - 7.5	26.59	17.19	10.33	4.93	3.66	4.33	5.06	7.00	10.26	13.13	18.19	20.79	27.99	27.39	26.72	30.92
7.5 - 10.0	30.65	16.72	5.00	2.40	2.33	1.73	2.87	5.06	9.59	14.26	18.86	25.12	31.92	30.45	25.45	27.72
10.0 - 12.5	21.12	9.53	1.93	1.20	0.93	0.87	1.07	3.00	5.73	11.66	15.33	16.72	28.58	24.19	16.66	14.93
12.5 - 15.0	12.39	5.33	0.93	0.20	0.20	0.07	0.27	0.80	2.20	8.20	10.53	10.79	19.06	9.73	4.20	5.53
15.0 - 17.5	2.47	1.60	0.13	0.07	0.00	0.20	0.00	0.07	0.80	3.40	5.86	4.80	7.20	2.53	1.13	0.87
17.5 - 20.0	0.33	0.13	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.27	1.73	1.33	0.80	1.00	0.67	0.07	0.13
20.0 - 22.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.53	0.27	0.13	0.27	0.07	0.00	0.00
22.5 - 25.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00	0.07	0.00	0.07	0.00	0.00
25.0 - 27.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27.5 - 30.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	108.48	61.43	28.05	15.72	13.73	13.33	16.39	23.59	38.31	64.23	84.22	92.02	133.26	114.54	96.42	96.28

Tabla 6.1– distribución frecuencial de vientos por dirección e intensidad



La **Figura 6.16** muestra la frecuencia de excedencia de intensidad de viento en el periodo 1995-2005 para todas las direcciones. Puede observarse que los vientos con intensidades que superan los 15 m/s (54 Km/h) presentan frecuencias inferiores al 4%.

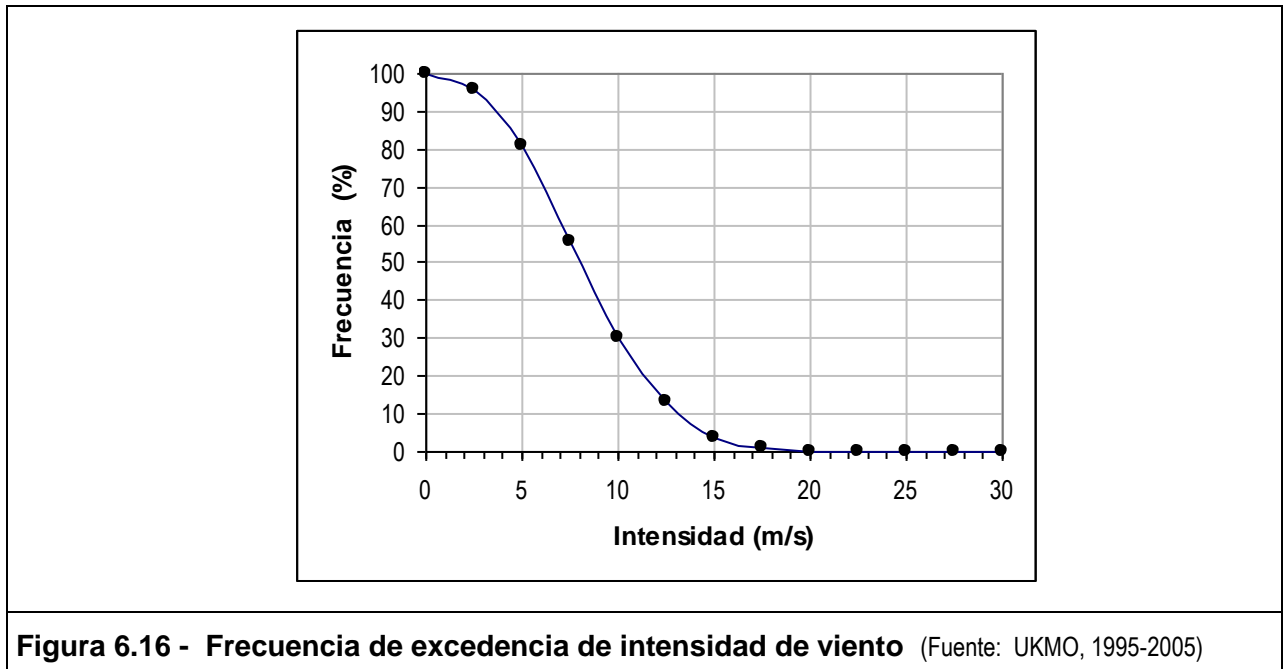


Figura 6.16 - Frecuencia de excedencia de intensidad de viento (Fuente: UKMO, 1995-2005)

Tanto la **Tabla 6.1** como las **Figuras 6.17** y **6.18** muestran claramente que *los vientos más intensos* proceden predominantemente de los cuadrantes SW y NW , y que con relación al clima de las costas existe poca o ninguna contribución de los vientos de las direcciones NE, E y SE que son los que permitirían la llegada más directa de olas al área costera de Caleta Córdova.

Los vientos intensos y frecuentes del cuadrante SW contribuyen a la presencia de olas de considerable amplitud en el Golfo de San Jorge, como lo muestra la **Figura 6.7**. pero no son relevantes en el área costera.

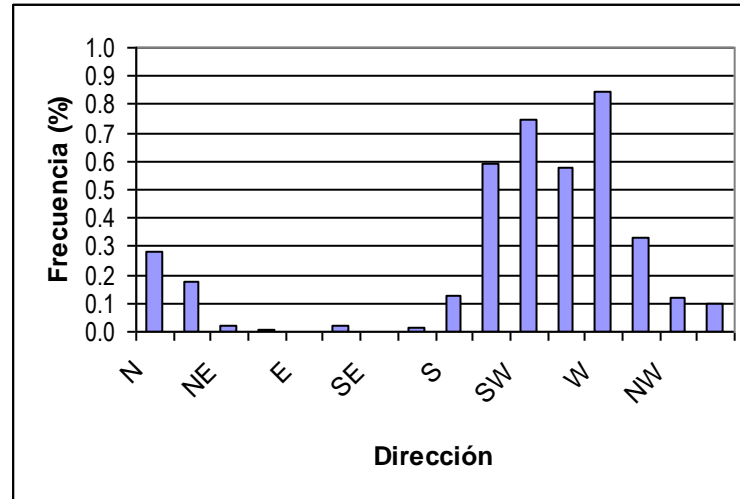


Figura 6.17 - Frecuencia de vientos que superan los 15 m/s (54 Km/h)

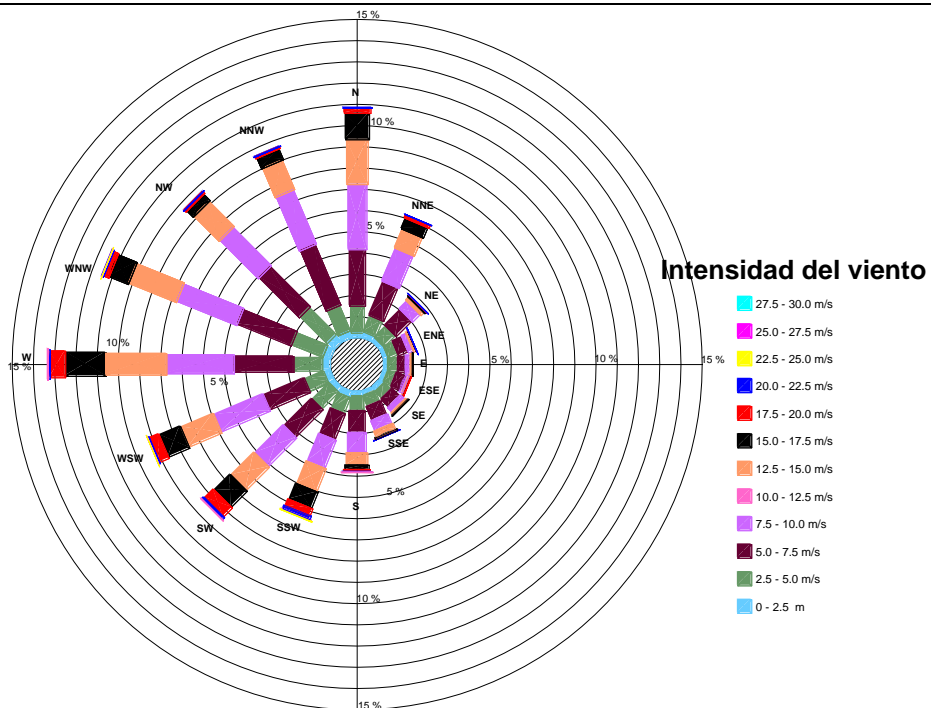


Figura 6.18 - Rosa de vientos

6.4 Análisis de correlación de datos

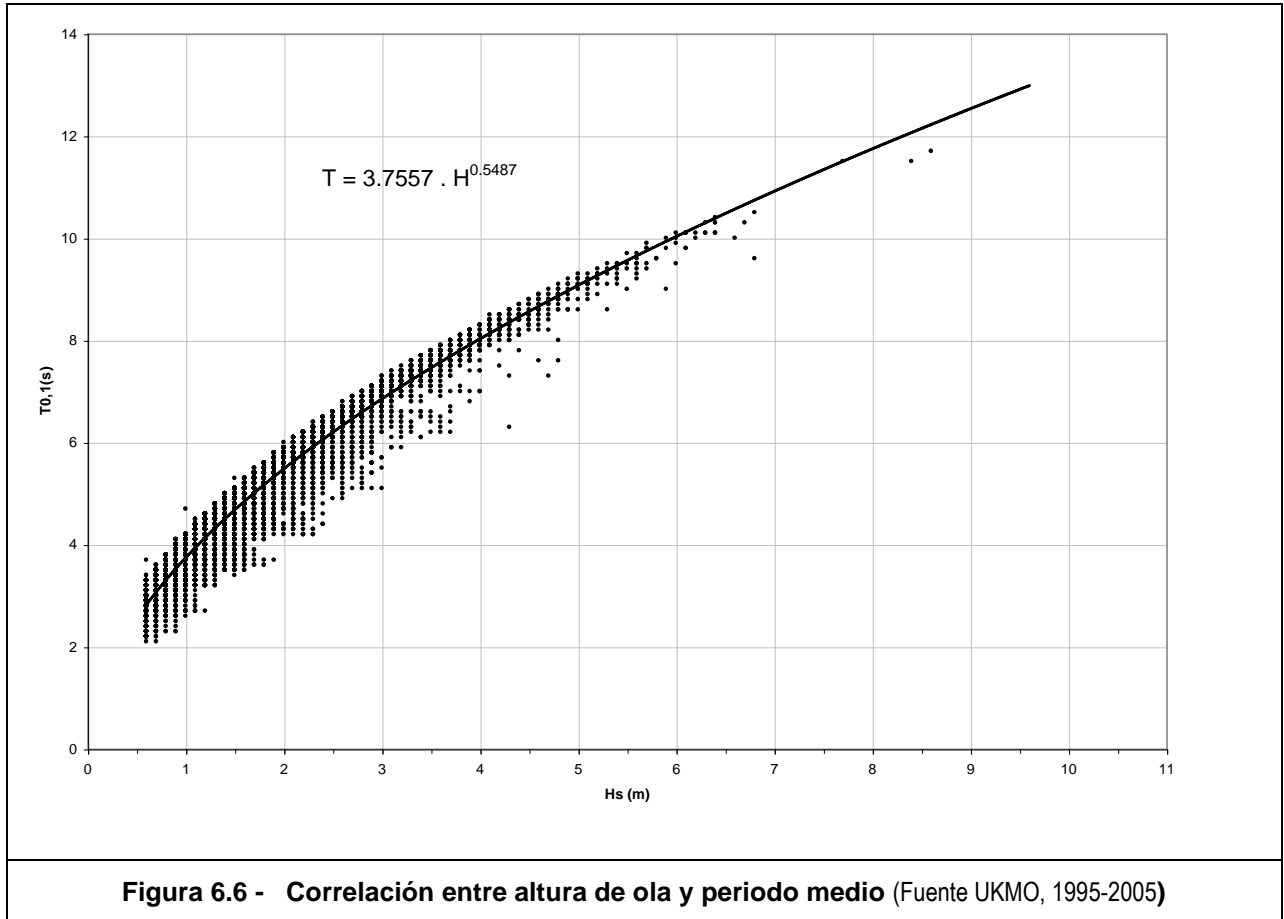
6.4.1 Correlación H-T para olas de viento

La **Tabla 6.2.** presenta el número de datos de altura de ola significativa Hs y período medio T_{0,1} clasificados en rangos de 0,50 m de altura y 2 segundos de período. Los totales por línea y columna se expresan en porciento del total.

Tanto la **Tabla 6.2** como la **Figura 6.6.** muestran la clara correlación entre intensidad de viento y altura de ola generada, como corresponde para este tipo de oleaje, en el que la energía del viento transferida al oleaje, lo desarrolla en tanto en altura como en período.

H - T																
Hs(m)	T0,1(s)															TOTAL (%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	1344	698	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.606
0.5 - 1.0	74	2871	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.009
1.0 - 1.5	0	909	2343	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.668
1.5 - 2.0	0	99	2463	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17.071
2.0 - 2.5	0	0	1014	727	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.600
2.5 - 3.0	0	0	119	963	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.209
3.0 - 3.5	0	0	8	604	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.078
3.5 - 4.0	0	0	0	320	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.465
4.0 - 4.5	0	0	0	28	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.146
4.5 - 5.0	0	0	0	3	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.546
5.0 - 5.5	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.267
5.5 - 6.0	0	0	0	0	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.147
6.0 - 6.5	0	0	0	0	4	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.140
6.5 - 7.0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.027
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
TOTAL	1418	4577	6005	2645	339	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
TOTAL(%)	9.448	30.497	40.012	17.624	2.259	0.160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	100

Tabla 6.2. Correlación de altura de ola y período medio para olas de viento



6.4.2 Correlación H-W para las olas de viento

La **Figura 6.7.** muestra la correlación entre intensidad de viento W y altura de ola generada. Como es lógico para olas generadas por vientos locales, se observa una correlación clara (olas más altas se asocian a vientos más intensos). Sin embargo la dispersión es importante y esto tiene su explicación en el hecho de que el crecimiento de la ola depende además de la duración del viento, de la distancia sobre la que sopla, y que los pares de valores en la figura no necesariamente corresponden a un estado completamente desarrollado del mar.

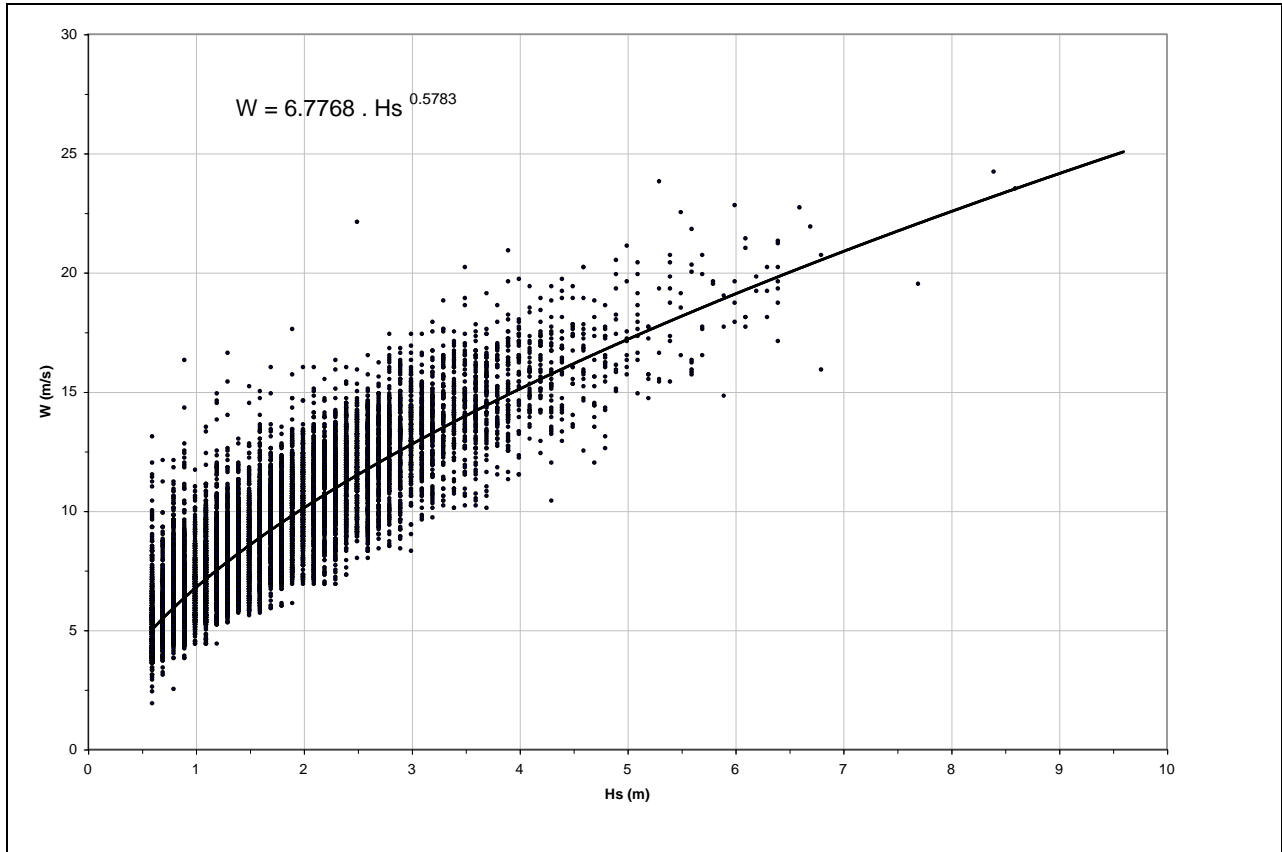


Figura 6.7 - Correlación entre altura de ola e intensidad de viento (Fuente UKMO, 1995-2005)

6.4.3 Correlación H-T para Olas Oceánicas

La **Tabla 6.3** muestra los datos de altura significativa H_s de olas oceánicas y su período medio $T_{0,1}$. Aunque se observa un patrón de distribución, puede notarse que no existe una correlación para las variables. Las olas de mayor amplitud (hasta 5 m) tienden a concentrarse en el rango de período medio de 10 a 12 segundos.

