

ANEJO 05. CLIMA MARÍTIMO

ÍNDICE:

1. ANÁLISIS DEL OLAJE EN ALTA MAR	1
1.1. FUENTE DE DATOS	1
1.1.1. Observaciones visuales en ruta	1
1.1.2. Datos SIMAR	1
1.2. RÉGIMEN MEDIO DE OLAJE.....	1
1.2.1. Altura de ola	1
1.2.2. Direcciones	2
1.2.3. Período de oleaje.....	3
1.2.4. Oleaje morfológico	4
1.2.5. Oleaje asociado a una excedencia de 12 horas / año	4
1.3. RÉGIMEN EXTREMAL DE OLAJE.....	4
1.3.1. Introducción	4
1.3.2. Régimen extremal escalar	4
1.3.3. Régimen extremal direccional	5
2. ANÁLISIS DEL NIVEL DEL MAR	6
2.1.1. Régimen medio del nivel del mar.....	7
2.1.2. Régimen extremal del nivel del mar.....	7
2.2. COTA DE INUNDACIÓN	8
3. PROPAGACIÓN DEL OLAJE HASTA LA COSTA	8
3.1. INTRODUCCIÓN	8
3.2. MODELO NUMÉRICO DE PROPAGACIÓN	8
3.3. BATIMETRÍA UTILIZADA.....	9
3.4. PARÁMETROS DE CÁLCULO	10
3.4.1. Escenarios de oleaje a estudiar	10
3.4.2. Mallas de cálculo	10
3.4.3. Resultados	11
4. ANÁLISIS DEL VIENTO	13
APÉNDICE I: RESULTADOS DE PROPAGACIÓN	15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Frecuencia de presentación direcciones del oleaje en el punto SIMAR 1051048.....	2
Tabla 2. Dirección y probabilidad de Hs	3
Tabla 3. Características del oleaje morfológico	4
Tabla 4. Características del oleaje asociado a una probabilidad de excedencia de 12h/año	4
Tabla 5. Valores extremos de los sectores considerados	6
Tabla 6. H _s promedio asociadas a distintas probabilidades del régimen medio.....	6
Tabla 7. Valores extremos de los sectores considerados	6
Tabla 8. Alturas de ola potenciales de diseño asociadas al régimen extremal direccional	6
Tabla 9. Datos de entrada propagación oleajes morfológicos	10
Tabla 10. Datos de entrada propagación oleaje H _{s12}	10
Tabla 11. Características Mallas.....	10
Tabla 12. Dirección y probabilidades de Velocidad de viento.....	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Observaciones Visuales (ODIN).....	1
Figura 2. Localización punto SIMAR 1051048.....	1
Figura 3. Régimen medio escalar. Punto SIMAR 1051048	2
Figura 4. Direcciones de incidencia del oleaje	2
Figura 5. Rosa de oleaje en el punto SIMAR 1051048.....	3
Figura 6. Histograma periodo de pico (Tp)	3
Figura 7. Diagrama dispersión Altura de ola significativa (Hs) y periodo de pico (Tp)	3
Figura 8. Régimen Extremal ajuste Máximos Anuales a GEV	5
Figura 9. Régimen Extremal ajuste POT.....	5
Figura 10. Distribución de áreas en el mapa ATLAS (Detalle Área IVa)	7
Figura 11. Niveles de referencia altimétrica en Huelva (cotas en metros)	7
Figura 12. Régimen medio de marea para el Área IVa del ATLAS	7
Figura 13. Régimen extremal de marea para el Área IVa del ATLAS	8
Figura 14. Topobatimetría cargada en SMC	9
Figura 15. Propagación oleaje morfológico procedente de poniente.....	11

Figura 16. Propagación oleaje H_{s12} procedente de poniente.....	12
Figura 17. Propagación oleaje morfológico procedente de levante	12
Figura 18. Propagación oleaje H_{s12} procedente de levante	13
Figura 19. Rosa de vientos del punto SIMAR 1051048	13
Figura 20. Histograma de velocidad del Viento (m/s).....	14
Figura 21. Histograma de velocidad del Viento (m/s).....	14

1. ANÁLISIS DEL OLAJE EN ALTA MAR

1.1. FUENTE DE DATOS

1.1.1. Observaciones visuales en ruta

Los datos de observaciones visuales de barcos en ruta corresponden a la base de datos facilitado por el programa ODIN implementado en el SMC desarrollado por la Universidad de Cantabria.

Para la zona de estudio se han obtenido las siguientes rosas de oleaje en profundidades indefinidas y a una profundidad de 10 m.

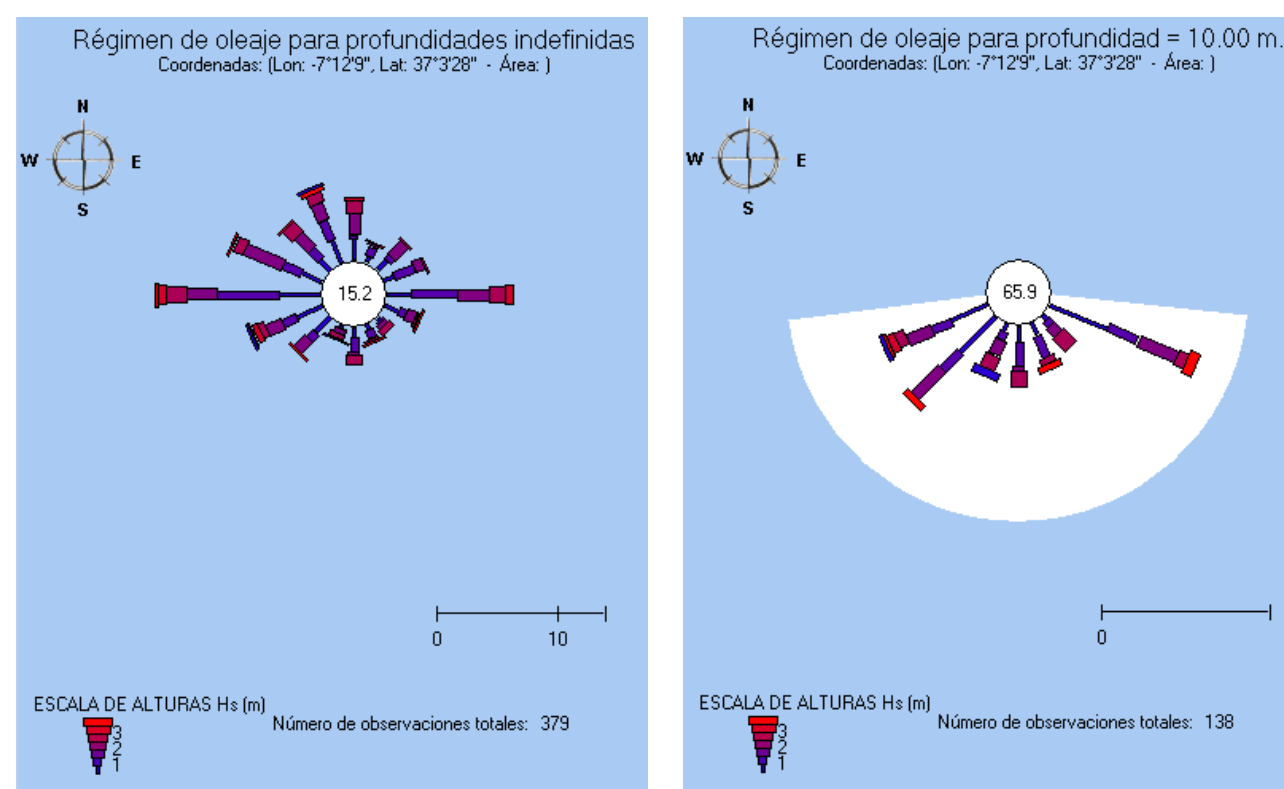


Figura 1. Observaciones Visuales (ODIN)

Si bien dado el escaso número de visualizaciones de estos oleajes no pueden considerarse representativos, han servido para dar una primera aproximación de las direcciones de procedencia del oleaje en la zona de estudio, que después fueron verificadas con el análisis del punto SIMAR.

1.1.2. Datos SIMAR

El conjunto de datos SIMAR de Puertos del Estado, está formado por series temporales de parámetros de viento y oleaje procedentes de modelado numérico. Este conjunto de datos ofrece información desde el año 1958 hasta la actualidad.

Para el presente estudio se ha utilizado la información del punto SIMAR 1051048, ubicado en las coordenadas 37.00 ° N y 7.25 ° W.



Figura 2. Localización punto SIMAR 1051048

1.2. RÉGIMEN MEDIO DE OLAJE

1.2.1. Altura de ola

El objetivo del estudio del régimen medio es caracterizar la probabilidad de no superación de diferentes niveles de altura de ola en un año medio. Esto se realiza mediante el ajuste de la muestra de alturas de ola disponible a una función de distribución acumulada.

La función que se utiliza habitualmente para caracterizar el régimen medio del oleaje es la distribución de Weibull de mínimos, cuya función de distribución acumulada es:

$$y = F(x) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{x - \lambda}{\delta} \right)^\beta \right]$$

Donde:

- λ es el parámetro de localización.
- δ es el parámetro de escala.
- β es el parámetro de forma.

Para determinar el régimen medio escalar, se ha ajustado la distribución muestra propuesta para todos los datos compuestos a una distribución de Weibull de mínimos. En la Figura 3, se puede ver este ajuste. El valor estimado de los parámetros de la distribución ha sido: $\lambda = 0.01$; $\delta = 0.5965$; $\beta = 1.002$.

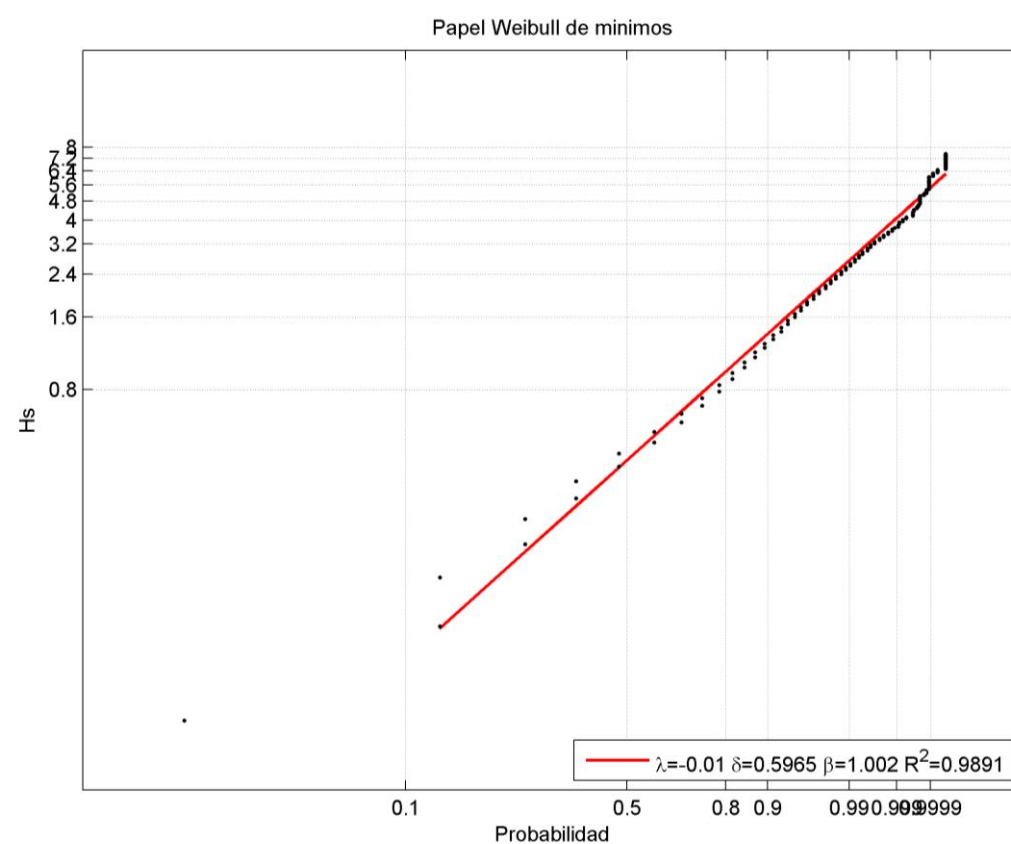


Figura 3. Régimen medio escalar. Punto SIMAR 1051048

1.2.2. Direcciones

En cuanto a la dirección del oleaje, hay que tener en cuenta que no todas las direcciones de la rosa pueden incidir sobre nuestra zona de estudio. El abanico de direcciones viene limitado por la configuración geométrica de la costa. En este caso, los alejes que pueden alcanzar directamente la zona de estudio son: WSW, SW, SSW, S, SSE, SE y ESE.

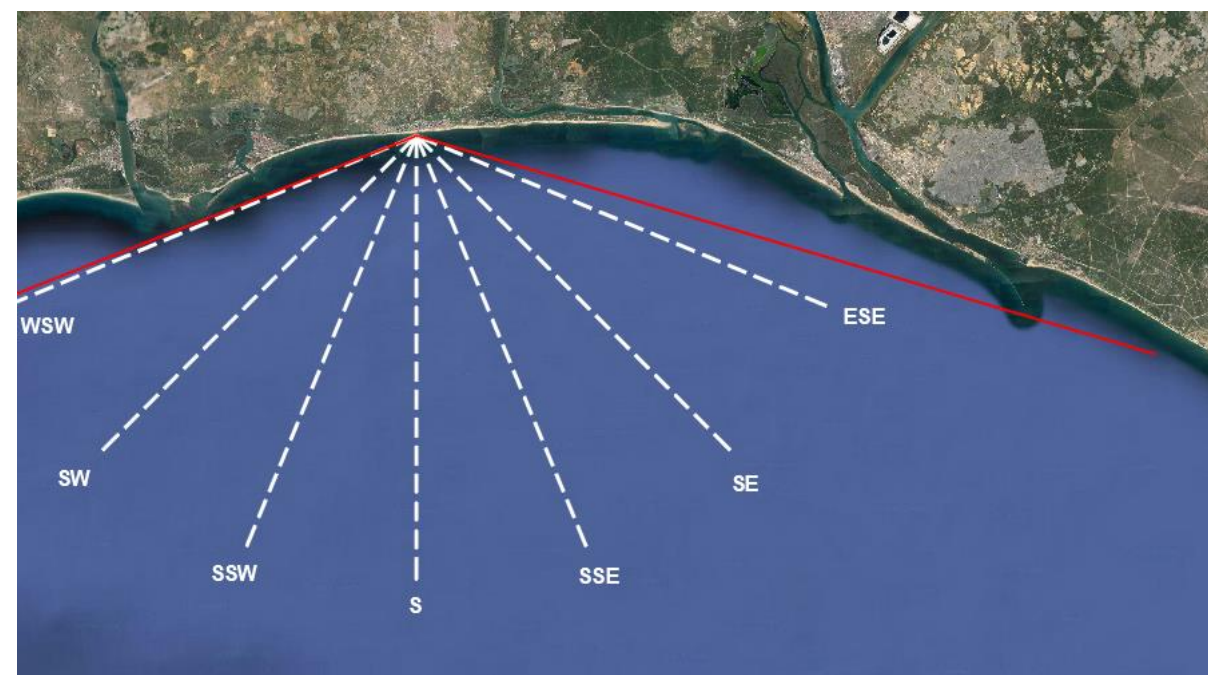


Figura 4. Direcciones de incidencia del oleaje

La tabla a continuación muestra la frecuencia de cada sector direccional del oleaje. Puede apreciarse que hay un claro predominio de los sectores procedentes de poniente.

Dirección	Frecuencia
WSW	30.29 %
SW	12.94 %
SSW	5.26 %
S	3.04 %
SSE	4.05 %
SE	13.84 %
ESE	5.76 %

Tabla 1. Frecuencia de presentación direcciones del oleaje en el punto SIMAR 1051048