Más del 60% de las olas oceánicas olas tienen períodos superiores a los 8 segundos.

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	1	10	77	502	1018	686	158	20	1	1	0	0	0	0	17.587
0.5 - 1.0	0	6	355	817	1599	1393	511	98	13	0	0	0	0	0	0	34.066
1.0 - 1.5	0	0	706	1472	1097	510	173	25	0	0	2	0	0	0	0	28.329
1.5 - 2.0	0	0	132	905	492	231	49	9	1	0	0	0	0	0	0	12.931
2.0 - 2.5	0	0	2	297	275	96	34	4	0	0	0	0	0	0	0	5.033
2.5 - 3.0	0	0	0	54	99	44	12	0	0	0	0	0	0	0	0	1.486
3.0 - 3.5	0	0	0	10	38	12	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0.462
3.5 - 4.0	0	0	0	0	3	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.078
4.0 - 4.5	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.021
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL	0	0.0498	8.566	25.819	29.196	23.544	10.457	2.097	0.242	0.007	0.007	0.014	0.000	0.000	0.000	100

Tabla 6.3 . Correlación entre altura y periodo medio de olas oceánicas (Fuente UKMO, 1995-2005)

El *swell* más frecuente tiene periodo medio de 6 a 12 segundos. Olas de *swell* de entre 16 y 24 segundos pueden presentar alturas de 1 a 2 m y se han registrado casi 4 casos por año en promedio en el periodo de registro.

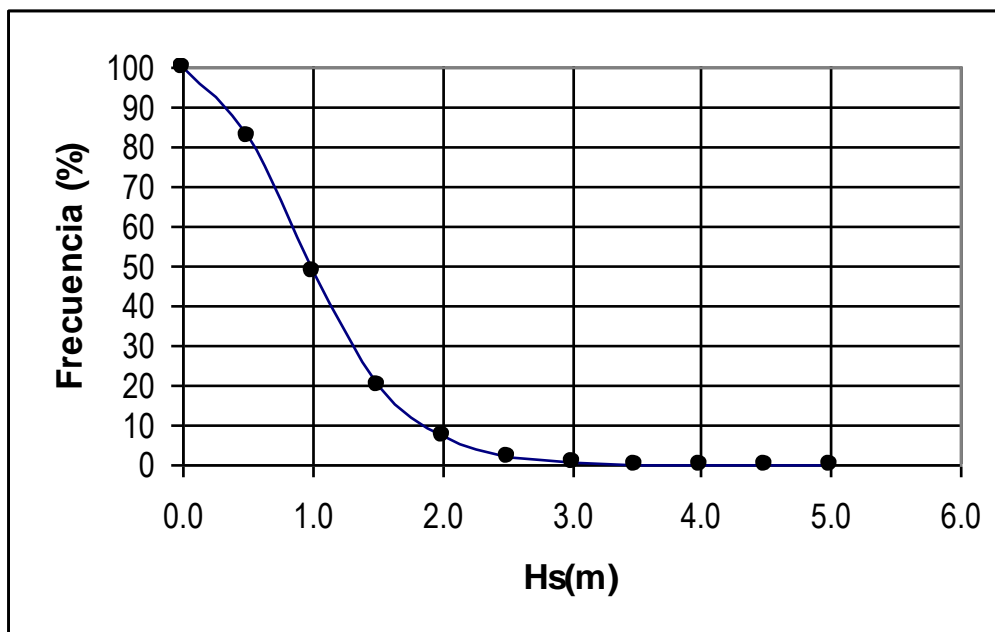


Figura 6.8 - Frecuencia de excedencia de altura de olas oceánicas (Fuente: UKMO 1995-2005)

La Figura 6.8. muestra la frecuencia de excedencia de altura de olas oceánicas para todas las direcciones. La altura promedio de las olas oceánicas es de 1 m, el 40% de los datos presentan alturas comprendidas entre 1 y 2 m y casi el 10% supera los 2 m.

6.5 Análisis de valores extremos para Hs

El propósito de este análisis es la determinación de valores de altura de ola significativa (Hs) asociados a distintos períodos de recurrencia (Tr). Dichos valores son utilizados posteriormente para la determinación de distintos escenarios de simulación para el estudio de la propagación del oleaje hacia la costa en condiciones de temporales intensos con el fin de generar elementos de cálculo que permitan evaluar condiciones de estabilidad y capacidad de abrigo de las estructuras diseñadas.

Los datos utilizados para este análisis corresponden a series valores máximos anuales de Hs correspondientes al período de tiempo comprendido entre Enero de 1995 y Diciembre de 2004. Desarrollando el análisis tanto para las olas generadas por vientos locales como para el oleaje definido como *swell*, se analizan en total 18 series de datos constituida cada una por un total de 10 valores (máximos anuales).

6.5.1 Metodología de ajuste de los datos a una función de distribución de probabilidades

La serie de datos obtenida de los registros es considerada como una muestra acotada de una población donde la probabilidad de ocurrencia de un evento (en este caso que la altura significativa de la ola alcance un cierto valor x_1) se describe por medio de una función de distribución de probabilidades $F(x)$ determinada.

De las distintas $F(x)$ existentes, utilizadas habitualmente para el análisis de valores extremos de olas, se seleccionaron para este estudio las siguientes:

Gumbel $F(x) = \exp(-\exp(-\alpha(x-u)))$

Weibull $F(x) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{x-\xi}{\alpha}\right)^c\right)$

Para el ajuste de los datos a una $F(x)$ determinada se realiza la estimación de los parámetros de la función utilizando distintos algoritmos numéricos basados en el método de los momentos y el método de máxima verosimilitud. Una vez obtenida la función de ajuste, es posible estimar el valor de la variable x que se encuentra asociado a distintos períodos de recurrencia Tr.

La bondad del ajuste es evaluada con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Esta prueba se basa en la comparación entre la función teórica de ajuste $F(x)$ y la función de probabilidades acumuladas $S(x)$ construida con los datos de la muestra. El estadístico de la prueba es:

$$D = \max |S(x) - F(x)|$$

Si el valor de D (divergencia) supera un cierto el valor de la tabla del test, correspondiente a un nivel de significación α , escogido previamente, entonces la hipótesis del ajuste debe ser

rechazada, es decir, la función $F(x)$ seleccionada no representa adecuadamente la distribución de la población de datos a la cual pertenece la muestra.

6.5.2 Procedimiento del ajuste de datos

Teniendo en cuenta el lugar de emplazamiento del proyecto y analizando, consecuentemente, las posibles direcciones de incidencia del oleaje, fueron seleccionadas para el análisis nueve series de datos de olas generadas por vientos locales y nueve series de datos de olas de *swell*, correspondientes a las direcciones ubicadas en los cuadrantes N-E y E-S. Cada una de las series está constituida por valores máximos anuales de Hs extraídos del registro de pronóstico del UKMO para el período de tiempo comprendido entre 1995 y 2004. Las series de datos mencionadas son presentadas en las **Tablas 6.1 y 6.2**.

Tabla 6.1. Valores máximos anuales de Hs (m) para olas generadas por vientos locales

Año	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
1995	2.8	3.9	3.4	2.8	3.3	1.1	2.9	5.2	5.9
1996	3.7	3.2	3.1	1.6	1.8	1.6	1.5	3.6	4.7
1997	4.2	5.1	2.3	4.4	4.6	2.4	3	7.7	8.6
1998	5.1	4.8	3.3	2.4	2.5	3.4	1.9	2.7	5
1999	4.7	4.6	3.5	2.3	2	2.4	2.5	4.3	6.3
2000	3.6	4	3	3.6	2.9	2.6	3.5	4.9	6.8
2001	3.6	4.3	4.4	2.2	1.7	3.1	2.4	1.9	4.5
2002	3.7	4.9	4	2.9	3.3	2.9	2.5	3.8	4.6
2003	4.6	4.4	3.7	5	3.8	1.9	3.9	5.7	6.8
2004	4.2	4.8	2.2	2	1.2	2.6	2.4	2.4	5.7

Tabla 6.2. Valores máximos anuales de Hs (m) para olas oceánicas

Año	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
1995	2.1	2.6	2.1	3.5	2.5	2.2	2.4	2.9	3.1
1996	1.4	2.4	2.1	2.2	2.6	2.4	3.3	4	3.4
1997	2	3.8	3.2	3.2	3	2.6	3	4.5	3
1998	2.2	2.7	2.9	3.3	1.7	1.6	2.1	3.3	3.8
1999	2.7	3.3	3.3	2	1.6	2	2.1	2.8	4
2000	1.9	2.8	2.5	2.6	1.9	2.2	2.4	2.8	3.6
2001	2.6	2.5	2.8	2	1.7	2.2	2.8	2.6	3.6
2002	2.8	2.8	2.2	1.6	2.1	2.1	2.8	2.4	3.3
2003	2.8	2.5	2.5	2.1	1.8	2.8	2.8	2.8	3.3
2004	2.1	3	2.7	2.2	1.6	1.6	2	2.4	3.2

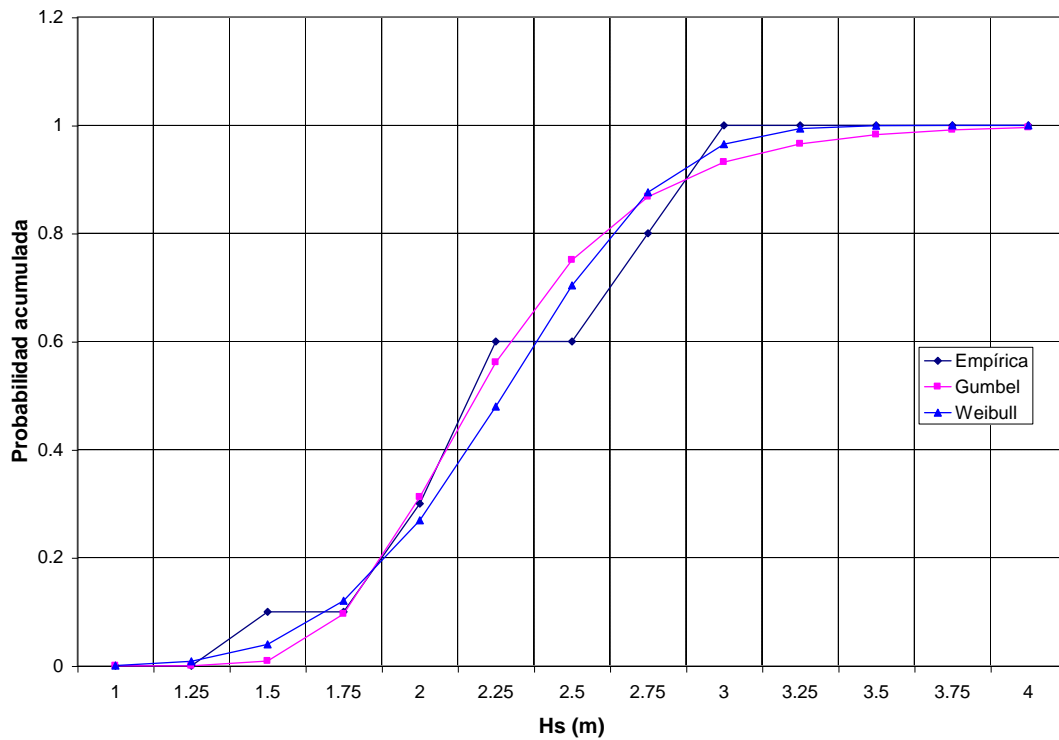
La comparación entre las **Tablas 6.1 y 6.2** muestra que el oleaje generado por vientos locales presenta en esta ubicación máximos anuales de Hs ampliamente superiores a los de *swell*. Tomando como ejemplo los valores correspondientes a las direcciones S y SSE, donde se presentan los eventos de mayor altura significativa, se observan máximos de 8.6 y 7.7 m, respectivamente para las olas generadas por vientos locales; mientras que para el *swell* se presentan para esas direcciones valores de 4 y 4.5 m, respectivamente.

Para poder estimar los parámetros de ajuste de las funciones de Gumbel y de Weibull para las series de datos presentados en las **Tabla 6.1 y 6.2**, se aplicaron algoritmos numéricos basados en técnicas estadísticas, como lo son el método de máxima verosimilitud y el método de los momentos. A modo de ejemplo, la **Tabla 6.3** muestra el resultado del procedimiento de ajuste para una de series analizadas, indicando el valor estimado para los parámetros de ambas funciones de probabilidad y el resultado del test de Kolmogorov-Smirnov utilizado para evaluar la bondad del ajuste.

Tabla 6.3. Resultados del ajuste para la serie correspondiente a *swell* de la dirección Norte

Datos UKMO 1995-2004	Gumbel	Weibull
Parámetros estimados	$\alpha=2.803$ $u=2.054$	$c=4.075$ $\alpha=1.684$ $\xi=0.733$
Estadístico D_{max}	0.1508	<u>0.1203</u>
Resultado del test $\alpha=0.05$	No se rechaza H_0	No se rechaza H_0

Este resultado señala que las dos funciones propuestas pueden ajustarse a las series datos observados dado que en ninguno de los casos es posible rechazar la hipótesis del ajuste H_0 para un nivel de significación de $\alpha = 0.05$. Las **Figura 6.9** permiten apreciar el nivel de ajuste mostrando el grado de aproximación entre la función empírica $S(x)$ y las dos funciones de distribución utilizadas: Gumbel y Weibull.



Figuras 6.9 .Funciones de distribución de probabilidades para la dirección Norte (swell)

El resultado del procedimiento de ajuste para todas las series analizadas fue similar al presentado en este ejemplo. En cada caso se observaron los valores correspondientes para el estadístico del test de Kolmogorov obtenidos para las funciones de Gumbel y Weibull, y se decidió estimar los valores de H_s asociados a distintos T_r utilizando la función que presentara en cada caso el menor valor de D_{max} . Las **Tablas 6.4 y 6.5** presentan el resultado final de estas estimaciones.

Tabla 6.4 . Valores de H_s (m) asociados a distintos períodos de retorno para olas generadas por vientos locales

T_r (años)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
2	3.9	4.4	3.3	2.7	2.5	2.4	2.5	4.0	5.9
5	4.7	4.8	3.8	3.7	3.5	2.9	3.2	5.6	7.0
10	5.3	5.1	4.1	4.3	4.2	3.2	3.7	6.5	7.6
20	5.8	5.2	4.3	4.9	4.8	3.5	4.1	7.2	8.0
50	6.4	5.4	4.6	5.5	5.6	3.7	4.7	8.1	8.5
100	6.9	5.5	4.7	5.9	6.2	3.9	5.1	8.8	8.9

Tabla 6.5. Valores de Hs (m) asociados a distintos períodos de retorno para olas oceánicas

Tr (años)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
2	2.3	2.8	2.6	2.4	2.0	2.1	2.6	2.9	3.4
5	2.6	3.2	3.0	2.9	2.4	2.5	2.9	3.4	3.7
10	2.8	3.4	3.2	3.3	2.7	2.8	3.1	3.7	3.8
20	2.9	3.6	3.5	3.6	2.9	3.0	3.3	4.1	3.9
50	3.1	3.8	3.8	4.1	3.1	3.3	3.4	4.5	4.1
100	3.2	3.9	4.0	4.4	3.3	3.6	3.5	4.8	4.1

Dado que este análisis fue realizado con series de datos constituidas por diez valores (máximos anuales del período 1995-2004) es preciso señalar que los valores estimados para períodos de retorno elevados (50 y 100 años) se encuentran asociados a una incertidumbre natural manifestada por la escasa longitud de la serie. Este hecho no impide la utilización de estos datos para el estudio de las condiciones extremas del oleaje, por lo cual se utilizaron valores asociados a $Tr=50$ para el desarrollo de las simulaciones numéricas.