A continuación, se muestra la rosa de oleaje obtenida en el punto

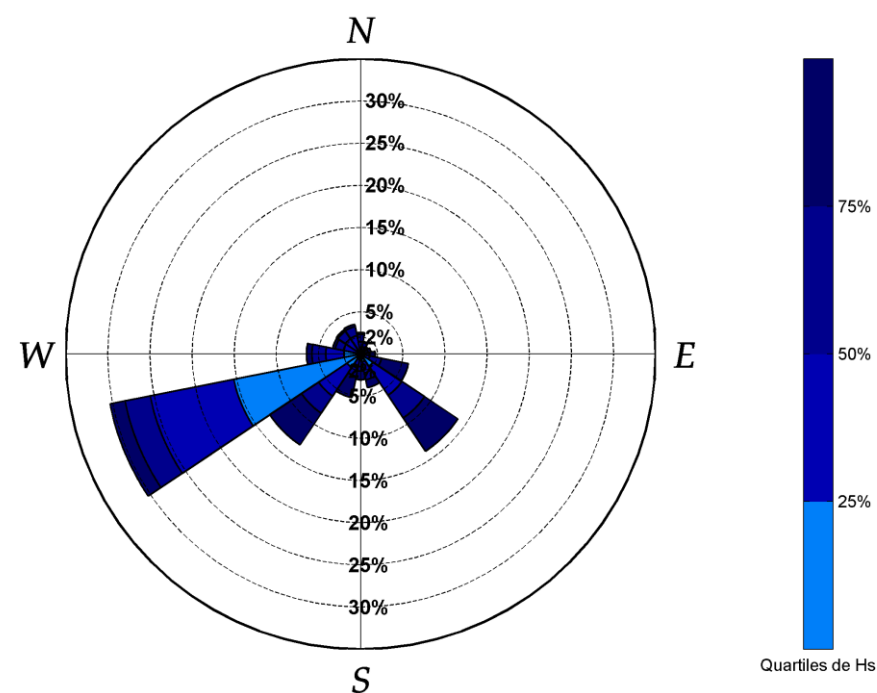


Figura 5. Rosa de oleaje en el punto SIMAR 1051048

Variable medida: Hs

direcciones(°)	prob.direccion	Hs _{50%}	Hs _{90%}	Hs _{99%}	Hs ₁₂
N	0.0253	0.5000	0.8000	1.6000	1.9510
NNE	0.0150	0.5000	0.8000	1.6180	2.1759
NE	0.0105	0.5000	0.9000	1.4000	1.5984
ENE	0.0123	0.6000	1.1000	1.6080	2.0895
E	0.0171	0.7000	1.3000	2.1000	2.2000
ESE	0.0576	0.9000	1.8000	2.9000	3.8659
SE	0.1384	0.6000	1.5000	2.7000	3.7678
SSE	0.0405	0.5000	1.4000	2.5930	3.8000
S	0.0304	0.6000	1.7000	3.1000	4.5008
SSW	0.0526	0.8000	2.1000	3.6000	6.2814
SW	0.1294	0.6000	1.8000	3.2000	4.0000
WSW	0.3029	0.2000	0.7000	1.7000	2.5000
W	0.0641	0.4000	0.9000	1.9000	2.5340
WNW	0.0337	0.5000	0.8000	1.3000	1.9837
NW	0.0345	0.5000	0.8000	1.2000	1.8600
NNW	0.0357	0.5000	0.8000	1.3000	1.6477

Tabla 2. Dirección y probabilidad de Hs

1.2.3. Período de oleaje

1.2.3.1. Frecuencia de presentación

Las figuras a continuación muestran las frecuencias de diferentes intervalos de periodo de pico Tp. y el diagrama de dispersión que relaciona la altura de ola y su periodo.

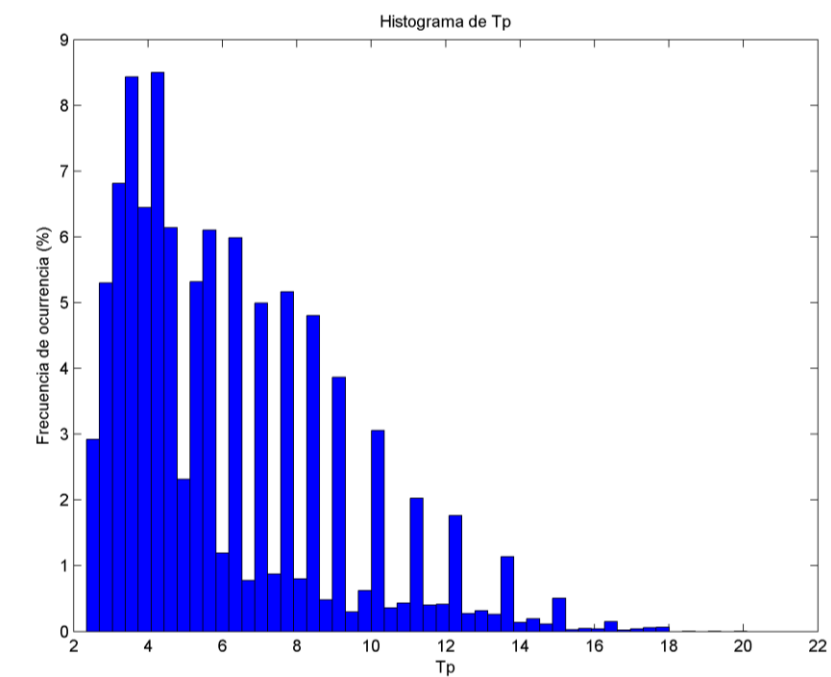


Figura 6. Histograma periodo de pico (Tp)

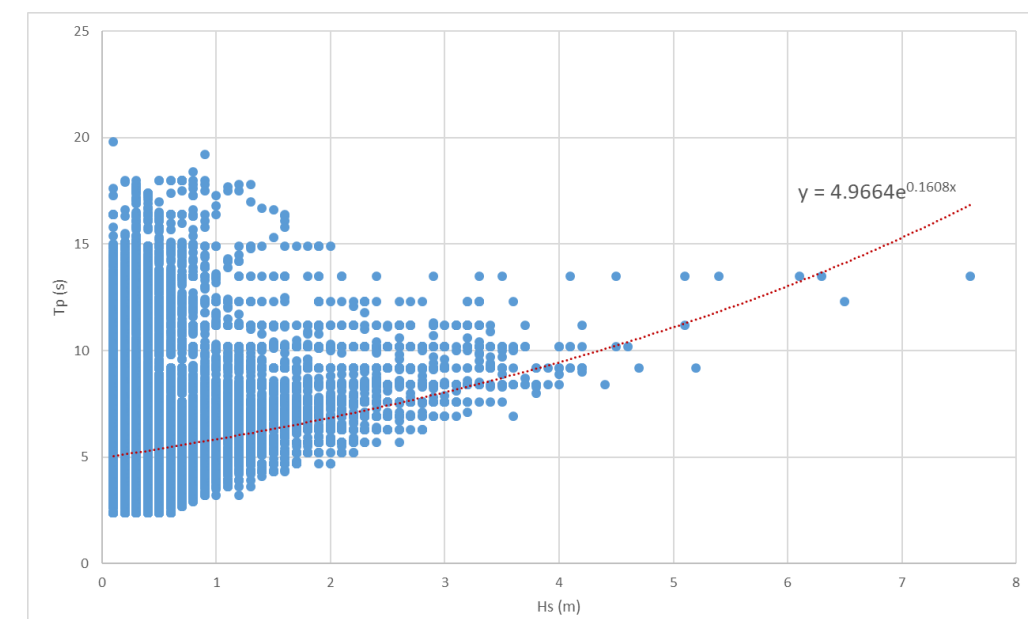


Figura 7. Diagrama dispersión Altura de ola significativa (Hs) y periodo de pico (Tp)

1.2.4. Oleaje morfológico

Para el desarrollo de la caracterización del oleaje en la zona de estudio, se ha utilizado como referencia la altura de ola morfológica, es decir, aquella que concentra el total de la energía del oleaje. Su cálculo pasa por realizar una discretización del dominio de influencia del oleaje sobre la zona de estudio, tanto en dirección como en magnitud, en función de las probabilidades de ocurrencia de cada oleaje. De este modo se obtiene una determinada altura de ola característica para cada dirección de incidencia.

El cálculo de la altura de ola morfológica se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$H_{morf}^{5/2} = \frac{\sum H_i^{5/2} f_i}{\sum f_i}$$

A partir de la correlación obtenida $H_s - T_p$ se ha obtenido el periodo de pico asociado a cada altura de ola morfológica calculada. Se muestran a continuación los resultados obtenidos:

	DIRECCIÓN						
	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE
H_{s,morf} (m)	0.58	1.23	1.50	1.16	1.01	1.07	1.32
T_p (s)	5.50	6.10	6.40	6.00	5.90	6.00	6.20

Tabla 3. Características del oleaje morfológico

1.2.5. Oleaje asociado a una excedencia de 12 horas / año

Otro parámetro que también se suele emplear para la caracterización del oleaje en régimen medio es la altura de ola asociada a una probabilidad media de excedencia de 12 h/año, ya que es representativa del oleaje correspondiente a un temporal de carácter anual y además es empleada en el cálculo de la profundidad activa.

A partir de las funciones de distribución de cada dirección se han calculado los valores de H_{s12} en los sectores direccionales de interés (WSW a ESE), que se muestran en tabla a continuación. Asimismo, se incluye el período pico asociado a H_{s12} obtenido a partir de las correlaciones $H_s - T_p$ obtenidas anteriormente.