6.6 Valores de T_p asociados a olas oceánicas extremas

Según lo expuesto en el punto 6.2.3 no existe una relación biunívoca entre los valores de H_s y T_p para el caso de las olas oceánicas. Por tal motivo, para la definición de escenarios extremos no alcanza con estimar un valor de altura de ola asociado a un período de retorno (**Tabla 6.6**), sino que se requiere además de la aplicación de alguna metodología que permita la determinación de un valor de período pico asociado a olas extremas.

Con ese propósito, para cada dirección del registro olas oceánicas se constituyó un serie de datos con los valores de T_p correspondientes a los casos para los cuales la altura de ola supera el valor de $H_s=2$ m.

Tomando cada una de esas series de datos (una por dirección) se obtuvo el conjunto de máximos anuales, para los cuales, siendo considerados una muestra aleatoria normalmente distribuida, se calculó el valor X_{90} , es decir, el valor de T_p que tiene una probabilidad de ser superado en un 10 % del total de casos. El resultado de este análisis se presenta en la **Tabla 6.7**, donde se muestra un valor de $T_p=X_{90}$ para cada dirección de interés.

Tabla 6.7. Valores de T_p (s) asociados olas oceánicas extremas

Dirección	T_p (s)
N	13.1
NNE	14.1
NE	15.2
ENE	16.4
E	18.3
ESE	13.3
SE	14.4
SSE	18.2
S	17.6

Estos valores de T_p presentados en la **Tabla 6.7** pueden ser asociados a valores extremos de olas oceánicas, dado que fueron obtenidos a partir de un registro seleccionado de olas con alturas superiores a los 2 m. La combinación de estos valores con los de la **Tabla 6.6**, según la dirección correspondiente, permite definir los escenarios necesarios para el estudio de condiciones extremas de olas oceánicas.

7 MODELACION MATEMATICA PARA LA PROPAGACIÓN DEL OLEAJE

El estudio de las características del oleaje imperante en la zona del proyecto requiere la aplicación de un modelo matemático que permita modelar la propagación de las olas desde el punto de pronóstico, ubicado en aguas profundas, hacia la región de costa en la cual se encuentra el puerto de Caleta Córdova.

Realizando una cierta cantidad de simulaciones numéricas, en las cuales se estudió la propagación de olas en distintas direcciones con alturas y períodos diferentes, fue posible caracterizar el clima de olas en la zona del proyecto utilizando como fuente de información el resultado del análisis estadístico realizado sobre los registros de pronóstico en aguas profundas.

Otro tipo de análisis desarrollado consistió en la propagación del oleaje en condiciones extremas, para lo cual se dispuso de la información obtenida en 6.5. El resultado de este análisis brinda la información necesaria para la selección de valores con vistas al diseño estructural de la escollera y muestra, además, las condiciones de agitación generadas en la zona de abrigo destinada a la protección de las embarcaciones.

Para el desarrollo de este estudio se aplicó el modelo SWAN (Simulating WAVes Nearshore, L.H. Holthuijsen, N. Booij y otros) desarrollado en Delft University of Technology. En este capítulo del informe se brinda una breve descripción de las características del modelo mencionado y se presentan algunos resultados de su aplicación.

7.1 Características principales del modelo matemático

El modelo SWAN es una herramienta utilizada ampliamente en la actualidad dentro del campo de la ingeniería de costas. En la bibliografía internacional se presentan numerosas aplicaciones de SWAN para la modelación del oleaje en zonas de costa marítima, lagos y estuarios.

Este modelo se basa en una representación espectral de la ecuación de balance de acción de olas (o balance de energía en ausencia de corrientes) con todos los procesos físicos modelados explícitamente. La última versión de SWAN (versión 40.41) incorpora la posibilidad de modelar los efectos de la difracción del oleaje a partir de una aproximación numérica basada en la formulación de 'mild-slope' (pendiente suave).

El modelo permite la simulación de los siguientes procesos:

- Propagación rectilínea a través del espacio físico.
- Refracción debida a la variación de la profundidad y corriente.
- Bajío debido a la variación de la profundidad y la corriente.
- Difracción debida a la presencia de obstáculos o estructuras.
- Propagación de ola con corrientes opuestas.

Los siguientes procesos de generación y disipación de olas son representados por SWAN:

- Generación de olas por viento
- Disipación por descrestamiento (whitecapping)
- Disipación por rotura de ola inducida por la profundidad
- Disipación inducida por la fricción del fondo

- Interacción no lineal entre frecuencias del espectro en aguas profundas y someras.

Los resultados de cada aplicación se expresan sobre una malla de cálculo, permitiendo de esta manera conocer un campo de olas distribuido en forma espacial dentro de un área de interés determinada.

7.2 Implementación del modelo

La implementación del modelo requirió la construcción de tres grillas de cálculo de diferentes dimensiones, las cuales, acopladas convenientemente, permitieron propagar olas oceánicas (olas generadas por vientos locales y *swell*) desde el punto de pronóstico hasta la zona de emplazamiento del proyecto, obteniendo los resultados de la modelación sobre una región de cálculo con una descripción batimétrica detallada.

Las **Figuras 7.1, 7.2 y 7.3** muestran la ubicación y el tamaño de las tres grillas utilizadas para la implementación del modelo. A continuación se presenta información adicional correspondiente a cada una de las grillas:

- La Grilla 1 fue construida mediante la digitalización de la **Carta 59 (Golfo San Jorge – Provincias de Chubut y Santa Cruz)** confeccionada por el SHN. Abarca la totalidad de la costa del Golfo San Jorge y una extensa región del Mar Argentino, cubriendo un área de 430 km x 392 km. El espaciamiento de esta grilla es de $\Delta x = \Delta y = 1000$ m, con lo cual posee un número total de 430x392 nodos.
- La Grilla 2 se construyó con datos batimétricos extraídos de la **Carta H356 (Caleta Córdova y Olivares de Punta Novales a Cabo San Jorge)**. Abarca una región de 10300 m x 9500 m con un espaciamiento de grilla de $\Delta x = \Delta y = 50$ m, por lo que el número de nodos asciende a un total de 206x190.
- La Grilla 3 permite obtener información más detallada sobre el resultado de la modelación. Fue construida con la información batimétrica obtenida de los relevamientos realizados en la zona y parte de la **Carta H356**. Cubre un área de 3250 m x 2000 m que contiene al sector de emplazamiento del proyecto. El espaciamiento entre nodos es de $\Delta x = \Delta y = 10$ m, con lo cual suma un total de 325x200 nodos.

El acoplamiento de las grillas permite escribir el resultado de las simulaciones realizadas para la Grilla 1 sobre el contorno de la Grilla 2, sirviendo como dato de entrada para la segunda simulación, que a la vez genera los datos de entrada para la simulación sobre la Grilla 3, la cual permite obtener el resultado de la modelación sobre la zona de mayor detalle.

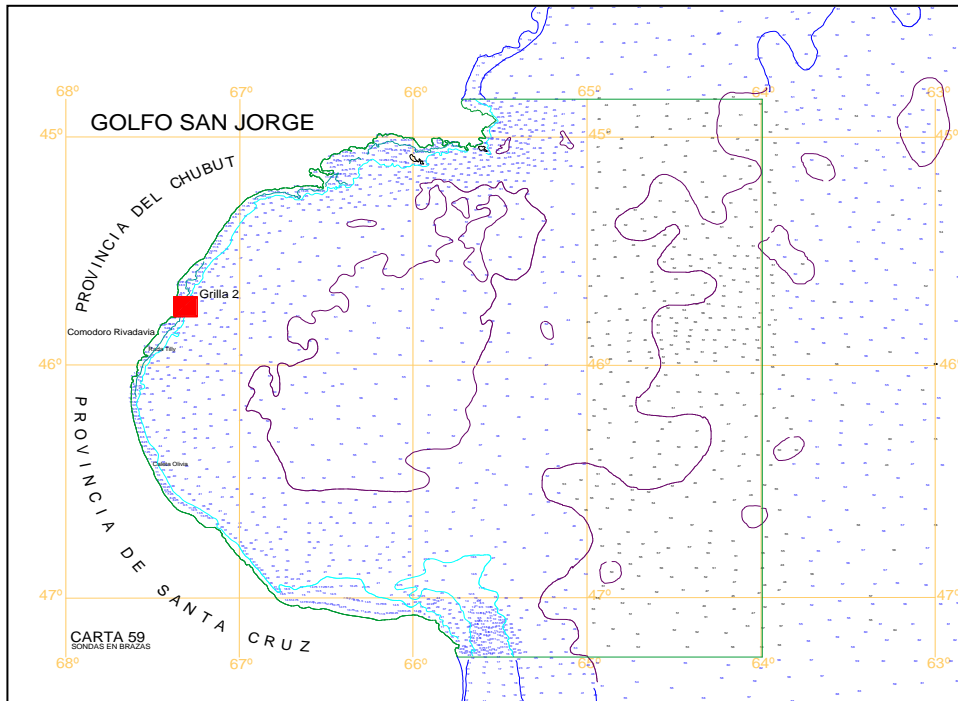


Figura 7.1. Grilla 1 para la modelación del oleaje

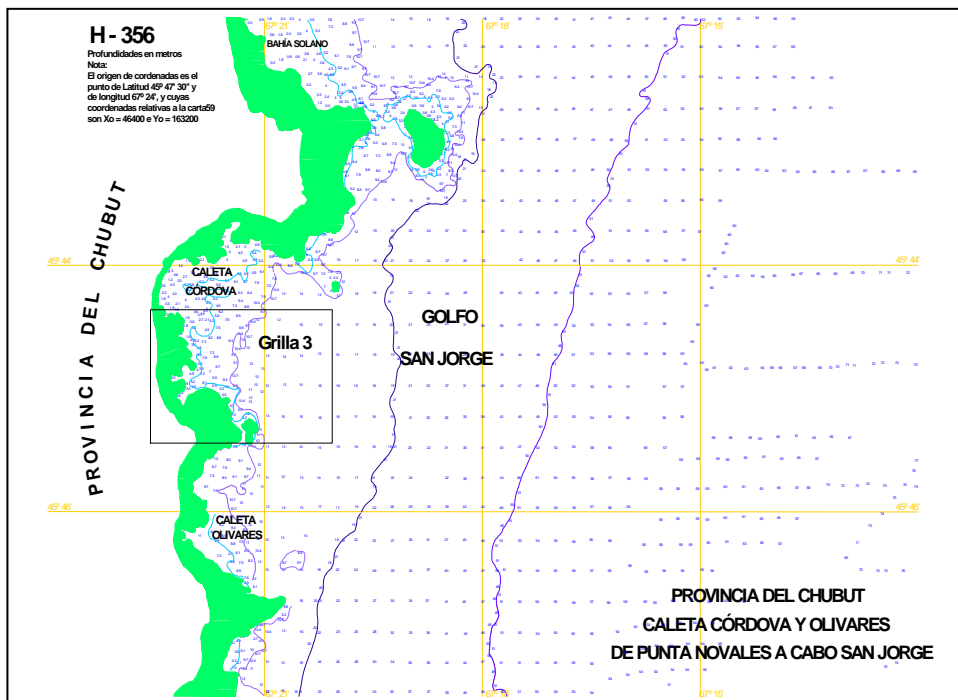


Figura 7.2. Grilla 2 para la modelación del oleaje

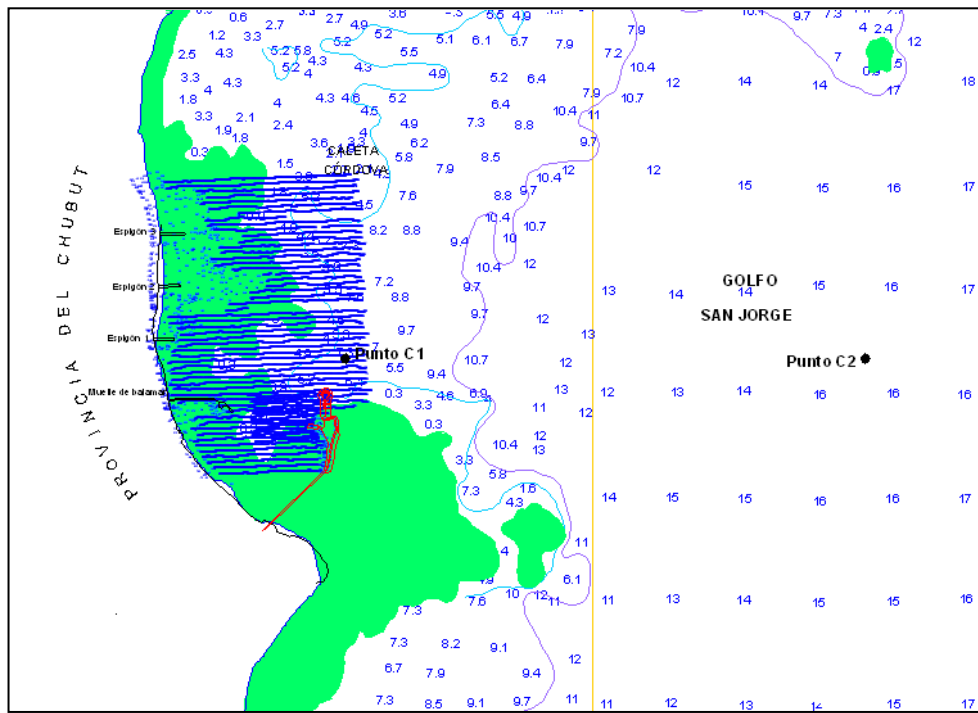


Figura 7.3. Grilla 3 para la modelación del oleaje

8 CACTERIZACION DEL CLIMA DE OLAS EN LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

Una vez estructuradas las grillas de cálculo necesarias para la aplicación del modelo y definidas las características del clima de olas correspondiente a la región del punto de pronóstico ubicado en aguas profundas, se procedió a la realización de las simulaciones numéricas orientadas al estudio de la propagación del oleaje y a la caracterización del clima de olas en las proximidades de la costa de Caleta Córdova.

La propagación de las olas generadas por vientos locales y el oleaje correspondiente a *swell* se realizó de manera independiente a partir de la definición de diferentes escenarios de cálculo.

En el caso de oleaje generado por viento, la propagación desde el punto de pronóstico en aguas profundas hasta el área costera incluyó el efecto del viento como mecanismo de generación. En el caso de *swell*, siendo ondas que se propagan fuera de su área de generación, no existe por definición la acción del viento.

8.1 Escenarios para las simulaciones de olas generadas por viento

Se consideró para cada dirección de interés, un rango de valores de Hs desde 0.5 m hasta >8.0 m, con intervalos de 0.5 m. Dada la relación que existe entre la intensidad del viento V, el período medio T_{0,1} y altura de las olas H_s (cuando se trata de olas generadas por viento, ver **Figura 6.6** y **6.7**), fue posible asignar a cada valor de Hs un valor para la intensidad del viento y un valor para el período medio del oleaje.

Para ello, y dada la dispersión observable en las Figuras indicadas se optó por analizar la correlación entre Hs y T_{0,1} y entre H_s y V, por rangos de Hs de manera independiente.

La asignación de valores de T_{0,1} y V para cada intervalo de Hs se basó en la hipótesis de cada conjunto de valores constituye una muestra aleatorio distribuida normalmente. Luego, para cada serie de datos correspondiente a un rango determinado de alturas de ola se calculó el valor X90, es decir, el valor que sólo es superado en un 10% de casos.

El período de pico T_p fue determinado a partir del período medio T_{0,1} a partir de la relación:

$$\frac{T_{0,1}}{T_p} = 0.804$$

válida para un espectro JONSWAP con coeficiente de apuntamiento 3,3.

La **Tabla 7.1** muestra el conjunto de escenarios considerados para las simulaciones del modelo.