	DIRECCIÓN						
	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE
H_{s12} (m)	2.50	4.00	6.28	4.50	3.80	3.76	3.86
T_{p12} (s)	7.50	9.50	13.70	10.30	9.20	9.10	9.30

Tabla 4. Características del oleaje asociado a una probabilidad de excedencia de 12h/año

1.3. RÉGIMEN EXTREMAL DE OLAJE

1.3.1. Introducción

La seguridad y la operatividad de una instalación en la costa pueden estar condicionada por la acción del oleaje en situación de temporal, es decir, en situaciones donde la altura del oleaje alcanza una intensidad poco frecuente. Con el fin de acotar el riesgo que corre una instalación, debido a la acción del oleaje, es necesario tener una estimación de la frecuencia o probabilidad con la que se presentan temporales que superen una cierta altura significativa de ola. Un régimen extremal de oleaje es, precisamente, un modelo estadístico que describe la probabilidad con la que se puede presentar un temporal de una cierta altura de ola.

En el diseño de estructuras marítimas se utilizan estados de mar extremos con una intensidad tal que solo exista una pequeña probabilidad de que esa intensidad sea superada en la vida prevista de la estructura. Como la vida prevista suele exceder con mucho el periodo de tiempo cubierto por los datos, es necesario realizar extrapolaciones en las funciones de distribución estimadas a partir de las frecuencias de ocurrencia.

Se ha considerado un periodo de retorno de 36.1 años obtenido de acuerdo con las recomendaciones de la ROM 0.0 para una vida útil de 25 años y una probabilidad de fallo de 0.5, teniendo en cuenta las características de las actuaciones de este proyecto.

1.3.2. Régimen extremal escalar

Se ha realizado un análisis extremal de los datos de oleaje del punto SIMAR 1051048. Las alturas de ola se han ajustado a una función de distribución de máximos anuales GEV y ajustes POT.

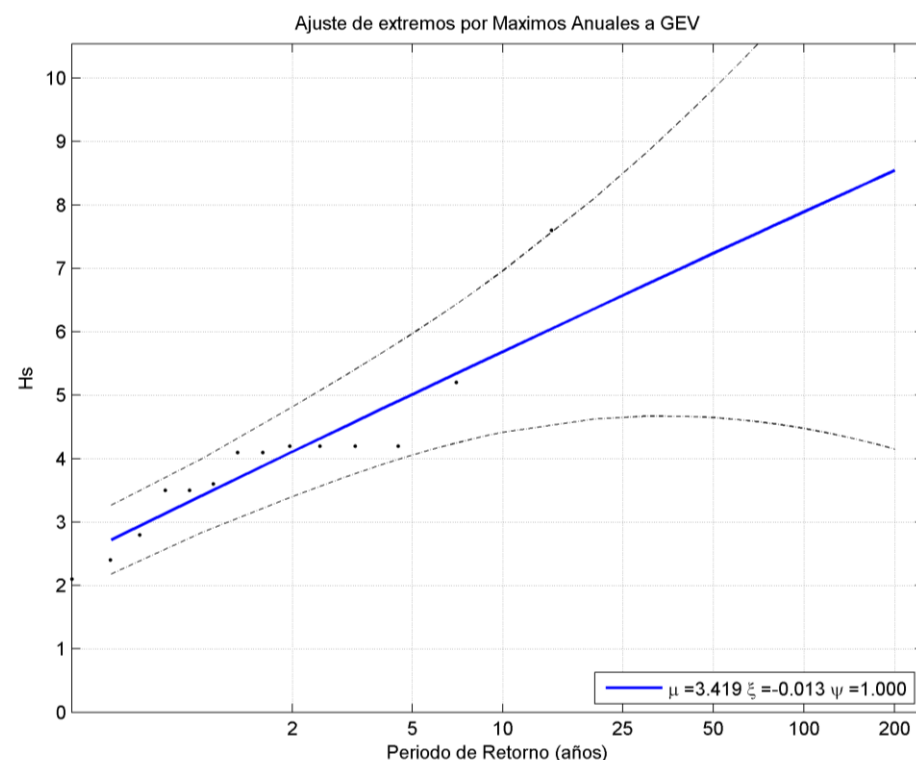


Figura 8. Régimen Extremal ajuste Máximos Anuales a GEV

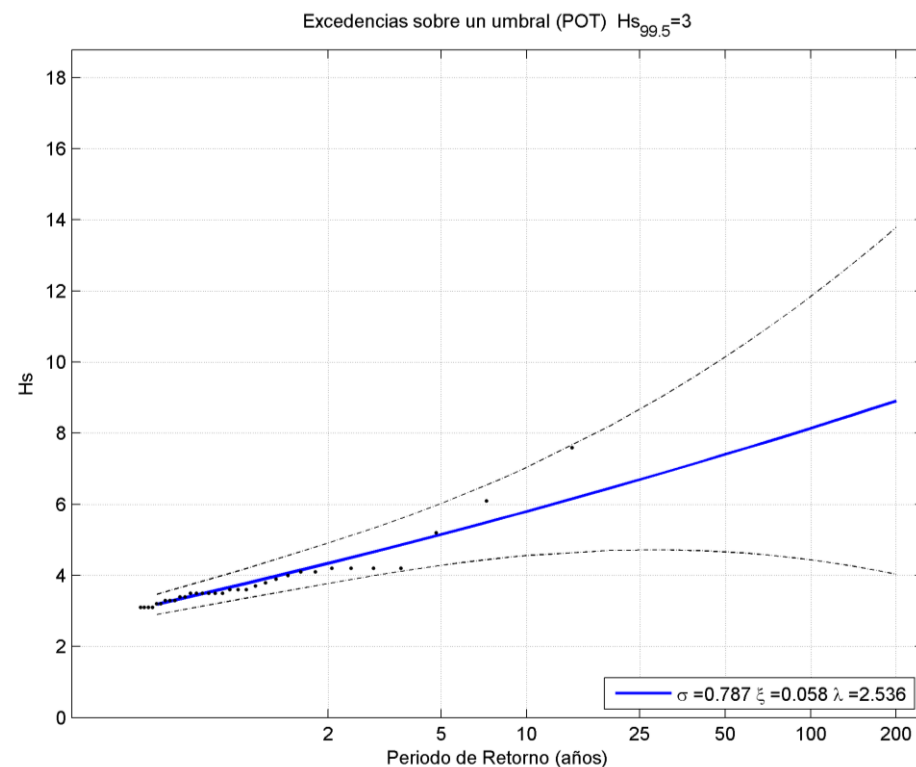


Figura 9. Régimen Extremal ajuste POT

1.3.3. Régimen extremal direccional

Para determinar el régimen extremal direccional se determinan unos coeficientes de direccionalidad, K_D , en los que para el sector más energético el valor sea 1, e inferior para el resto de sectores en función de su capacidad energética. De este modo, la altura de ola extremal asociada a cada sector, se corresponde con el valor de la altura de ola extremal escalar multiplicado por el coeficiente de direccionalidad correspondiente al sector considerado.

Según la metodología propuesta en la ROM 0.3-91, los coeficientes de direccionalidad deben ser obtenidos de acuerdo a los valores de alturas de olas característicos de tres metodologías diferentes:

- Los valores de H_s obtenidos del régimen medio como valor promedio de H_s asociada a 0.99 y 0.999 de probabilidad.
- Los valores de H_s promedio de los 6 valores extremos del sector considerado.
- Los valores de H_s promedio de los 20 valores extremos superior de cada sector.

En la tabla a continuación se muestran los valores ordenados de los extremos de cada sector donde se identifica los 6 primeros con las medias y K_D en cada caso.

Altura de ola máxima	DIRECCIÓN						
	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE
1	3.30	5.40	7.60	4.70	4.20	5.20	4.20
2	3.20	4.50	6.50	4.50	3.80	4.40	4.10
3	3.00	4.20	6.30	4.20	3.80	4.20	3.90
4	3.00	4.10	6.10	3.60	3.70	4.00	3.80
5	3.00	4.10	5.10	3.60	3.50	3.90	3.60
6	2.90	4.00	5.10	3.50	3.40	3.80	3.40
7	2.80	4.00	4.60	3.50	3.40	3.80	3.30
8	2.70	3.80	4.20	3.40	3.30	3.70	3.30
9	2.60	3.70	4.20	3.40	3.20	3.70	3.20
10	2.60	3.70	4.10	3.20	3.10	3.50	3.20
11	2.60	3.70	4.10	3.10	2.90	3.50	3.10
12	2.60	3.60	4.00	3.10	2.90	3.40	3.10

Altura de ola máxima	DIRECCIÓN						
	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE
13	2.50	3.60	4.00	3.00	2.80	3.30	3.10
14	2.50	3.50	4.00	2.90	2.80	3.20	3.10
15	2.50	3.50	3.80	2.90	2.60	3.00	3.00
16	2.50	3.50	3.70	2.90	2.50	3.00	3.00
17	2.40	3.50	3.60	2.80	2.40	3.00	3.00
18	2.40	3.50	3.60	2.80	2.40	3.00	3.00
19	2.40	3.50	3.60	2.70	2.40	3.00	3.00
20	2.40	3.50	3.60	2.70	2.40	3.00	2.90
H _{s,n6}	3.07	4.38	6.12	4.02	3.73	4.25	3.83
K _{p,n6}	0.50	0.72	1.00	0.66	0.61	0.69	0.63
H _{s,n20}	2.70	3.85	4.59	3.33	3.08	3.58	3.32
K _{p,n20}	0.59	0.84	1.00	0.72	0.67	0.78	0.72

Tabla 5. Valores extremos de los sectores considerados

La tabla a continuación muestra los valores de H_s asociados a las probabilidades asociada a 0.99, 0.995 y 0.999 del régimen medio y el valor de H_s promedio resultante.

	DIRECCIÓN						
	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE
H _{s,99}	1.70	3.20	3.60	3.10	2.59	2.70	2.90
H _{s,999}	2.50	4.00	6.28	4.50	3.80	3.76	3.86
H _{s,med}	2.10	3.60	4.94	3.80	3.20	3.23	3.38
K _{p,med}	0.43	0.73	1.00	0.77	0.65	0.65	0.68

Tabla 6. H_s promedio asociadas a distintas probabilidades del régimen medio

Finalmente, se muestran los valores de K_p resultantes de los promedios anteriores y el valor medio final obtenido:

	DIRECCIÓN						
	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE
K _{p,n6}	0.50	0.72	1.00	0.66	0.61	0.69	0.63
K _{p,n20}	0.59	0.84	1.00	0.72	0.67	0.78	0.72
K _{p,med}	0.43	0.73	1.00	0.77	0.65	0.65	0.68
K _p	0.50	0.76	1.00	0.72	0.64	0.71	0.68

Tabla 7. Valores extremos de los sectores considerados

Según estos valores, la altura de ola potencial de diseño que corresponde a un periodo de retorno de 36 años se muestra en la tabla a continuación:

	DIRECCIÓN						
	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE
H _{s0}	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81
K _p	0.505	0.761	1.000	0.717	0.642	0.710	0.678
H _{s,dir}	3.44	5.18	6.81	4.88	4.38	4.83	4.62
T _p	7.77	9.87	11.56	9.53	8.94	9.47	9.23

Tabla 8. Alturas de ola potenciales de diseño asociadas al régimen extremal direccional

2. ANÁLISIS DEL NIVEL DEL MAR

El nivel de marea, marea total o nivel del mar, S_{NM}, se obtiene como suma de las variables marea astronómica (S_{MA}), componente determinista de la marea resultante de la atracción gravitatoria del sistema tierra-luna-sol, y marea meteorológica (S_{MM}), componente aleatoria reflejo de las condiciones de presión atmosférica reinantes, tal que:

$$S_{MA}+S_{MM}=S_{NM}$$

La marea astronómica modifica continuamente la batimetría de la playa por lo que modifica sustancialmente la propagación del oleaje (especialmente en la zona de rotura) y, por tanto, la morfología de la playa. A estos cambios se le suma la sobreelevación añadida de la marea meteorológica.

Los niveles de marea de la zona litoral en estudio se establecen de forma teórica con base en los datos incluidos en el *ATLAS de Inundación en el Litoral Peninsular Español*. En éste, el área de actuación se ubica dentro del Área IV, Subzona “a”.

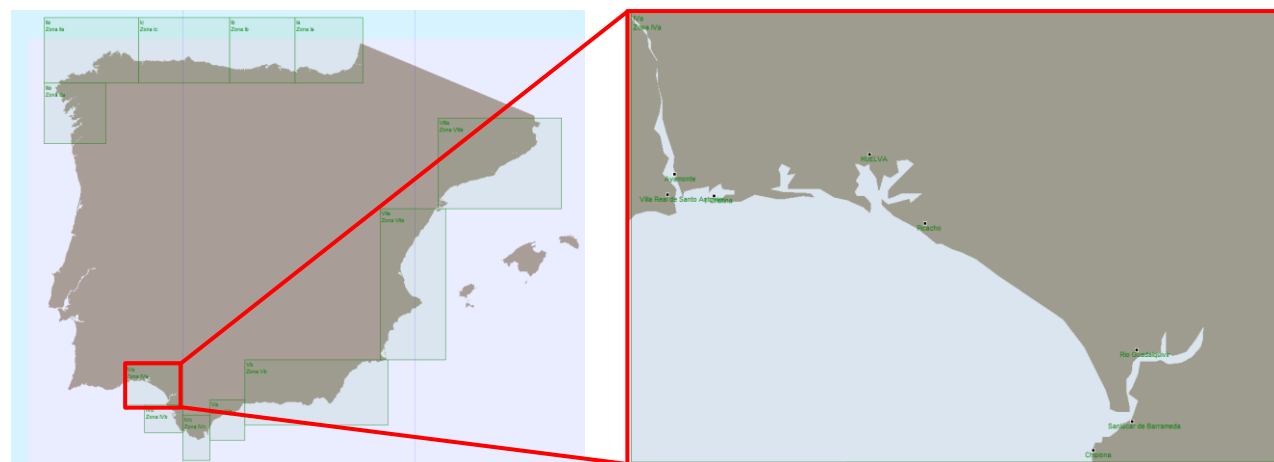


Figura 10. Distribución de áreas en el mapa ATLAS (Detalle Área IVa)

La información procede del mareógrafo de Huelva de la red REDMAR. A continuación, se presenta la posición relativa de las distintas referencias del sistema de coordenadas altimétricas para el caso del mareógrafo de Huelva:

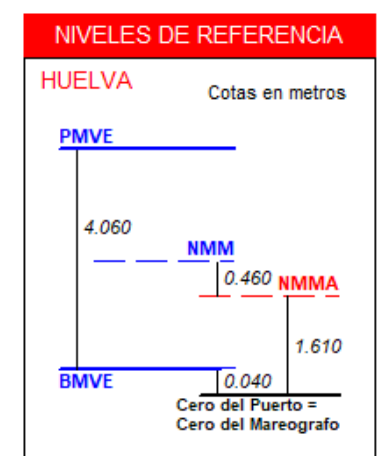


Figura 11. Niveles de referencia altimétrica en Huelva (cotas en metros)

La figura anterior muestra los valores representativos de las medias de pleamares y bajamares vivas equinocciales (marea astronómica) en la zona correspondientes al Área IVa. El nivel de pleamar se

encuentra a la cota +2,492 m y el de bajamar a la -1,568 m respecto el NMMA, siendo, por tanto, la carrera de marea astronómica de 4,06 m.

2.1.1. Régimen medio del nivel del mar

A continuación, se muestra el régimen medio de mareas para la zona de estudio, obtenido del *ATLAS de Inundación en el Litoral Peninsular Español*. Según se observa en el gráfico a continuación, la elevación del nivel del mar, S_{NM} , que se supera 12 horas al año es +2,37m, respecto al NMMA.

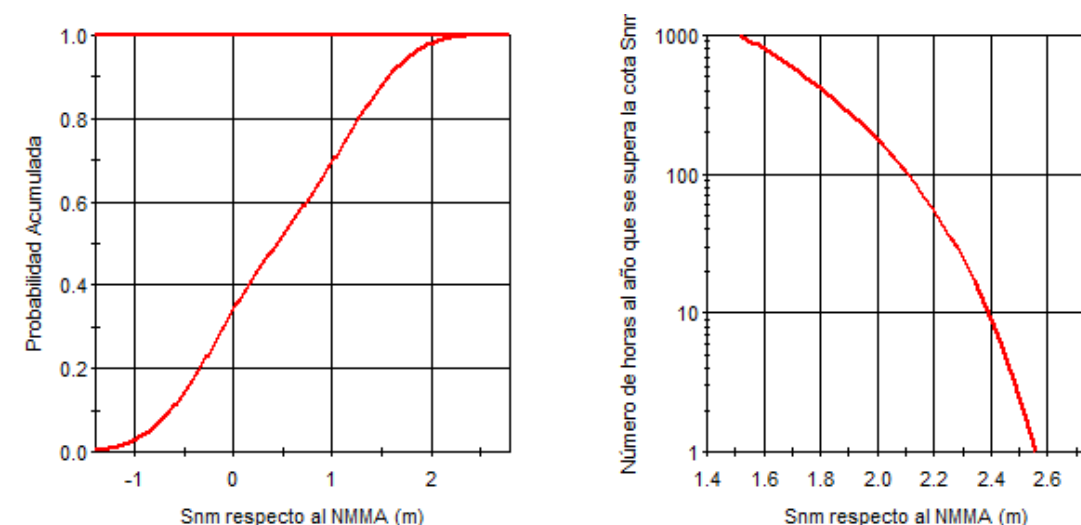


Figura 12. Régimen medio de marea para el Área IVa del ATLAS

2.1.2. Régimen extremal del nivel del mar

La elevación del nivel del mar, asociada a los oleajes extremales, para distintos periodos de retorno, según el *ATLAS de Inundación en el Litoral Peninsular Español*, se recoge a continuación:

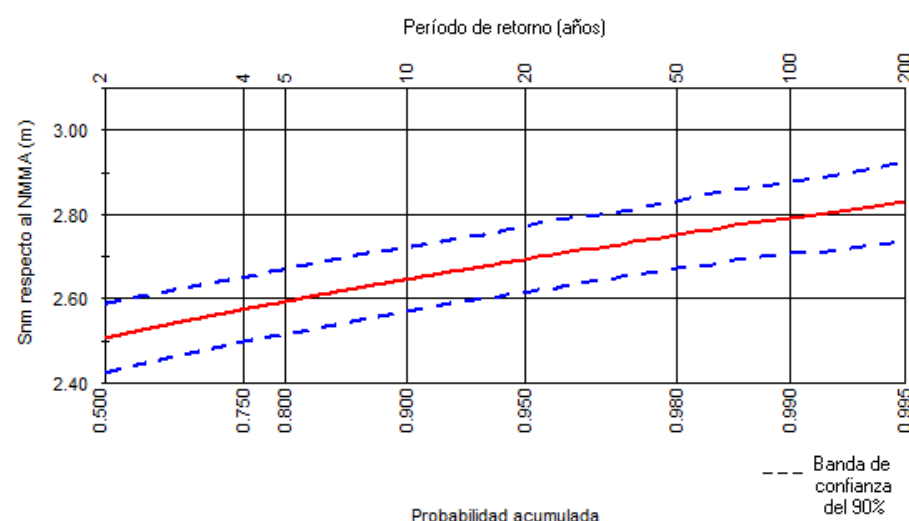


Figura 13. Régimen extremal de marea para el Área IVa del ATLAS

2.2. COTA DE INUNDACIÓN

La cota de inundación se define como la cota máxima alcanzada por el oleaje en una playa debido a la acción conjunta de la marea astronómica, marea meteorológica y el ascenso del oleaje.

Para la obtención de la Cota de Inundación se ha seguido las recomendaciones de la ROM 02.90 en las que se indica que la cota de inundación se obtiene como suma del nivel de marea propuesto por la ROM para las diferentes fachadas más el ascenso del 2% debido al oleaje obtenido a partir de la formulación de Holman (1986).

$$\text{Cota máxima} = \text{Nivel de marea}^* + \text{Ascenso oleaje (2\%)}$$

*Según el Cuadro III.10.a de la ROM, para Huelva el nivel de marea es igual a 1,85 m referido al cero hidrográfico del puerto.

El ascenso que es superado por el 2% de las olas se calcula aplicando la expresión de Holman (1996).

$$R_{2\%} = (0.78 \times Ir + 0.2)Hs = 2,14 \text{ m}$$

De lo anterior resulta que la **Cota de Inundación en nuestra zona de estudio es de +3,99 m referido al cero hidrográfico del puerto, y de +2.38 m referido al NMMA.**

3. PROPAGACIÓN DEL OLAJE HASTA LA COSTA

3.1. INTRODUCCIÓN

El oleaje que se propaga por zonas costeras de poca profundidad es modificado de forma importante por la batimetría de fondo (refracción, asomeramiento, disipación de energía y difracción como procesos físicos principales). El conocimiento sobre estos procesos físicos alcanzado en los últimos años ha permitido simular dichos procesos en los modelos numéricos de propagación de oleaje.

Con los datos descritos en las secciones anteriores se tiene caracterizado el oleaje en profundidades indefinidas, pero para el estudio de los procesos litorales en la zona de estudio es necesario estimar los parámetros del oleaje en profundidades reducidas. Así pues, a través de las figuras de propagación, se pretende obtener una imagen cualitativa y cuantitativa del proceso de propagación desde profundidades indefinidas hasta el tramo de costa en estudio, permitiendo así detectar zonas de concentración o divergencia del flujo de energía del oleaje y por lo tanto ayuda en la comprensión de los fenómenos responsables de los procesos litorales en la zona.

3.2. MODELO NUMÉRICO DE PROPAGACIÓN

Al propagarse el oleaje hacia la costa, se producen fenómenos que modifican sus propiedades y que afectan a la distribución espacial de la energía (refracción, reflexión, asomeramiento, rotura, fricción con el fondo, etc.). Desde un punto de vista práctico, se puede hablar de dos tipos de modelos:

- Aquellos que propagan oleaje monocromático (propagación de un tren de ondas de una única frecuencia y amplitud).
- Los que propagan un espectro de energía asociado a un oleaje irregular aleatorio.

El primer tipo de modelos generalmente se utiliza para caracterizar el patrón de oleaje en una zona de estudio, su bajo costo computacional permite propagar un alto número de trenes de ondas monocromáticos, los cuales se obtienen a partir de los regímenes medios direccionales en el área, que han sido anteriormente obtenidos en este informe. Estos modelos representan bastante bien el patrón de oleaje, no obstante, tienden a sobreestimar las alturas de ola en profundidades reducidas. Pero si el

objetivo es identificar los patrones de comportamiento del oleaje, estos modelos funcionan de manera satisfactoria.

El segundo tipo de modelos permite conocer en una zona de estudio la altura de ola estadísticamente representativa de un estado de mar (oleaje irregular aleatorio). Este tipo de modelos son bastante precisos en el cálculo de las alturas de ola, requiriendo un alto coste computacional, razones por las cuales generalmente se aplican en la propagación de casos extraordinarios o en aquellos casos en los cuales se requiere obtener con una gran precisión los regímenes de oleaje en una zona de la costa, como el caso de diseño de estructuras marinas.

El modelo numérico utilizado en este caso se denomina Sistema de Modelado Costero (SMC) y ha sido elaborado por el Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas de la Universidad de Cantabria, para la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente. Este modelo tiene en cuenta la difracción, refracción, asomeramiento y la disipación de energía debido a la fricción con el fondo y a la rotura del oleaje. Se ha empleado el modelo integral de “MORfodinámica de PLAyas” (Mopla), el cual es un programa que permite simular en una zona litoral, la propagación del oleaje desde profundidades indefinidas hasta la línea de costa. A partir de este oleaje, lleva a cabo el cálculo de corrientes inducidas en la zona de rompientes, y finalmente, simula la evolución morfodinámica de una playa.

Para poder emplearlo se han tenido en cuenta las limitaciones que el modelo presenta para la propagación del oleaje. Dichas limitaciones son:

- Las pendientes del fondo deben ser menores que 1V:3H (18°), para garantizar la condición de pendiente suave.
- El ángulo de propagación en la primera fila ($x=0$) de la malla, debe estar dentro del rango $\pm 55^\circ$, con respecto al eje de propagación principal, eje x.
- Se debe tener especial cuidado para que la zona de estudio no se encuentre dentro de ángulos de propagación mayores a $\pm 55^\circ$ con respecto al eje x, dado que los errores comienzan a ser importantes para estos ángulos. Orientar en lo posible, el eje x de la malla en la dirección principal de propagación del oleaje.
- El modelo ha sido diseñado principalmente para ser aplicado en zonas costeras y playas, donde los fenómenos de propagación dominantes son la refracción, asomeramiento, difracción y rotura

en playas. No es aplicable en casos donde la reflexión es un fenómeno importante, como es el caso de resonancia y agitación en puertos.

3.3. BATIMETRÍA UTILIZADA

Se cargó en el programa los datos del relevamiento topo-batimétrico realizado en la zona de estudio. Dichos datos, fueron completados con la información contenida en las cartas náuticas de la base de datos del programa BACO implementado en el SMC desarrollado por la Universidad de Cantabria.