Tabla 7.1. Escenarios para las simulaciones de olas generadas por vientos locales

Escenario	Hs (m)	Tp (s)	V (m/s)
1	<0.5	3.7	5.6
2	0.5-1.0	5	8
3	1.0-1.5	6.1	9.8
4	1.5-2.0	7.1	11.6
5	2.0-2.5	8.1	13.2
6	2.5-3.0	8.8	14.6
7	3.0-3.5	9.5	15.9
8	3.5-4.0	10.2	17.1
9	4.0-4.5	10.7	18
10	4.5-5.0	11.4	18.9
11	5.0-5.5	11.8	20.6
12	5.5-6.0	12.4	21.1
13	6.0-6.5	12.9	21.7
14	6.5-7.0	13.2	22.3
15	7.0-7.5	13.8	23.1
16	7.5-8.0	14.3	23.8
17	>8.0	14.7	24.5

Todas estas simulaciones se realizaron con un nivel del mar equivalente al nivel medio, es decir $NM = +3$ m. Se realizaron estas simulaciones para cada una de las 9 direcciones (del total de 16 en que se definió la rosa de olas y vientos) a saber: N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE y S.

8.2 Escenarios para la simulación de olas oceánicas

Las olas oceánicas son aquéllas que se propagan fuera del área de generación por vientos, por lo tanto su transformación en amplitud y dirección de propagación obedece a efectos de refracción, bajío y disipación por fricción del fondo y rotura. En los dos últimos procesos la altura de la ola es una de las variables que intervienen y es importante en áreas costeras de muy baja profundidad. En la transformación desde aguas profundas hasta zonas próximas a la costa son la refracción y el bajío los procesos dominantes, siendo éstos independientes de la altura de la ola, no así de su período. Bajo estas consideraciones, se analizó la transformación para olas de 12, 16 y 20 segundos de período, para las direcciones N, NE, E, SE y S, considerándose válidos los resultados para olas de amplitudes tales que no implican rotura.

8.3 Resultados

Se presentan resultados del clima de olas en dos posiciones costeras, indicadas en la **Figura 7.3**, la primera indicada como C_1 , ubicada a unos 50 m al E de la actual escollera, en la isobata $d = 5$ m, y otra (C_2) a 2300 m al E de la misma ($d = 16$ m).

8.3.1 Olas generadas por viento

Las **Figuras 8.1 y 8.2** muestra el coeficiente de transformación $K = H/H_0$ en las ubicaciones indicadas. H_0 es la altura de ola en aguas profundas, en la región donde se dispone de la información provista por la UKMO.

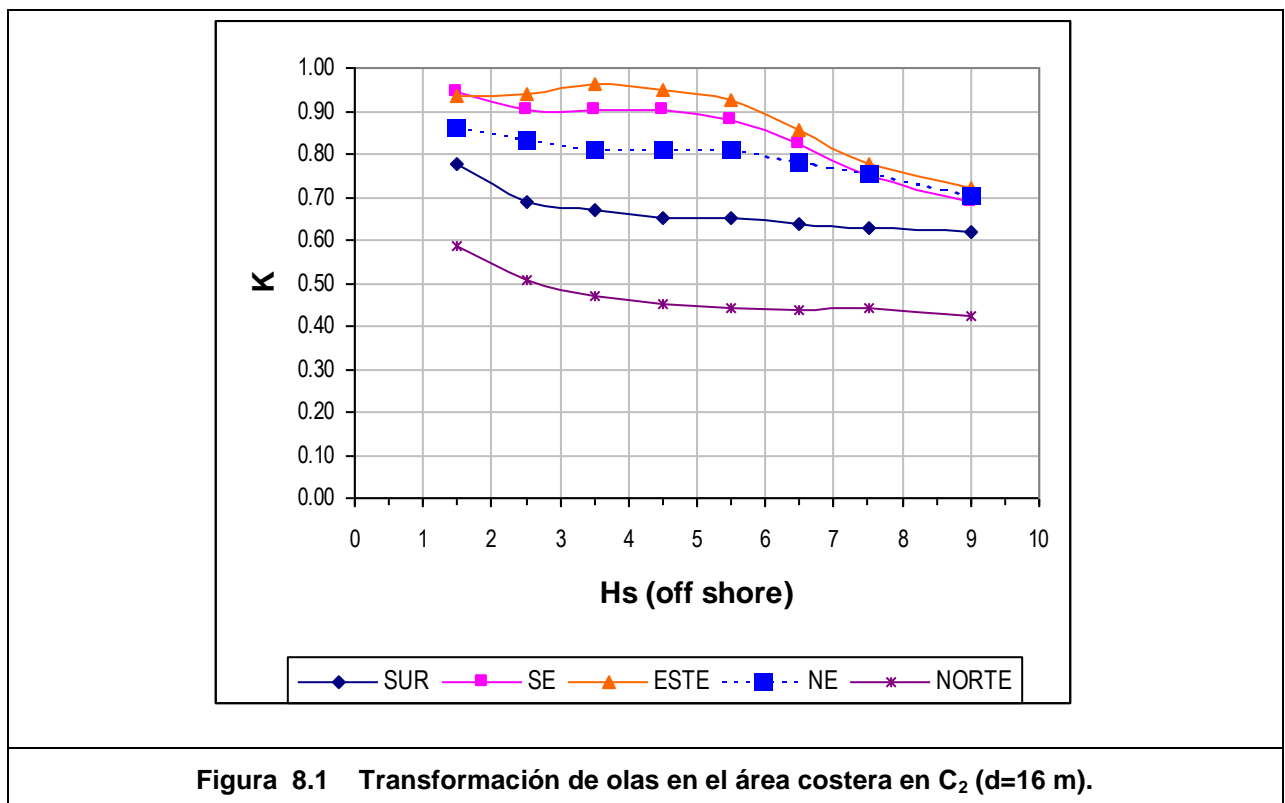


Figura 8.1 Transformación de olas en el área costera en C_2 ($d=16$ m).

En el área costera las amplitudes de ola son siempre menores que los correspondientes valores en la posición de pronóstico en aguas profundas.

Debe tenerse en cuenta que desde el punto de pronóstico off shore hasta las posiciones indicadas, hay una distancia de aproximadamente 240 Km, y que sobre esa distancia se ha considerado la acción de viento, cuya intensidad ha sido indicada en la **Tabla 8.1**, y el cual aporta energía y desarrolla el oleaje.

Puede notarse que las olas del Este son las que llegan a la costa con menores cambios en su amplitud, al contrario de lo que ocurre con las olas de dirección N y S, que se atenúan fuertemente por efectos de refracción.

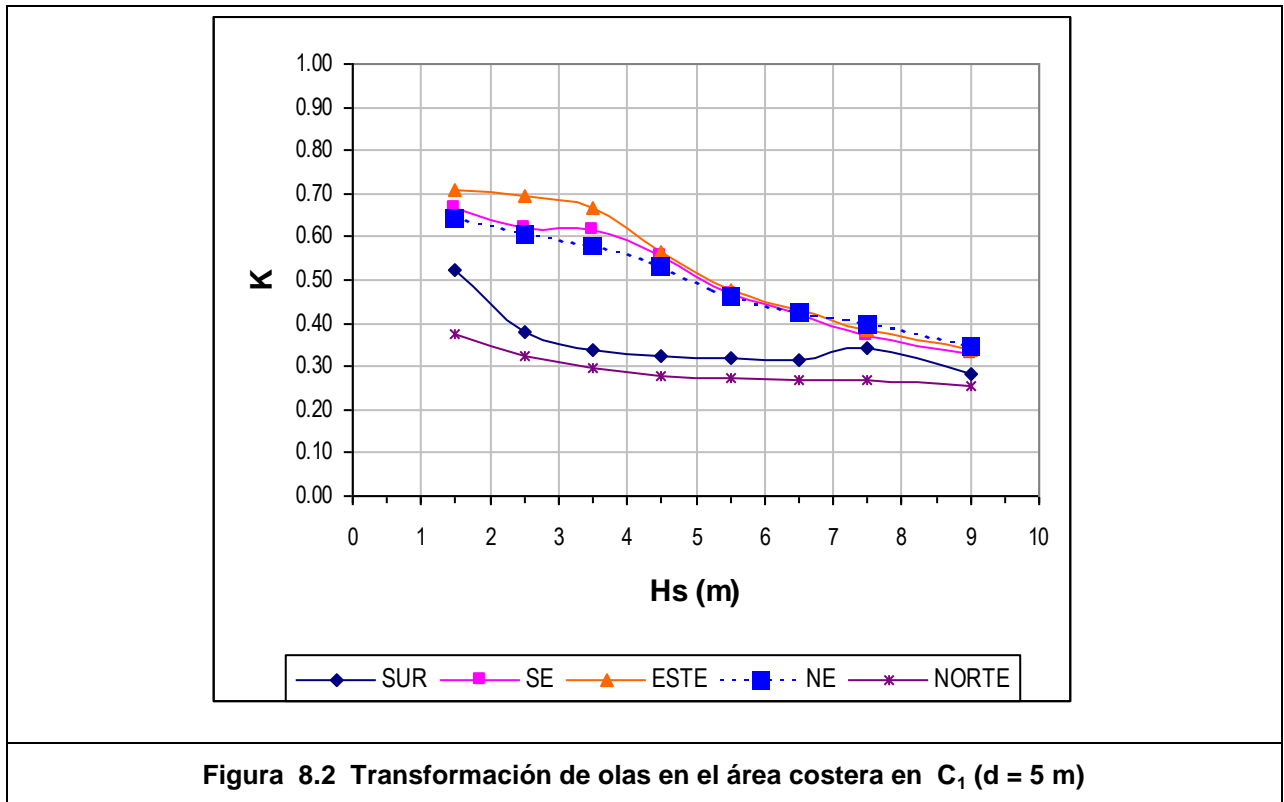


Figura 8.2 Transformación de olas en el área costera en C_1 ($d = 5$ m)

En la isobata de 5 m se observa una fuerte variación del coeficiente de transformación para las direcciones NE, E y SE en función de la altura de ola, en contraste con las mismas situaciones en la isobata de 16m. Esto se debe a que para olas de gran amplitud comienzan a prevalecer en el área costera los fenómenos de disipación por rotura, dadas las limitadas profundidades.

La **Figura 8.3** muestra la dirección de llegada de las olas generadas por viento al área costera (C_1 , $d = 5$ m). La dirección está expresada en grados, y se mide a partir de la dirección Este – Oeste en sentido antihorario, indicando la dirección *hacia donde se propagan las olas*. Los efectos de refracción son más intensos para olas de mayor altura, dado que a las mismas se asocian períodos más largos. Las olas que en aguas profundas proceden del Sur (dirección 90°) llegan al área costera con direcciones de 150° a 170° (es decir desde el SE y ESE). Las olas del N (en aguas profundas) llegan al área costera con dirección 205 a 210° (del ENE).

Las olas del E y NE llegan a la costa con dirección aproximada de 180° (es decir del E) independientemente de su altura y período asociado.

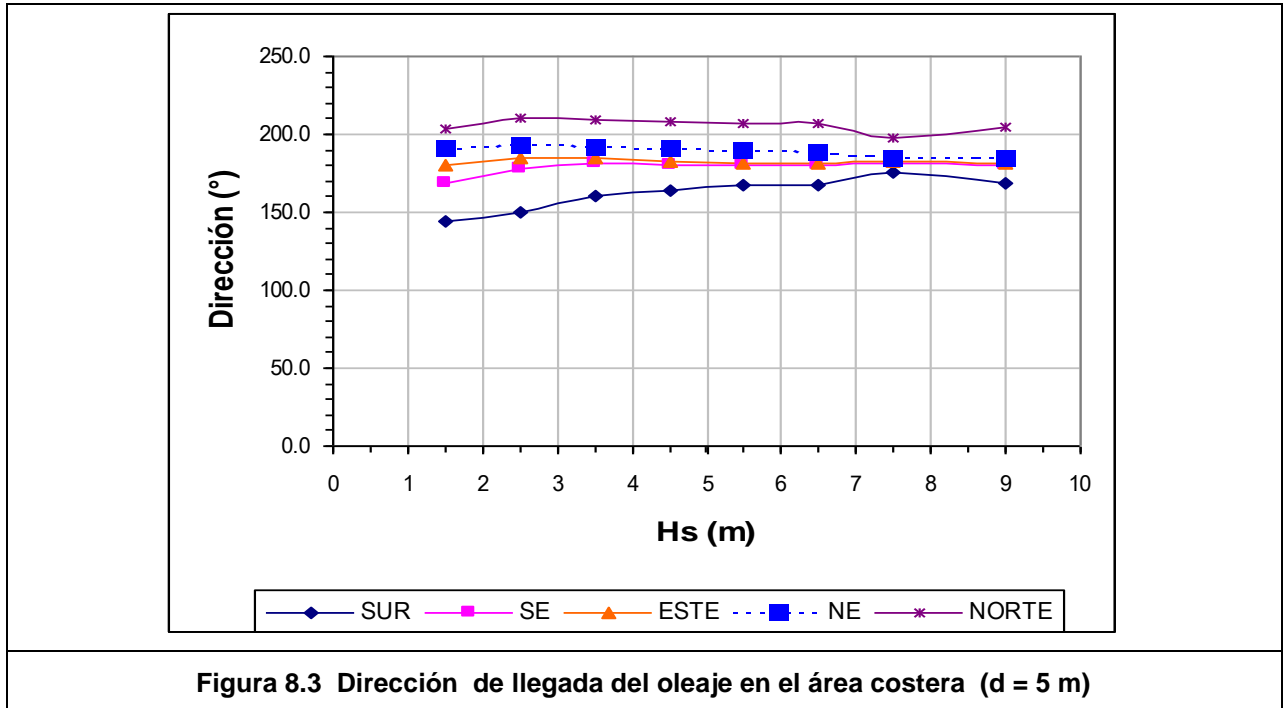


Figura 8.3 Dirección de llegada del oleaje en el área costera (d = 5 m)

En la **Figura 8.4** se muestra la frecuencia de excedencia de altura significativa (H_s) de ola en el área costera (C_1 , $d=5$ m) para el caso de olas generadas por viento. Como surge de las tablas del **Anexo I**, el 36,4% de las olas en aguas profundas proceden de los cuadrantes NE y SE por lo que pueden alcanzar la costa. Solamente el 0,02% de los valores determinados en el área costera superaron los 3 m en los 10 años de registro, y ningún valor superó los 3,30 m.

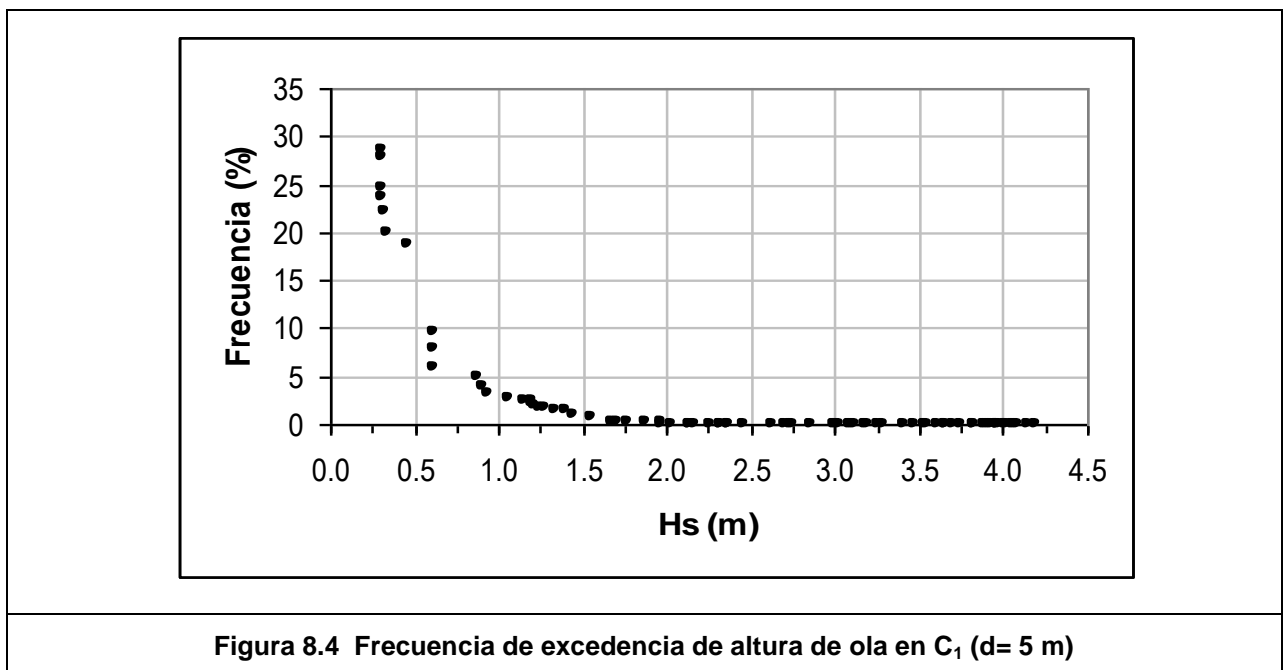


Figura 8.4 Frecuencia de excedencia de altura de ola en C_1 (d= 5 m)

8.3.2 Transformación de olas oceánicas

De manera equivalente a la descrita en el apartado 8.3.1 se analizó la transformación de las olas oceánicas entre el punto de pronóstico en aguas profundas (UKMO) y las dos posiciones costeras C_1 ($d = 5$ m) y C_2 ($d = 16$ m) indicadas en la **Figura 7.3**. En este caso, no existiendo una relación biunívoca entre la altura H_s y el período de estas olas, se presentan los resultados en función del período de las olas, que es la variable asociada a la refracción y el bajo, procesos dominantes en la transformación de olas en el área costera.

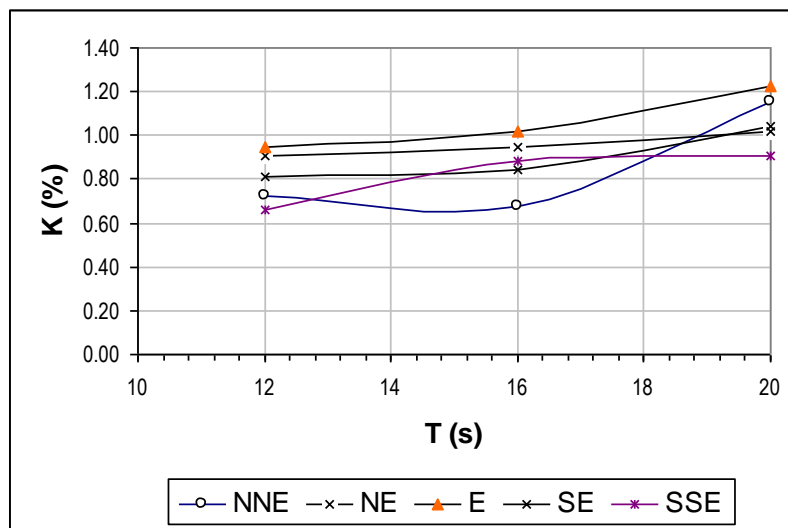


Figura 8.5. Coeficiente de transformación para olas oceánicas en C_2 ($d=16$ m)

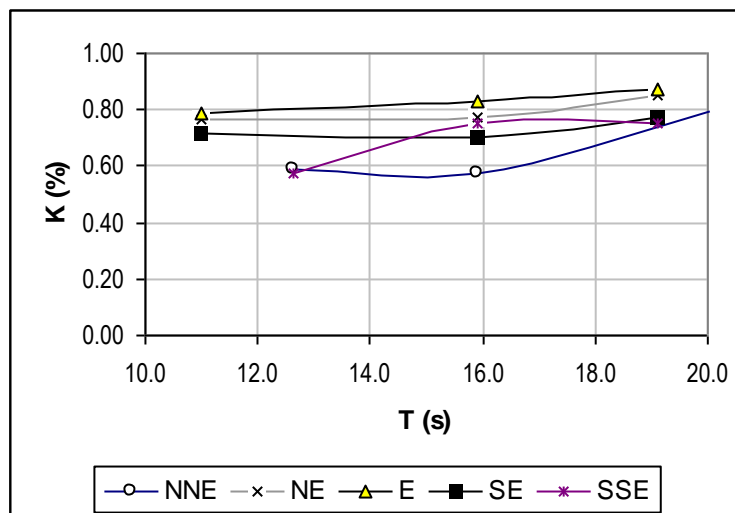


Figura 8.6. Coeficiente de transformación para olas oceánicas en C_1 ($d=5$ m)

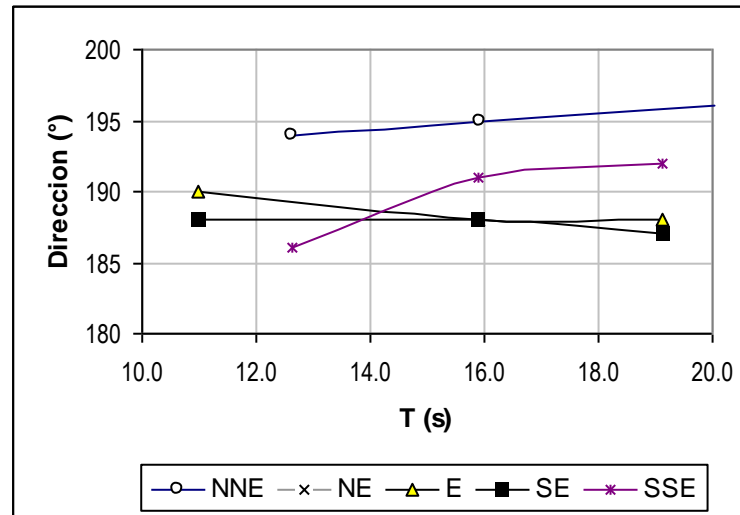


Figura 8.7. Dirección de propagación de las olas oceánicas en C1 (d=5m)

En la **Figura 8.5** se muestra el coeficiente de transformación $K = H/H_0$ en la posición C_2 indicada en la **Figura 7.3**. El periodo más frecuente (6 a 14 s) llega a esta posición con coeficientes de transformación del orden de 0,60 a 0,80 cuando se trata de las direcciones próximas al N o al S, siendo ésta última la más frecuente. Las olas oceánicas del E sufren menos efectos de refracción y llegan a la posición C_2 con coeficientes de transformación próximos a 1, superándose este valor para los períodos extremos en el entorno de los 20 s. Las olas oceánicas de 20 segundos de período se asocian a alturas de 1 a 2 m.

En la **Figura 8.6** se presentan resultados equivalentes en la posición en C_1 próxima a las obras portuarias. Cuando se trata del rango de los períodos medios más frecuentes (6 a 12 segundos, que incluye además a las olas más altas, con valores registrados de H_s de hasta 5m), los coeficientes de transformación son del orden de 0,58 a 0.65 para olas oceánicas del S y N.

El coeficiente adquiere valores del orden de 0,80 para olas oceánicas de dirección E. Debe tenerse en cuenta que las olas de mayor altura de este sector registradas en el período 1995-2005 es de 3 m.

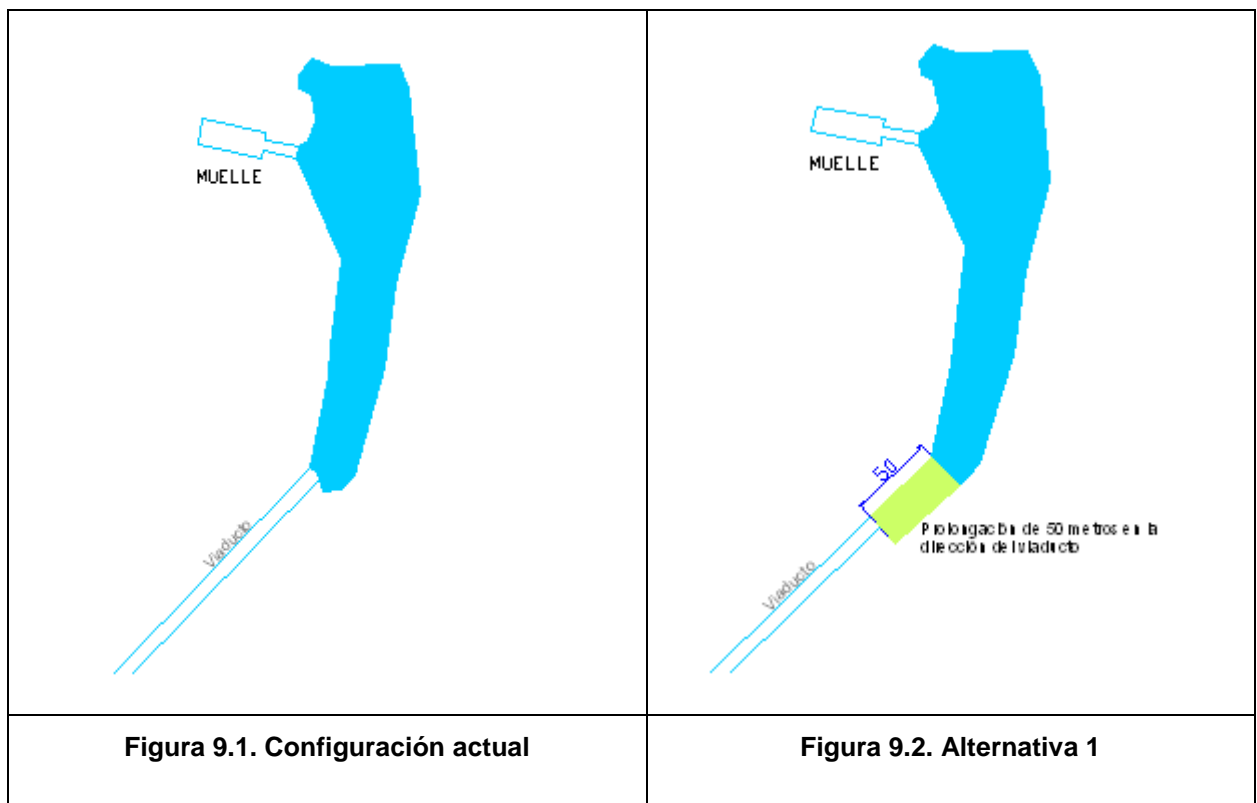
La **Figura 8.7.** muestra la dirección de propagación de olas oceánicas en la posición C_1 . Todas las olas oceánicas, incluyendo las del cuadrante SE, llegan a C_1 con dirección del cuadrante NE, siendo mayor el cambio de dirección para las olas del N y del S especialmente para los mayores períodos.

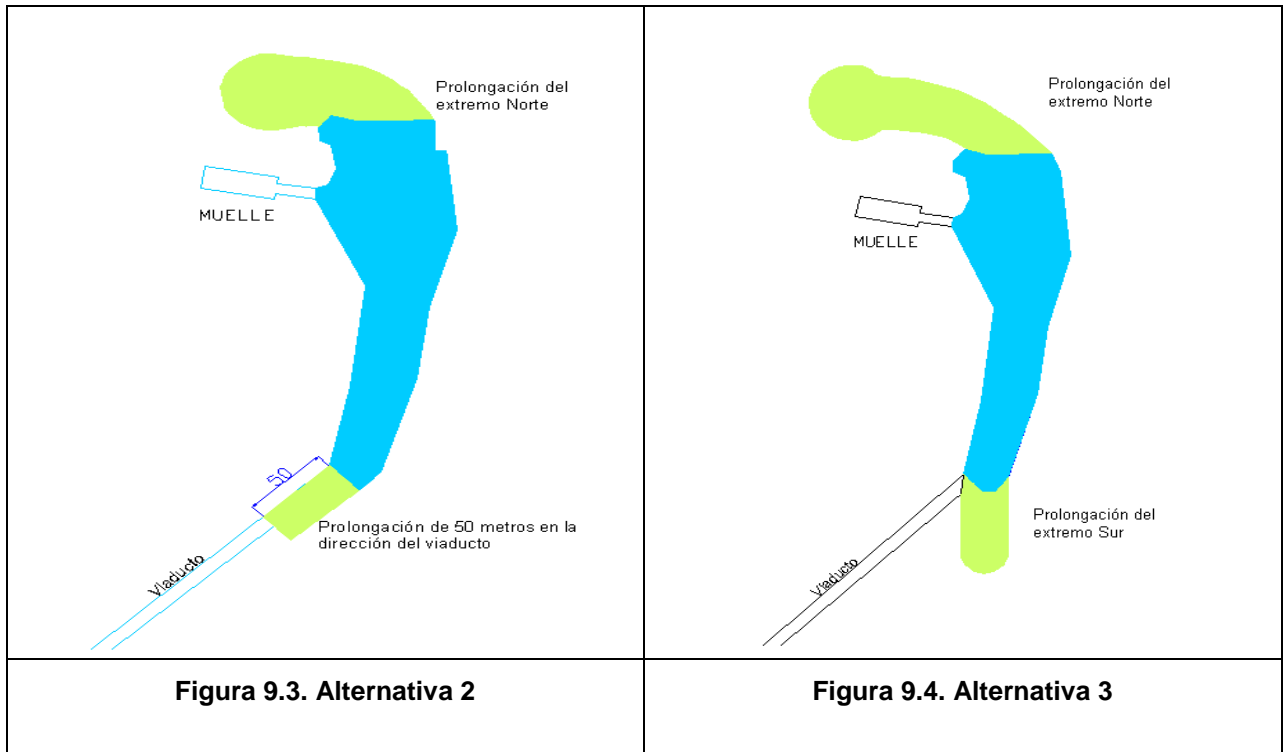
9 EVALUACION DE ALTERNATIVAS PARA EL PROYECTO

Uno de los propósitos principales de este estudio consistió en la evaluación de distintas alternativas para la ampliación de las obras de abrigo del puerto de Caleta Córdova.

En este capítulo se presenta un análisis de la eficiencia de tres configuraciones diferentes, evaluando la capacidad de atenuación del oleaje en la zona de fondeadero frente a la presencia de olas provenientes de distintas direcciones. Se ha incluido en este análisis la configuración actual de las obras (**Figura 9.1**), a los efectos de brindar una base de comparación para las alternativas estudiadas. Las tres alternativas propuestas para el proyecto son descriptas a continuación y presentadas esquemáticamente en las **Figuras 9.2 a 9.4**.

- **Alternativa 1:** prolongación en 50 m hacia el S de la escollera siguiendo la traza actual del viaducto de acceso al puerto.
- **Alternativa 2:** prolongación de 50 m sobre el viaducto (igual que en Alternativa 1) y prolongación de 50 m desde el extremo Norte de la escollera actual, curvándose hacia el Oeste, protegiendo al muelle de la acción de las olas provenientes de las direcciones Noreste y Este-Noreste.
- **Alternativa 3:** prolongación de 57 m desde el extremo Sur siguiendo la dirección del eje de la escollera actual y prolongación de 75 m desde el extremo Norte con curvatura hacia el Oeste.





Para evaluar la eficiencia de estas tres configuraciones desde el punto de vista de la atenuación del oleaje se seleccionaron cuatro escenarios de clima de olas utilizados para la aplicación del modelo SWAN. Cada una de las alternativas del proyecto, junto con la configuración actual del puerto, fue motivo de cuatro simulaciones numéricas en las que se representaron las condiciones meteorológicas e hidrodinámicas que figuran en la **Tabla 9.1**.