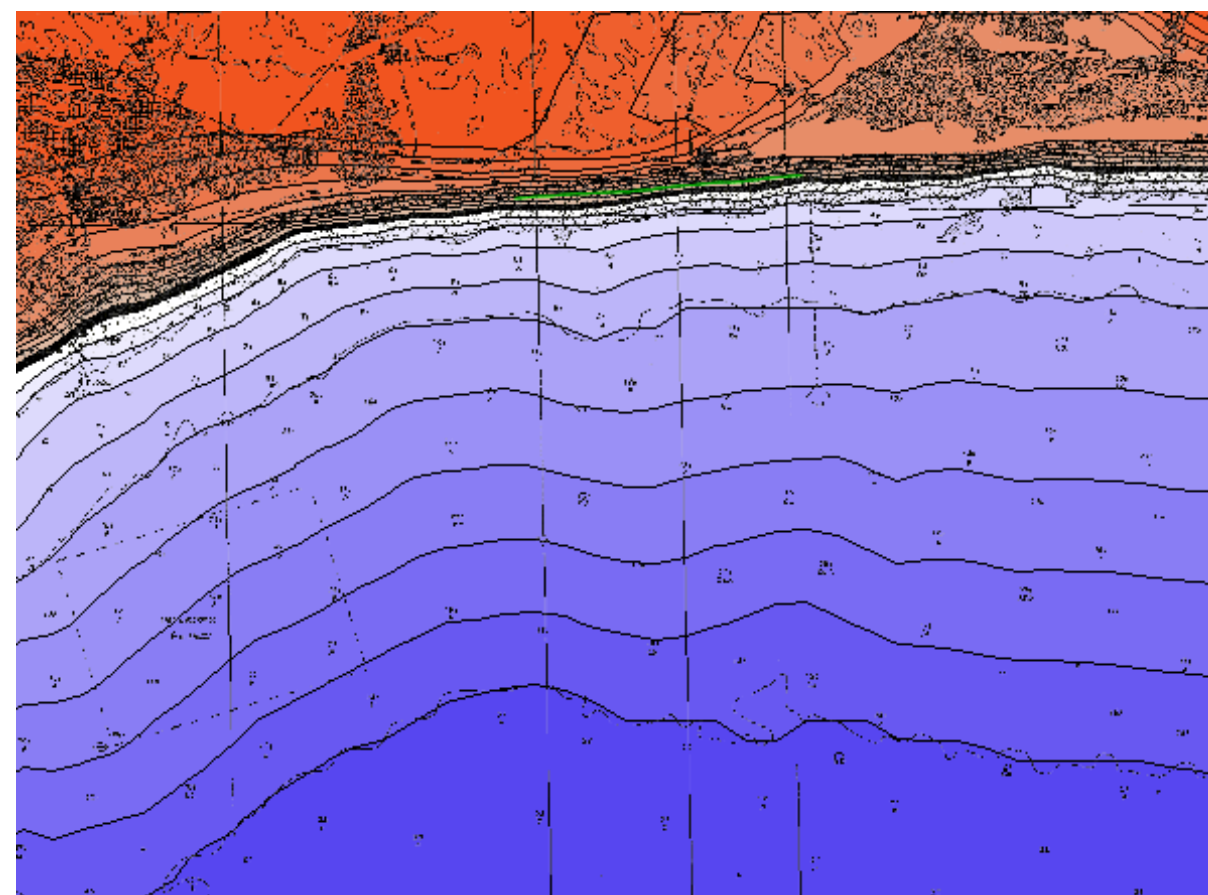


Figura 14. Topobatimetría cargada en SMC

3.4. PARÁMETROS DE CÁLCULO

3.4.1. Escenarios de oleaje a estudiar

Las direcciones seleccionadas para el estudio de propagación son WSW, SW, SSW, S, SSE, SE y ESE. Como se vio anteriormente estas direcciones son las direcciones susceptibles de incidir en la zona de estudio, si bien la primera y la última dada su elevada oblicuidad sufrirán una gran pérdida de energía (que se traducirá en una importante reducción de la altura de ola).

Para estas siete direcciones se han propagado tres tipos de oleaje:

- Oleaje morfológico (aquel que concentra la energía del conjunto de oleajes de un determinado sector direccional).
- Oleaje asociado a la H_{s12} (representa aproximadamente el comportamiento en la zona de rompientes de un temporal con una presentación de tipo anual).
- Oleaje de diseño que permita realizar el dimensionamiento de las obras.

Los datos de entrada de las propagaciones de los distintos escenarios simulados se muestran a continuación:

Caso	Dirección	$H_s(m)$	$T_p(m)$	Frec. (Hz)
01	WSW	0.58	5.45	0.1834
02	SW	1.23	6.05	0.1652
03	SSW	1.50	6.32	0.1582
04	S	1.16	5.98	0.1671
05	SSE	1.01	5.84	0.1712
06	SE	1.07	5.90	0.1695
07	ESE	1.32	6.14	0.1628

Tabla 9. Datos de entrada propagación oleajes morfológicos

Caso	Dirección	$H_s(m)$	$T_p(m)$	Frec. (Hz)
11	WSW	2.50	7.42	0.1347
12	SW	4.00	9.45	0.1058
13	SSW	6.28	13.63	0.0733

Caso	Dirección	$H_s(m)$	$T_p(m)$	Frec. (Hz)
14	S	4.50	10.24	0.0977
15	SSE	3.80	9.15	0.1093
16	SE	3.76	9.09	0.1100
17	ESE	3.86	9.24	0.1082

Tabla 10. Datos de entrada propagación oleaje H_{s12}

3.4.2. Mallas de cálculo

Dadas las características de la zona de estudio y del clima marítimo, que incluye oleajes procedentes tantos de levante como de poniente, ha sido necesario definir dos juegos de mallas diferentes para poder propagar los diferentes casos seleccionados. Tanto para oleaje de poniente como de levante es necesario recurrir a una técnica de mallas anidadas, en la cual se comienza con una malla general ($\Delta x = \Delta y = 150 m$) que se enlaza con una malla de detalle de dimensiones reducidas y gran resolución espacial ($\Delta x = \Delta y = 20 m$).

Profundidad de inicio de las mallas:

Para definir la profundidad límite de aguas profundas se ha empleado la siguiente expresión:

$$d = 0,78 T^2$$

Angulo de orientación de las mallas:

MALLA		RUMBO	ORIGEN (X)	ORIGEN (Y)	NODOS EJE X	NODOS EJE Y
PONIENTE	General	70º	657534.15	4099823.47	60	60
	Detalle				177	177
LEVANTE	General	110º	667881.49	4101685.99	60	60
	Detalle				179	179

Tabla 11. Características Mallas

3.4.3. Resultados

Los resultados obtenidos en las propagaciones del oleaje son las gráficas de isolíneas de altura de ola, y los gráficos de corriente que se muestran en el Apéndice I de este anejo.

A continuación, se muestra un gráfico combinado de corrientes y altura de ola para los oleajes morfológicos procedentes del Oeste. De izquierda a derecha, y de arriba abajo: procedencias SSW, SW, SSW y S.