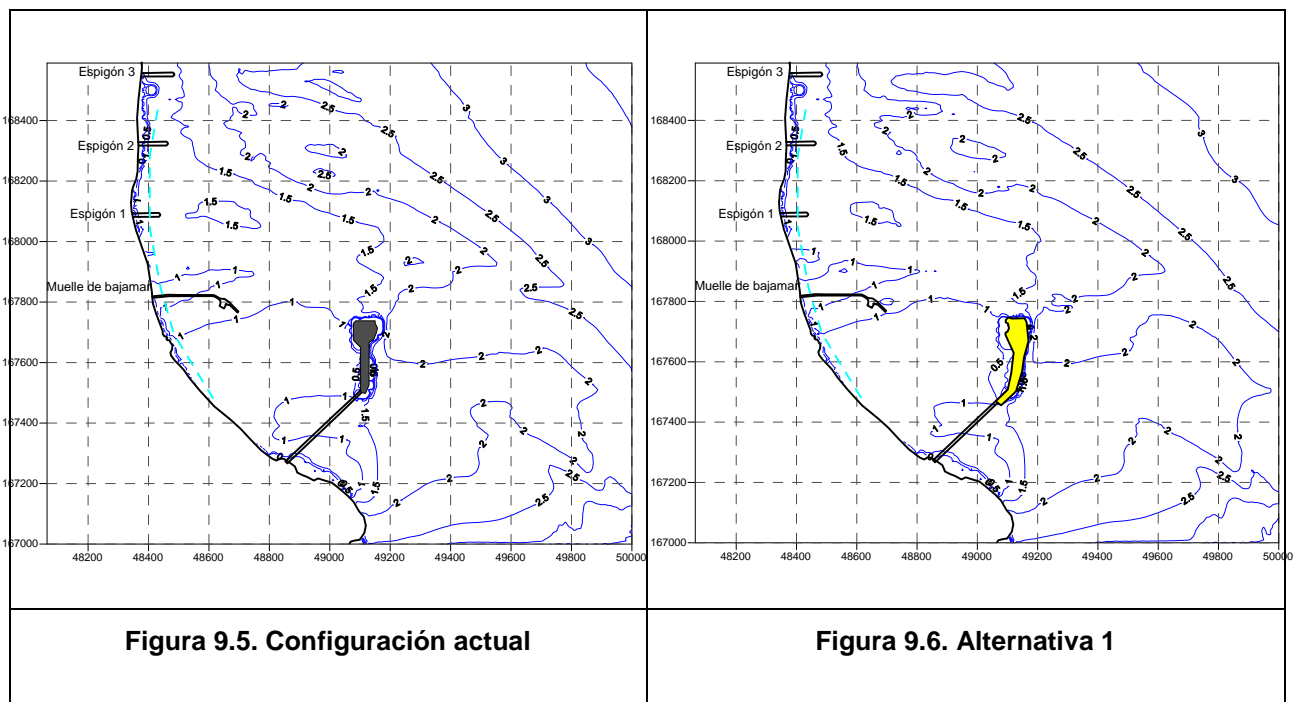
Tabla 9.1. Escenarios utilizados en las simulaciones

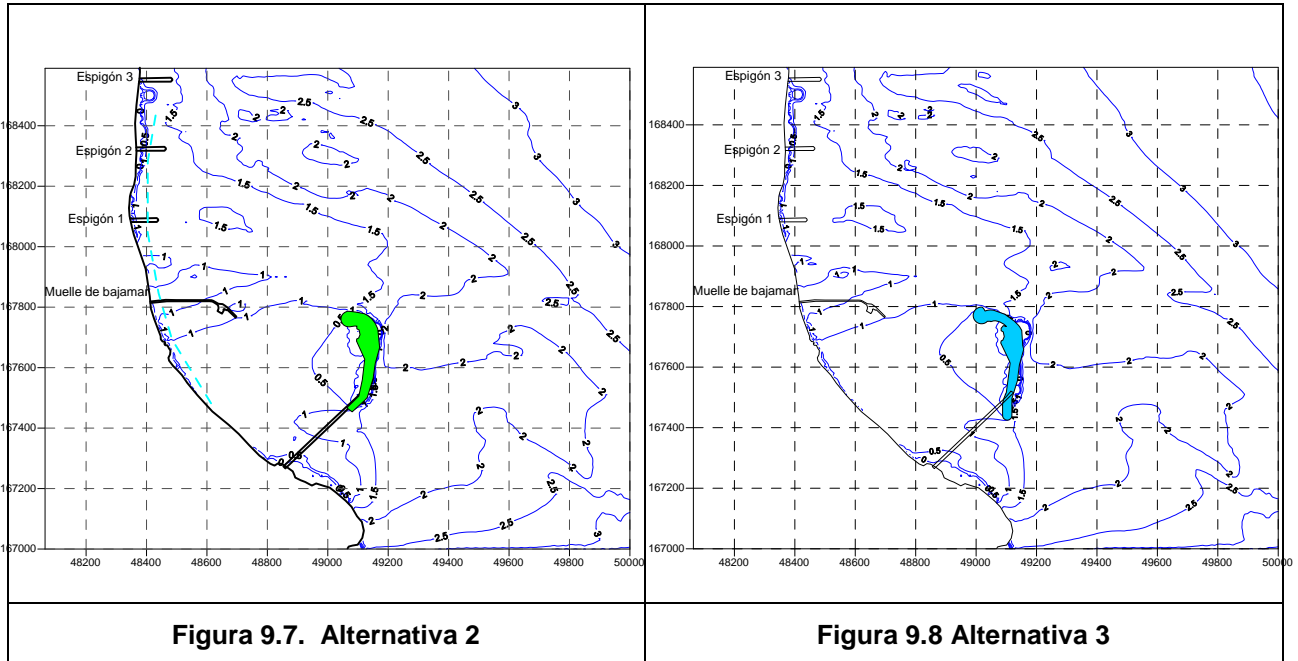
Escenario	Dirección	N (m)	Hs (m)	Tp (s)	W (m/s)
1	SE	6.26	4.0	7.5	16.9
2	S	6.26	5.0	9.0	19.5
3	E	7.06	4.0	7.5	16.9
4	NE	7.06	4.0	7.5	16.9

Estos escenarios no corresponden estrictamente a situaciones de oleajes extremos ni tienen un significado estadístico específico, sino que fueron seleccionados siguiendo el criterio de permitir evaluar comparativamente el funcionamiento de las obras de abrigo bajo la acción de oleajes de alturas considerables, con distintas direcciones de procedencia y con distintos niveles de marea. El objetivo principal de este análisis fue realizar una comparación directa entre las

respuestas de las cuatro configuraciones portuarias presentadas (la configuración actual y las tres alternativas propuestas) observando cómo se modifica en cada caso el “área protegida del oleaje” destinada a las operaciones portuarias.

Las **Figuras 9.5 a 9.8** presentan el resultado de cuatro simulaciones realizadas considerando idénticas condiciones meteorológicas e hidrodinámicas (**Escenario 2** de la **Tabla 9.1**), correspondientes a cada una de las configuraciones portuarias analizadas. Estas figuras muestran la configuración del campo de líneas de isoamplitud en el entorno del puerto, permitiendo interpretar la influencia que tiene la configuración de la escollera en la atenuación del oleaje en la zona destinada al fondeo de las embarcaciones.





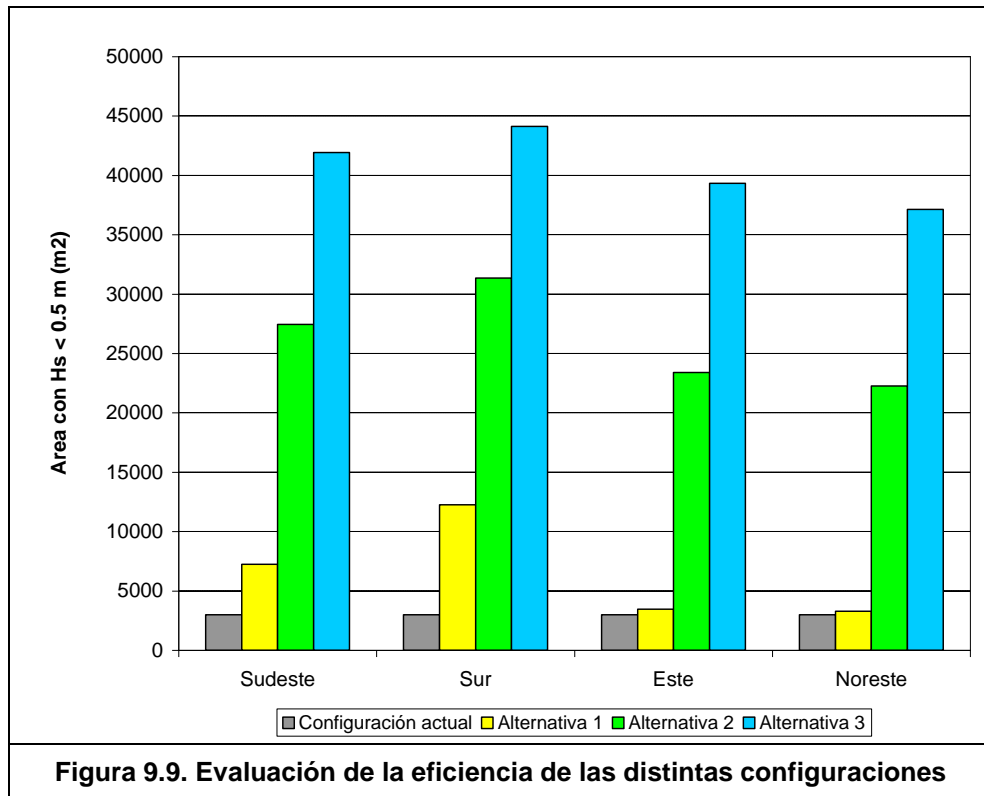
Con el propósito de establecer un método que permitiera evaluar cuantitativamente la capacidad de atenuación del oleaje para las cuatro configuraciones presentadas se midió en cada una de las simulaciones el área de la zona de fondeadero para la cual la altura de ola resulta inferior a 0.5 m. De esta manera se obtuvieron los valores presentados en la **Figura 9.9**, lo cual posibilita la comparación directa entre del funcionamiento de las cuatro estructuras frente a la ocurrencia de los escenarios seleccionados.

El análisis de la **Figura 9.9** muestra, en primera instancia, un incremento muy significativo en el valor del área protegida con la prolongación de la escollera para cualquiera de las tres alternativas de proyecto propuestas.

En particular, la comparación entre valores correspondientes a la configuración actual y a la Alternativa 1 indica que la prolongación de la escollera en la dirección del viaducto existente resulta eficaz para la atenuación del oleaje proveniente del Sur y del Sudeste (principalmente del primero), pero tiene poca incidencia sobre las olas que inciden desde el Este y desde el Noreste.

La inclusión de una segunda prolongación partiendo desde el extremo norte de la escollera actual produce un beneficio muy notorio, tal como se aprecia en los valores de área protegida correspondientes a las Alternativas 2 y 3, los cuales se ven fuertemente incrementados respecto de los que corresponden a la configuración actual y a la Alternativa 1 para los cuatro escenarios analizados.

Finalmente, comparando los resultados obtenidos para las Alternativas 2 y 3 se observa que en la última de estas configuraciones se han logrado valores de área protegida muy superiores a los de la primera para los cuatro escenarios, y por lo tanto, desde el punto de vista de la eficacia en la reducción de la altura de ola se presenta como la alternativa de proyecto más conveniente para la prolongación de la escollera.



En virtud de ello, en el **Capítulo 10** se analizó en mayor profundidad la Alternativa 3, realizándose simulaciones numéricas para un conjunto de escenarios hidrodinámicos que caracterizan estadísticamente a la región y que representan situaciones probables de ocurrir en 50 años.

10 ANALISIS HIDRÁULICO DE DETALLE

Luego de evaluar las distintas configuraciones propuestas para la ampliación de las obras de abrigo, y de observar las ventajas presentadas por la Alternativa 3 frente a las restantes, se aplicó la metodología pertinente tanto para la evaluación de las condiciones de agitación más desfavorables en el área de fondeadero y muelle como para la determinación de la altura máxima de la ola incidente sobre la obra de abrigo, con el propósito de brindar la información necesaria para la selección de una ola de diseño para el dimensionado de las obras.

Dicha tarea se desarrolló mediante la aplicación de SWAN, modelando en este caso la propagación de olas desde el punto de pronóstico hacia la costa, simulando condiciones de borde correspondientes a los escenarios resultantes del análisis de valores extremos definidos en los apartados 6.5 y 6.6.

10.1 Escenarios de cálculo

Los escenarios elegidos para este análisis abarcan la totalidad de las direcciones de procedencia relevantes para el estudio y corresponden a situaciones con alturas significativas de ola asociadas a períodos de recurrencia de 50 años en combinación con el nivel máximo del mar $N = 7.06$ m, definido en el apartado 5.3. Las **Tablas 10.1 y 10.2** presentan un resumen de la información sobre los escenarios utilizados para estas simulaciones en las cuales se consideraron, separadamente, la ocurrencia de eventos correspondientes a olas generadas por vientos locales y oleajes oceánicas.

Tabla 10.1. Escenarios para oleaje generado por vientos locales asociados a $Tr=50$

Tr=50 años	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
N (m)	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06
Hs (m)	5.4	4.6	5.5	5.6	3.7	4.7	8.1
Tp (s)	11.8	11.4	11.8	12.4	10.2	11.4	14.7
W (m/s)	20.6	18.9	20.6	21.1	17.1	18.9	24.5

Tabla 10.2. Escenarios para oleaje oceánico asociados a $Tr=50$

Tr=50 años	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
N (m)	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06
Hs (m)	3.8	3.8	4.1	3.1	3.3	3.4	4.5
Tp (s)	14.1	15.2	16.4	18.3	13.3	14.4	18.2

10.2 Resultados

Para evaluar los resultados de las simulaciones realizadas se seleccionó un conjunto de puntos de control ubicados, como muestra la **Figura 10.1**, en las proximidades de la escollera y en la zona de fondeadero de las embarcaciones. Los puntos 1 a 14, ubicados en el entorno de la

escollera a una distancia aproximada de media longitud de onda (40 m), sirvieron para identificar los valores máximos de Hs para los distintos escenarios, pudiéndose observar cambios en la posición de éstos valores máximos en función de la dirección de procedencia del oleaje. Los puntos 15 a 18, ubicados en la zona protegida por las obras de abrigo, permitieron obtener información sobre las condiciones de agitación en la zona de fondeadero y en el muelle para la ocurrencia de los distintos escenarios.

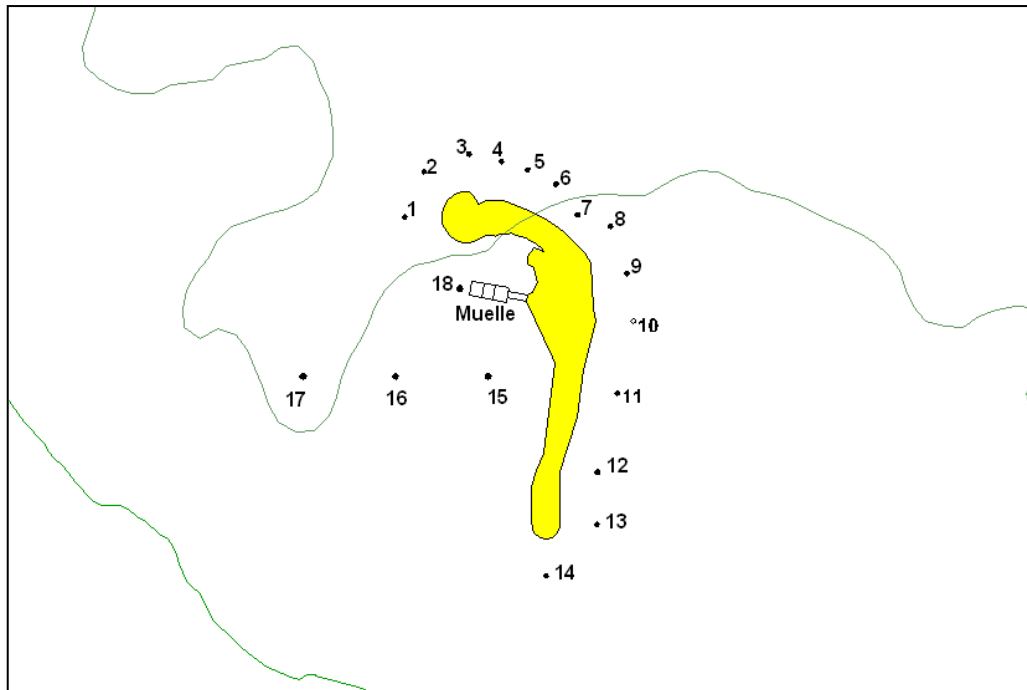


Figura 10.1. Ubicación de puntos de control para la obtención de resultados

Las **Tablas 10.3 y 10.4** presentan el resultado de las 14 simulaciones realizadas mostrando el valor de Hs obtenido en cada punto para cada uno de los escenarios analizados. En dichas tablas se incorporó una fila adicional donde se destaca el valor máximo observado en cada columna, lo cual representa el máximo Hs observado en cada punto de control para el conjunto de escenarios.

Tabla 10.3. Resultado para las olas generadas por vientos locales

Dir	ALTURA DE OLA EN LA POSICION																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
NNE	1.48	2.37	2.44	2.22	2.23	3.05	3.19	3.00	3.14	2.82	2.51	2.28	2.23	2.08	0.07	0.29	0.69	0.09
NE	1.54	2.56	2.63	2.38	2.42	3.29	3.40	3.22	3.23	2.86	2.52	2.30	2.25	2.08	0.01	0.34	0.73	0.11
ENE	1.70	2.93	3.01	2.68	2.75	3.71	3.75	3.53	3.43	2.99	2.60	2.32	2.22	2.06	0.15	0.42	0.81	0.14
E	1.71	3.00	3.05	2.70	2.81	3.68	3.51	3.38	3.36	2.96	2.54	2.27	2.21	2.00	0.08	0.28	0.77	0.04
ESE	1.35	2.38	2.49	2.30	2.45	3.25	3.11	3.27	3.13	2.79	2.49	2.30	2.18	2.07	0.23	0.40	0.68	0.21
SE	1.35	2.44	2.51	2.33	2.52	3.32	3.06	3.25	3.15	2.78	2.46	2.31	2.18	2.03	0.21	0.40	0.68	0.21
SSE	1.44	2.69	2.71	2.49	2.67	3.26	2.98	3.16	3.18	2.83	2.46	2.26	2.07	2.06	0.13	0.22	0.61	0.12
Máx=	1.71	3.00	3.05	2.70	2.81	3.71	3.75	3.53	3.43	2.99	2.60	2.32	2.25	2.08	0.23	0.42	0.81	0.21
	TRAMO NUEVO NORTE						EXISTENTE			NUEVO SUR			FONDEADERO		MUELLE			

Tabla 10.4. Resultado para las olas oceánicas

Dir	Altura de ola en la Posición																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
NNE	0.33	0.46	0.49	0.49	0.49	0.48	0.52	0.62	0.64	0.79	0.93	0.96	0.93	0.86	0.06	0.19	0.28	0.05				
NE	0.95	1.30	1.41	1.41	1.40	1.40	1.55	1.85	1.90	2.25	2.56	2.60	2.56	2.44	0.16	0.58	0.83	0.15				
ENE	1.66	2.24	2.41	2.42	2.42	2.44	2.74	3.26	3.13	3.50	3.67	3.63	3.58	3.33	0.22	0.84	1.23	0.23				
E	1.66	2.24	2.41	2.45	2.46	2.50	2.79	3.31	3.22	3.45	3.58	3.58	3.58	3.39	0.37	0.95	1.31	0.30				
ESE	1.39	2.00	2.20	2.20	2.20	2.22	2.47	2.93	2.89	3.09	3.17	3.20	3.24	3.14	0.36	0.83	1.16	0.29				
SE	0.92	1.34	1.50	1.51	1.52	1.54	1.74	2.09	2.07	2.21	2.29	2.44	2.50	2.54	0.21	0.90	0.96	0.20				
SSE	0.72	1.00	1.11	1.13	1.14	1.16	1.29	1.54	1.51	1.59	1.70	1.74	1.81	1.78	0.23	0.49	0.66	0.17				
Máx=	1.66	2.24	2.41	2.45	2.46	2.50	2.79	3.31	3.22	3.50	3.67	3.63	3.58	3.39	0.37	0.95	1.31	0.30				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">TRAMO NUEVO NORTE</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">EXISTENTE</td> <td style="width: 17%; text-align: center;">NUEVO SUR</td> <td style="width: 17%; text-align: center;">FONDEADERO</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">MUELLE</td> </tr> </table>																		TRAMO NUEVO NORTE	EXISTENTE	NUEVO SUR	FONDEADERO	MUELLE
TRAMO NUEVO NORTE	EXISTENTE	NUEVO SUR	FONDEADERO	MUELLE																		

El análisis de los resultados muestra el valor de $H_s=3.75$ m como máximo absoluto para el conjunto de escenarios simulados. Este valor corresponde al **punto 7**, con un oleaje generado por vientos locales soplando en la dirección ENE. Para el caso de las olas oceánicas, el máximo absoluto se observa en el **punto 11** y presenta un valor de $H_s=3.67$ m, correspondiendo también a la dirección ENE.

Analizando los valores según la zona de ubicación se puede observar que el **Tramo norte** de la prolongación proyectada quedará expuesto a las olas de mayor altura significativa para el caso de oleajes generados por vientos locales provenientes de las direcciones ENE y E. Esto constituye un importante llamado de atención si se tiene en cuenta que en esa zona (puntos 6, 7 y 8) se encuentra el empalme de la escollera existente con la prolongación prevista, más aún, teniendo en cuenta el cambio de dirección en el eje de la obra proyectada.

Con respecto al **Tramo sur**, los resultados señalan que éste se encontrará expuesto a mayores alturas de olas oceánicas, destacándose en este caso las direcciones ENE, E y ESE.

La zona central de la escollera (Existente) presenta valores de H_s superiores a los 3 m para los dos tipos de oleaje, destacándose los valores sobre el **punto 8** para las olas generadas por vientos locales y los valores correspondientes al **punto 11** para olas oceánicas.

Para la zona de fondeadero se manifiesta una importante reducción del oleaje en todos los casos y puede observarse que de las de alturas de ola presentadas en las **Tablas 10.3 y 10.4** correspondientes a los **puntos 15 a 18** el valor de $H_s=1$ m solamente es superado en el **punto 17** para las situaciones de olas oceánicas provenientes de las direcciones ENE, E y ESE. Finalmente, se señala que los valores correspondientes al muelle alcanzan un máximo de $H_s=0.3$ m con un oleaje oceánico proveniente del Este.

10.3 Sensibilidad de los resultados frente al aumento del nivel del mar

La definición del nivel máximo del mar para la zona del proyecto (N=7.06 m) se concretó en el apartado 5.3, considerando un nivel máximo de la marea astronómica correspondiente a Comodoro Rivadavia de 6.26 m (Tabla 2005 de SHN) y un incremento del nivel del mar producido por efectos meteorológicos de 0.80 m.

Como se comentó en 5.3.3, en la actualidad existen numerosos estudios referidos al Calentamiento Global y sus consecuencias directas sobre los ambientes marinos, donde se destaca, particularmente, el posible incremento del nivel del mar producido por la fusión de grandes masas de hielo polar y por la variación de la densidad del agua debido al incremento de la temperatura.

En términos generales se admite en la actualidad una tasa de crecimiento de entre 2 y 10 mm por año. Si esa tasa se mantiene, esto significa un incremento de 0.10 a 0.50 m al término de 50 años. Un promedio entre estos extremos es de 0,30 m para el años 2050.

Con el propósito de evaluar la sensibilidad de los resultados presentados en las **Tablas 10.3 y 10.4** frente al posible incremento del nivel del mar se realizaron una serie de ensayos numéricos consistentes en la simulación de condiciones de oleaje extremo con un nivel de mar de N=7.36 m (7.06 m + 0.30 m). Los escenarios elegidos para esta prueba coinciden con los que mostraron los valores más elevados de Hs en los ensayos anteriores y son presentados en la **Tabla 10.5**.

Tabla 10.5. Escenarios simulados

Tr=50 años	Olas de viento		Olas oceánicas	
	ENE	E	ENE	E
N (m)	7.36	7.36	7.36	7.36
Hs (m)	5.5	5.6	4.1	3.1
Tp (s)	11.8	12.4	16.4	18.3
W (m/s)	20.6	21.1	----	----

El resultado de la simulación de estos cuatro escenarios se expresa a partir de los valores de Hs observados en los mismos puntos de control que se utilizaron anteriormente, los cuales son presentados en las **Tablas 10.6 y 10.7**.

Tabla 10.6. Resultado para las olas generadas por vientos locales (N=7,30m)

Dir	ALTURA DE OLA EN LA POSICION																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
NNE																		
NE																		
ENE	1.75	3.02	3.11	2.80	2.89	3.87	3.89	3.70	3.60	3.16	2.76	2.47	2.36	2.21	0.17	0.45	0.85	0.15
E	1.76	3.10	3.15	2.82	2.96	3.85	3.69	3.58	3.53	3.12	2.69	2.41	2.35	2.12	0.08	0.28	0.78	0.04
ESE																		
SE																		
SSE																		
Máx=	1.76	3.10	3.15	2.82	2.96	3.87	3.89	3.70	3.60	3.16	2.76	2.47	2.36	2.21	0.17	0.45	0.85	0.15
	TRAMO NUEVO NORTE							EXISTENTE					NUEVO SUR			FONDEADERO		MUELLE

Tabla 10.7. Resultado para las olas oceánicas (N= 7,30 m)

Dir	ALTURA DE OLA EN LA POSICION																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
NNE																		
NE																		
ENE	1.66	2.25	2.43	2.44	2.44	2.46	2.77	3.31	3.18	3.58	3.77	3.73	3.67	3.44	0.23	0.86	1.25	0.23
E	1.68	2.27	2.44	2.48	2.50	2.53	2.83	3.36	3.27	3.51	3.66	3.65	3.67	3.49	0.39	0.97	1.34	0.31
ESE																		
SE																		
SSE																		
Max=	1.68	2.27	2.44	2.48	2.50	2.53	2.83	3.36	3.27	3.58	3.77	3.73	3.67	3.49	0.39	0.97	1.34	0.31
	TRAMO NUEVO NORTE							EXISTENTE					NUEVO SUR			FONDEADERO		MUELLE

La comparación de estos resultados con los presentados en las **Tablas 10.3 y 10.4** (correspondientes a N=7.06 m) muestran, en general, un leve aumento en el valor de Hs para todos los puntos de control.

En el caso de las generada por vientos locales, el valor máximo observado para Hs pasó de 3.75 m a 3.89 m, ambos correspondientes al **punto 7**. Para las olas oceánicas el Hs máximo se incrementó de 3.67 a 3.77 m, correspondiendo en ambos casos al **punto 11**. Estos resultados señalan un impacto relativamente bajo (menor que 5%) del posible incremento del nivel del mar sobre la altura de las olas incidentes sobre la escollera.

Resulta prudente mencionar que los efectos del Calentamiento Global podrían en un futuro ser mucho más amplios que los considerados en este simple análisis, y afectar no sólo al nivel del mar, sino también, producir modificaciones sustanciales en el clima de la región, afectando los sistemas de presión o los regímenes de vientos, y en consecuencia, el clima de olas. En la actualidad, la estimación de estos efectos presenta un importante grado de incerteza, pero constituye un factor importante a tener en cuenta en el diseño de obras proyectadas para un funcionamiento adecuado durante una vida útil prolongada.

11 CONCLUSIONES

1. En este estudio se desarrolló una evaluación de distintas configuraciones propuestas para la ampliación de las estructuras de abrigo del puerto de Caleta Córdova.
2. La evaluación realizada permitió seleccionar una alternativa de proyecto que ofrece claras ventajas frente a las otras variantes estudiadas desde el punto de vista de su eficiencia en la protección al oleaje del muelle y área de fondeadero.
3. La alternativa de proyecto seleccionada se estudió en detalle y mostró una amplia zona de aguas relativamente calmas en el área de muelle y fondeadero, donde la altura de ola no superará los 0.50 m (altura significativa). Esta área es sustancialmente mayor que la que ofrece la actual obra de abrigo.
4. Contando con una serie de datos off shore de 10 años de extensión (1995-2005), correspondientes a registros de la UKMO, se desarrolló un análisis estadístico de la información que permitió establecer las características del clima de olas en esa región. Luego, mediante la aplicación de SWAN, se estudió la propagación del oleaje hacia la costa con el propósito de caracterizar el clima de olas en la zona de emplazamiento del proyecto.
5. Se estableció que las olas de mayor altura que pueden llegar a la obra de abrigo no superan los 4 m (altura significativa) para un período de retorno de 50 años.
6. Los vientos más frecuentes e intensos provienen de tierra, principalmente de las direcciones O y SO. Las olas generadas por viento capaces de llegar al sitio de emplazamiento de las obras portuarias proceden de los cuadrantes NE y SE (36,4% del registro total de olas de viento) y llegan a la costa abarcando un abanico de direcciones comprendido, aproximadamente, entre ENE y SE.
7. Las olas oceánicas más frecuentes son del S. En aguas profundas las olas oceánicas más altas ($H_s \cong 4,50$ m) se asocian a períodos medios de 8 a 14 segundos. Debido a los fuertes efectos de refracción llegan a la zona costera con dirección ENE a E, y con atenuaciones en su amplitud del orden de 60%.
8. El cambio climático inducido por el calentamiento global podría en el mediano plazo inducir modificaciones tanto en el nivel medio del mar como en los sistemas de circulación atmosférica, lo cual, tendría influencia directa en el clima de olas que ha sido caracterizado en este estudio. Si bien, en este trabajo se verificó una baja sensibilidad del impacto del incremento del nivel del mar sobre la altura de las olas incidentes sobre la escollera, no debe perderse de vista la consideración de este fenómeno.

ANEXO I

OLAS GENERADAS POR VIENTO

TABLAS

Dir(°) -11.25 - 11.25 NORTE 13.4 %

Hs(m)	T0,1(s)															TOTAL (%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	606	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.478
0.5 - 1.0	4	294	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.046
1.0 - 1.5	0	94	263	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.379
1.5 - 2.0	0	11	259	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.799
2.0 - 2.5	0	0	117	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.293
2.5 - 3.0	0	0	10	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.786
3.0 - 3.5	0	0	1	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.313
3.5 - 4.0	0	0	0	28	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.213
4.0 - 4.5	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.053
4.5 - 5.0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.020
5.0 - 5.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	4.064	3.098	4.391	1.732	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	13.386

Dir(°) 11.25 - 33.75 NNE 7.0 %

Hs(m)	T0,1(s)															TOTAL (%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	28	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.580
0.5 - 1.0	3	171	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.186
1.0 - 1.5	0	57	184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.606
1.5 - 2.0	0	4	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.146
2.0 - 2.5	0	0	89	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.920
2.5 - 3.0	0	0	14	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.613
3.0 - 3.5	0	0	1	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.526
3.5 - 4.0	0	0	0	28	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.247
4.0 - 4.5	0	0	0	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.120
4.5 - 5.0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.040
5.0 - 5.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.207	1.939	3.065	1.559	0.220	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.990

Dir(°) 33.75 - 56.25 NE 2.9 %

Hs(m)	T0,1(s)															TOTAL (%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	27	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.440
0.5 - 1.0	0	151	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.019
1.0 - 1.5	0	23	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.686
1.5 - 2.0	0	5	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.346
2.0 - 2.5	0	0	20	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.213
2.5 - 3.0	0	0	3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.107
3.0 - 3.5	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.040
3.5 - 4.0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.033
4.0 - 4.5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.013
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.180	1.453	1.013	0.247	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.898

Dir(°)	56.25 - 78.75	ENE	1.8 %
--------	---------------	-----	-------

Hs(m)	T0,1(s)															TOTAL (%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	32	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.533
0.5 - 1.0	1	97	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.660
1.0 - 1.5	0	15	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.353
1.5 - 2.0	0	1	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.140
2.0 - 2.5	0	0	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.087
2.5 - 3.0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.033
3.0 - 3.5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.013
3.5 - 4.0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
4.0 - 4.5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.220	1.073	0.446	0.093	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.839

Dir(°)	78.75 - 101.25	ESTE	1.4 %
--------	----------------	------	-------

Hs(m)	T0,1(s)															TOTAL (%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	27	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.366
0.5 - 1.0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.326
1.0 - 1.5	0	15	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.320
1.5 - 2.0	0	1	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.167
2.0 - 2.5	0	0	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.067
2.5 - 3.0	0	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.053
3.0 - 3.5	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.020
3.5 - 4.0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.020
4.0 - 4.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
4.5 - 5.0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.180	0.620	0.420	0.120	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.353

Dir(°)	101.25 - 123.75	ESE	1.1 %
--------	-----------------	-----	-------

Hs(m)	T0,1(s)															TOTAL (%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.320
0.5 - 1.0	1	39	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.273
1.0 - 1.5	0	15	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.240
1.5 - 2.0	0	2	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.167
2.0 - 2.5	0	0	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.067
2.5 - 3.0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.040
3.0 - 3.5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.013
3.5 - 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.0 - 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.167	0.533	0.353	0.067	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.119

Dir(°) 123.75 - 146.25 SE 1.6 %

Hs(m)	T0,1(s)															TOTAL (%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	35	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.366
0.5 - 1.0	2	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.413
1.0 - 1.5	0	30	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.426
1.5 - 2.0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.193
2.0 - 2.5	0	0	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.093
2.5 - 3.0	0	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.060
3.0 - 3.5	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.040
3.5 - 4.0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.013
4.0 - 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.247	0.733	0.486	0.140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.606

Dir(°) 146.25 - 168.75 SSE 2.3 %

Hs(m)	T0,1(s)															TOTAL (%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	53	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.460
0.5 - 1.0	4	62	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.446
1.0 - 1.5	0	36	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.520
1.5 - 2.0	0	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.386
2.0 - 2.5	0	0	28	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.240
2.5 - 3.0	0	0	3	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.100
3.0 - 3.5	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.053
3.5 - 4.0	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.053
4.0 - 4.5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.013
4.5 - 5.0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.013
5.0 - 5.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
5.5 - 6.0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.380	0.760	0.886	0.227	0.047	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.305

Dir(°) 168.75 - 191.25 SUR 4.9 %

Hs(m)	T0,1(s)															TOTAL (%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	54	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.500
0.5 - 1.0	10	97	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.720
1.0 - 1.5	0	44	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.713
1.5 - 2.0	0	17	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.793
2.0 - 2.5	0	0	67	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.586
2.5 - 3.0	0	0	21	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.473
3.0 - 3.5	0	0	2	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.287
3.5 - 4.0	0	0	0	29	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.227
4.0 - 4.5	0	0	0	7	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.260
4.5 - 5.0	0	0	0	2	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.153
5.0 - 5.5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.033
5.5 - 6.0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.047
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.073
6.5 - 7.0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.020
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
TOTAL(%)	0.426	1.193	1.706	0.999	0.466	0.107	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.897

Dir(°) 191.25 - 213.75 SSW 6.3 %

Hs(m)	T0,1(s)															TOTAL (%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	60	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.600
0.5 - 1.0	5	142	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.013
1.0 - 1.5	0	81	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.153
1.5 - 2.0	0	15	127	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.946
2.0 - 2.5	0	0	70	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.680
2.5 - 3.0	0	0	16	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.586
3.0 - 3.5	0	0	2	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.486
3.5 - 4.0	0	0	0	44	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.373
4.0 - 4.5	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.107
4.5 - 5.0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.100
5.0 - 5.5	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.113
5.5 - 6.0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.053
6.0 - 6.5	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.040
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.433	1.786	2.079	1.466	0.453	0.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.257

Dir(°) 213.75 - 236.25 SW 7.1 %

Hs(m)	T0,1(s)															TOTAL (%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	74	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.686
0.5 - 1.0	18	180	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.326
1.0 - 1.5	0	82	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.479
1.5 - 2.0	0	10	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.266
2.0 - 2.5	0	0	75	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.800
2.5 - 3.0	0	0	8	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.573
3.0 - 3.5	0	0	1	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.406
3.5 - 4.0	0	0	0	35	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.273
4.0 - 4.5	0	0	0	2	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.147
4.5 - 5.0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.060
5.0 - 5.5	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.047
5.5 - 6.0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.020
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.613	2.006	2.699	1.466	0.300	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.990

Dir(°) 236.25 - 258.75 WSW 10.0 %

Hs(m)	T0,1(s)															TOTAL (%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	66	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.626
0.5 - 1.0	11	235	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.652
1.0 - 1.5	0	96	182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.852
1.5 - 2.0	0	10	255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.766
2.0 - 2.5	0	0	142	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.599
2.5 - 3.0	0	0	19	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.106
3.0 - 3.5	0	0	0	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.693
3.5 - 4.0	0	0	0	48	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.353
4.0 - 4.5	0	0	0	8	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.233
4.5 - 5.0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.073
5.0 - 5.5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.033
5.5 - 6.0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.013
6.0 - 6.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.513	2.459	3.998	2.699	0.340	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.008

Dir(°) 258.75 - 281.25 OESTE 14.0 %

Hs(m)	T0,1(s)														TOTAL (%)	
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28		28-30
0.0 - 0.5	82	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.833
0.5 - 1.0	6	308	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.139
1.0 - 1.5	0	134	283	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.779
1.5 - 2.0	0	16	398	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.759
2.0 - 2.5	0	0	187	171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.385
2.5 - 3.0	0	0	18	214	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.546
3.0 - 3.5	0	0	0	121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.806
3.5 - 4.0	0	0	0	64	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.460
4.0 - 4.5	0	0	0	5	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.153
4.5 - 5.0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.073
5.0 - 5.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
5.5 - 6.0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
6.0 - 6.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.586	3.338	5.950	3.831	0.247	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	13.953

Dir(°) 281.25 - 303.75 WNW 10.0 %

Hs(m)	T0,1(s)														TOTAL (%)	
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28		28-30
0.0 - 0.5	60	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.860
0.5 - 1.0	3	332	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.292
1.0 - 1.5	0	69	330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.659
1.5 - 2.0	0	2	340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.279
2.0 - 2.5	0	0	76	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.986
2.5 - 3.0	0	0	1	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.613
3.0 - 3.5	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.180
3.5 - 4.0	0	0	0	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.107
4.0 - 4.5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.013
4.5 - 5.0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.420	3.145	5.037	1.379	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.001

Dir(°) 303.75 - 326.25 NW 8.9 %

Hs(m)	T0,1(s)														TOTAL (%)	
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28		28-30
0.0 - 0.5	66	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.059
0.5 - 1.0	4	351	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.432
1.0 - 1.5	0	55	315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.465
1.5 - 2.0	0	2	236	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.586
2.0 - 2.5	0	0	57	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.820
2.5 - 3.0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.320
3.0 - 3.5	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.127
3.5 - 4.0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.033
4.0 - 4.5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.013
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.466	3.338	4.118	0.913	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.862

Dir(°)	326.25 - 348.75	NNW	7.4 %
--------	-----------------	-----	-------

Hs(m)	T0,1(s)															TOTAL (%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	50	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.900
0.5 - 1.0	2	303	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.066
1.0 - 1.5	0	63	243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.039
1.5 - 2.0	0	3	197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.333
2.0 - 2.5	0	0	60	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.766
2.5 - 3.0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.200
3.0 - 3.5	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.073
3.5 - 4.0	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.053
4.0 - 4.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.346	3.025	3.365	0.686	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.436

OLAS GENERADAS POR VIENTO

TOTAL DE DATOS

H - T

Hs(m)	T0,1(s)															TOTAL (%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	1344	698	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.606
0.5 - 1.0	74	2871	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.009
1.0 - 1.5	0	909	2343	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.668
1.5 - 2.0	0	99	2463	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17.071
2.0 - 2.5	0	0	1014	727	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.600
2.5 - 3.0	0	0	119	963	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.209
3.0 - 3.5	0	0	8	604	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.078
3.5 - 4.0	0	0	0	320	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.465
4.0 - 4.5	0	0	0	28	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.146
4.5 - 5.0	0	0	0	3	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.546
5.0 - 5.5	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.267
5.5 - 6.0	0	0	0	0	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.147
6.0 - 6.5	0	0	0	0	4	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.140
6.5 - 7.0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.027
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
TOTAL(%)	9.448	30.497	40.012	17.624	2.259	0.160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	100

ANEXO II

OLAS OCEÁNICAS

(SWELL)

TABLAS

Dir(°) -11.25 - 11.25 NORTE 2.0 %

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	0	0	3	17	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.220
0.5 - 1.0	0	0	11	25	23	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.491
1.0 - 1.5	0	0	19	41	45	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.775
1.5 - 2.0	0	0	6	30	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.341
2.0 - 2.5	0	0	0	11	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.156
2.5 - 3.0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.028
3.0 - 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
3.5 - 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.0 - 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.000	0.000	0.256	0.782	0.768	0.164	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.012

Dir(°) 11.25 - 33.75 NNE 6.6 %

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	0	2	10	50	34	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0.732
0.5 - 1.0	0	0	27	69	109	33	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1.727
1.0 - 1.5	0	0	69	146	84	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.261
1.5 - 2.0	0	0	7	100	59	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.265
2.0 - 2.5	0	0	0	34	28	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.469
2.5 - 3.0	0	0	0	6	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.135
3.0 - 3.5	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.028
3.5 - 4.0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.014
4.0 - 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.000	0.000	0.746	2.602	2.445	0.746	0.071	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.633

Dir(°) 33.75 - 56.25 NE 8.1 %

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	0	0	12	65	73	12	0	0	0	0	0	0	0	0	1.152
0.5 - 1.0	0	0	32	84	182	94	12	1	0	0	0	0	0	0	0	2.879
1.0 - 1.5	0	0	59	170	117	28	5	0	0	0	0	0	0	0	0	2.694
1.5 - 2.0	0	0	6	79	47	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1.002
2.0 - 2.5	0	0	0	19	17	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.284
2.5 - 3.0	0	0	0	5	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.078
3.0 - 3.5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.014
3.5 - 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.0 - 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.000	0.000	0.690	2.630	3.064	1.472	0.242	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.104

Dir(°)	56.25 - 78.75	ENE	5.9 %
--------	---------------	-----	-------

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	0	0	8	44	84	30	2	0	0	0	0	0	0	0	1.194
0.5 - 1.0	0	0	19	56	109	96	12	5	0	0	0	0	0	0	0	2.111
1.0 - 1.5	0	0	30	100	67	29	14	1	0	0	0	0	0	0	0	1.713
1.5 - 2.0	0	0	5	36	14	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.519
2.0 - 2.5	0	0	0	3	17	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.178
2.5 - 3.0	0	0	0	3	5	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.135
3.0 - 3.5	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.021
3.5 - 4.0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
4.0 - 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.000	0.000	0.384	1.464	1.827	1.699	0.448	0.057	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.879

Dir(°)	78.75 - 101.25	ESTE	5.2 %
--------	----------------	------	-------

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	0	2	0	47	75	50	16	4	1	1	0	0	0	0	1.393
0.5 - 1.0	0	1	13	52	114	87	21	6	1	0	0	0	0	0	0	2.097
1.0 - 1.5	0	0	24	53	44	25	8	2	0	0	0	2	0	0	0	1.123
1.5 - 2.0	0	0	3	25	15	12	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0.427
2.0 - 2.5	0	0	0	9	8	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0.156
2.5 - 3.0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.028
3.0 - 3.5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
3.5 - 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.0 - 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.000	0.007	0.299	0.995	1.621	1.443	0.604	0.199	0.036	0.007	0.007	0.014	0.000	0.000	0.000	5.232

Dir(°)	101.25 - 123.75	ESE	5.6 %
--------	-----------------	-----	-------

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	0	0	5	40	110	66	9	2	0	0	0	0	0	0	1.649
0.5 - 1.0	0	1	19	36	88	107	45	3	0	0	0	0	0	0	0	2.126
1.0 - 1.5	0	0	25	64	49	18	15	2	0	0	0	0	0	0	0	1.230
1.5 - 2.0	0	0	7	24	11	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.384
2.0 - 2.5	0	0	0	13	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.156
2.5 - 3.0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.028
3.0 - 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
3.5 - 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.0 - 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.000	0.007	0.363	1.024	1.408	1.742	0.917	0.100	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.573

Dir(°) 123.75 - 146.25 SE 8.5 %

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	0	2	4	40	114	104	15	1	0	0	0	0	0	0	1.990
0.5 - 1.0	0	2	20	60	157	174	64	13	0	0	0	0	0	0	0	3.483
1.0 - 1.5	0	0	37	102	77	45	24	2	0	0	0	0	0	0	0	2.040
1.5 - 2.0	0	0	4	47	26	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.633
2.0 - 2.5	0	0	1	14	15	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.256
2.5 - 3.0	0	0	0	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.050
3.0 - 3.5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.014
3.5 - 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.0 - 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.000	0.014	0.455	1.621	2.289	2.474	1.386	0.220	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.467

Dir(°) 146.25 - 168.75 SSE 12.4 %

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	0	0	2	59	172	113	24	4	0	0	0	0	0	0	2.659
0.5 - 1.0	0	0	27	78	223	198	85	14	4	0	0	0	0	0	0	4.471
1.0 - 1.5	0	0	76	160	110	65	25	6	0	0	0	0	0	0	0	3.142
1.5 - 2.0	0	0	9	115	48	17	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1.379
2.0 - 2.5	0	0	0	35	26	11	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.554
2.5 - 3.0	0	0	0	7	10	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.149
3.0 - 3.5	0	0	0	0	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.050
3.5 - 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.0 - 4.5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.014
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.000	0.000	0.796	2.822	3.426	3.327	1.671	0.327	0.057	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	12.426

Dir(°) 168.75 - 191.25 SUR 30.6 %

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	0	0	11	63	201	201	70	8	0	0	0	0	0	0	3.938
0.5 - 1.0	0	0	65	148	381	499	214	47	7	0	0	0	0	0	0	9.675
1.0 - 1.5	0	0	148	375	372	237	76	8	0	0	0	0	0	0	0	8.644
1.5 - 2.0	0	0	19	289	209	133	34	6	1	0	0	0	0	0	0	4.912
2.0 - 2.5	0	0	0	123	122	63	22	1	0	0	0	0	0	0	0	2.353
2.5 - 3.0	0	0	0	22	51	24	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.732
3.0 - 3.5	0	0	0	7	26	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.306
3.5 - 4.0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.043
4.0 - 4.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.000	0.000	1.649	6.931	8.723	8.303	3.953	0.938	0.114	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	30.611

Dir(°) 191.25 - 213.75 SSW 2.7 %

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	0	1	0	15	32	29	7	1	0	0	0	0	0	0	0.604
0.5 - 1.0	0	2	21	25	25	20	13	3	1	0	0	0	0	0	0	0.782
1.0 - 1.5	0	0	44	34	17	15	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0.810
1.5 - 2.0	0	0	16	21	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.377
2.0 - 2.5	0	0	1	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.071
2.5 - 3.0	0	0	0	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.057
3.0 - 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
3.5 - 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.0 - 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.000	0.014	0.590	0.618	0.526	0.540	0.306	0.092	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.701

Dir(°) 213.75 - 236.25 SW 2.9 %

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	0	1	4	14	30	23	7	0	0	0	0	0	0	0	0.562
0.5 - 1.0	0	0	19	25	45	17	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0.846
1.0 - 1.5	0	0	56	47	19	9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.945
1.5 - 2.0	0	0	22	29	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.398
2.0 - 2.5	0	0	0	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.100
2.5 - 3.0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.028
3.0 - 3.5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
3.5 - 4.0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
4.0 - 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.000	0.000	0.697	0.846	0.597	0.434	0.256	0.064	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.893

Dir(°) 236.25 - 258.75 WSW 3.5 %

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	0	0	8	21	30	25	2	0	0	0	0	0	0	0	0.611
0.5 - 1.0	0	0	27	36	60	31	11	3	0	0	0	0	0	0	0	1.194
1.0 - 1.5	0	0	47	51	44	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1.123
1.5 - 2.0	0	0	14	41	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.512
2.0 - 2.5	0	0	0	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.064
2.5 - 3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
3.0 - 3.5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
3.5 - 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.0 - 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.000	0.000	0.626	1.009	1.031	0.540	0.270	0.036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.512

Dir(°) 258.75 - 281.25 OESTE 2.9 %

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	0	1	2	7	26	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0.419
0.5 - 1.0	0	0	21	61	42	22	8	1	0	0	0	0	0	0	0	1.102
1.0 - 1.5	0	0	44	65	29	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.002
1.5 - 2.0	0	0	10	27	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.363
2.0 - 2.5	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.036
2.5 - 3.0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.014
3.0 - 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
3.5 - 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.0 - 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.000	0.000	0.540	1.130	0.661	0.370	0.199	0.036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.936

Dir(°) 281.25 - 303.75 WNW 1.0 %

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	0	0	4	10	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.213
0.5 - 1.0	0	0	10	22	17	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.405
1.0 - 1.5	0	0	11	22	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.256
1.5 - 2.0	0	0	4	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.114
2.0 - 2.5	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.043
2.5 - 3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
3.0 - 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
3.5 - 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.0 - 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.000	0.000	0.178	0.427	0.249	0.121	0.057	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.031

Dir(°) 303.75 - 326.25 NW 1.0 %

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	1	0	4	4	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.149
0.5 - 1.0	0	0	10	27	10	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.363
1.0 - 1.5	0	0	7	17	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.235
1.5 - 2.0	0	0	0	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.107
2.0 - 2.5	0	0	0	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.071
2.5 - 3.0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.021
3.0 - 3.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
3.5 - 4.0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
4.0 - 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.000	0.007	0.121	0.455	0.256	0.100	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.960

Dir(°)	326.25 - 348.75	NNW	1.0	%
--------	-----------------	-----	-----	---

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	0	1	0	6	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.100
0.5 - 1.0	0	0	14	13	14	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.313
1.0 - 1.5	0	0	10	25	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.334
1.5 - 2.0	0	0	0	20	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.199
2.0 - 2.5	0	0	0	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.085
2.5 - 3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
3.0 - 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
3.5 - 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.0 - 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL(%)	0.000	0.000	0.178	0.462	0.306	0.071	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.031

OLAS OCEÁNICAS (SWELL)

TOTAL DE DATOS

H - T

Hs(m)	T0,1 (s)															TOTAL(%)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	
0.0 - 0.5	0	1	10	77	502	1018	686	158	20	1	1	0	0	0	0	17.587
0.5 - 1.0	0	6	355	817	1599	1393	511	98	13	0	0	0	0	0	0	34.066
1.0 - 1.5	0	0	706	1472	1097	510	173	25	0	0	0	2	0	0	0	28.329
1.5 - 2.0	0	0	132	905	492	231	49	9	1	0	0	0	0	0	0	12.931
2.0 - 2.5	0	0	2	297	275	96	34	4	0	0	0	0	0	0	0	5.033
2.5 - 3.0	0	0	0	54	99	44	12	0	0	0	0	0	0	0	0	1.486
3.0 - 3.5	0	0	0	10	38	12	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0.462
3.5 - 4.0	0	0	0	0	3	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.078
4.0 - 4.5	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.021
4.5 - 5.0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007
5.0 - 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
5.5 - 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.0 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
6.5 - 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.0 - 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
7.5 - 8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.0 - 8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
8.5 - 9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
TOTAL	0	0.0498	8.566	25.819	29.196	23.544	10.457	2.097	0.242	0.007	0.007	0.014	0.000	0.000	0.000	100