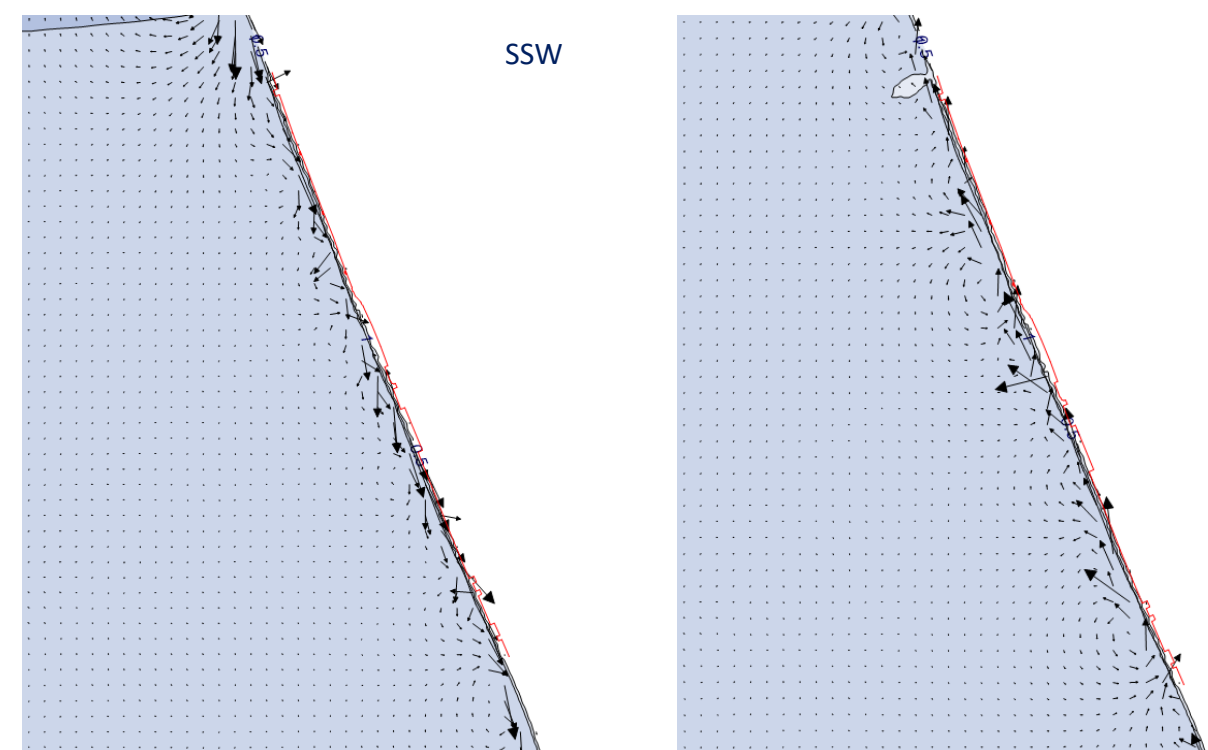
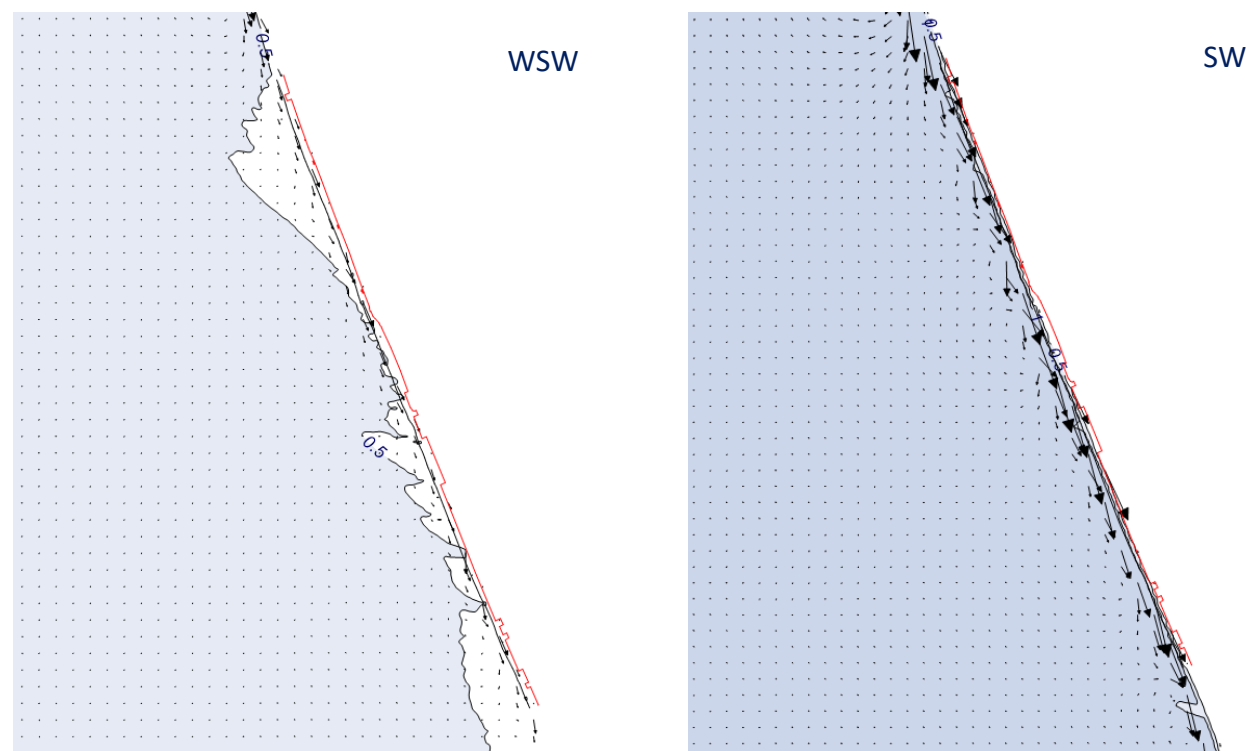


Figura 15. Propagación oleaje morfológico procedente de poniente

En la Figura 16, se muestra un gráfico combinado de corrientes y altura de ola para los oleajes asociados a H_{s12} procedentes del Oeste. De izquierda a derecha, y de arriba abajo: procedencias SSW, SW, SSW y S.

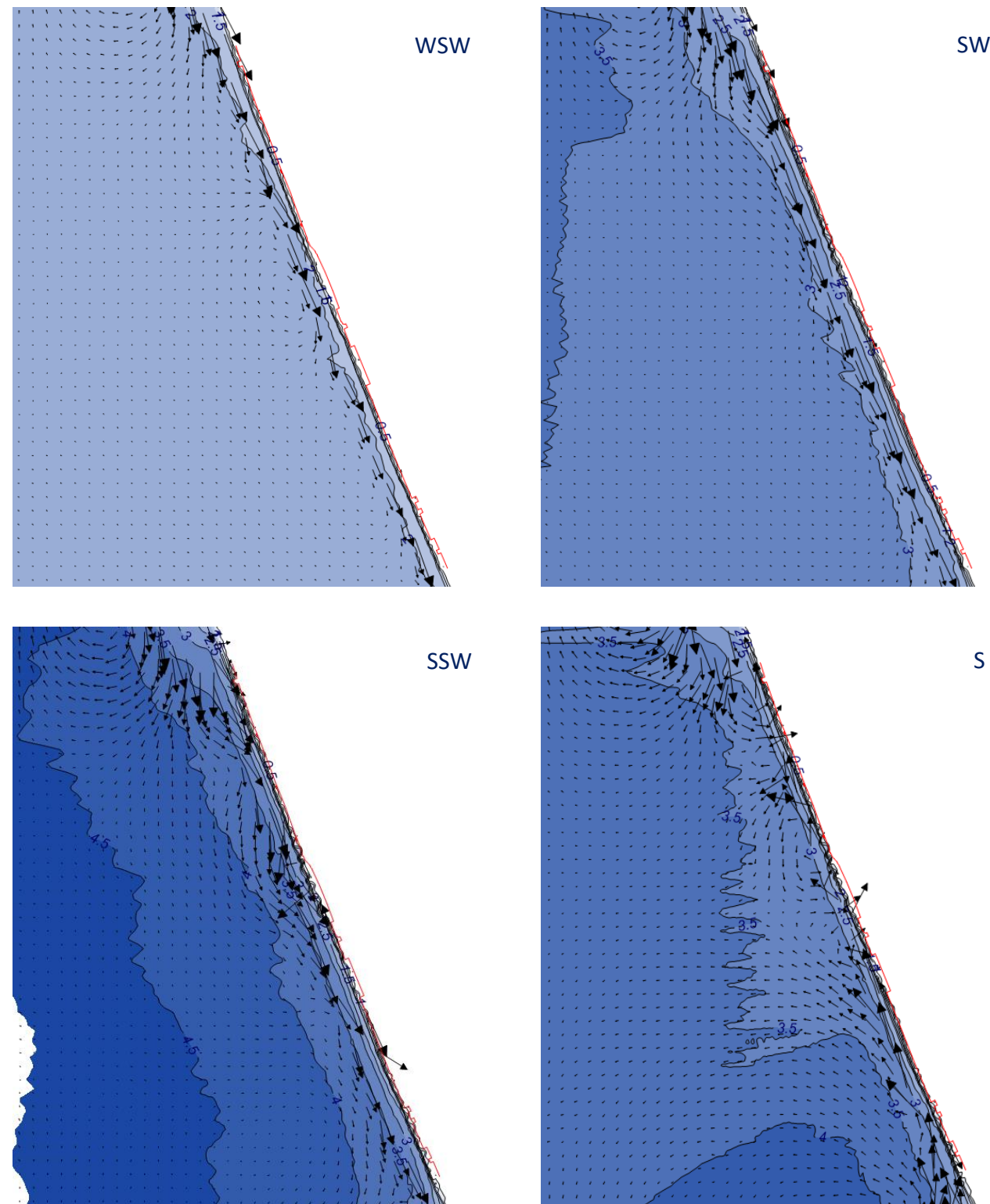


Figura 16. Propagación oleaje H_{s12} procedente de poniente

A continuación, se muestra un gráfico combinado de corrientes y altura de ola para los oleajes morfológicos procedentes del Este. De izquierda a derecha, y de arriba abajo: procedencias SSE, SE y ESE.

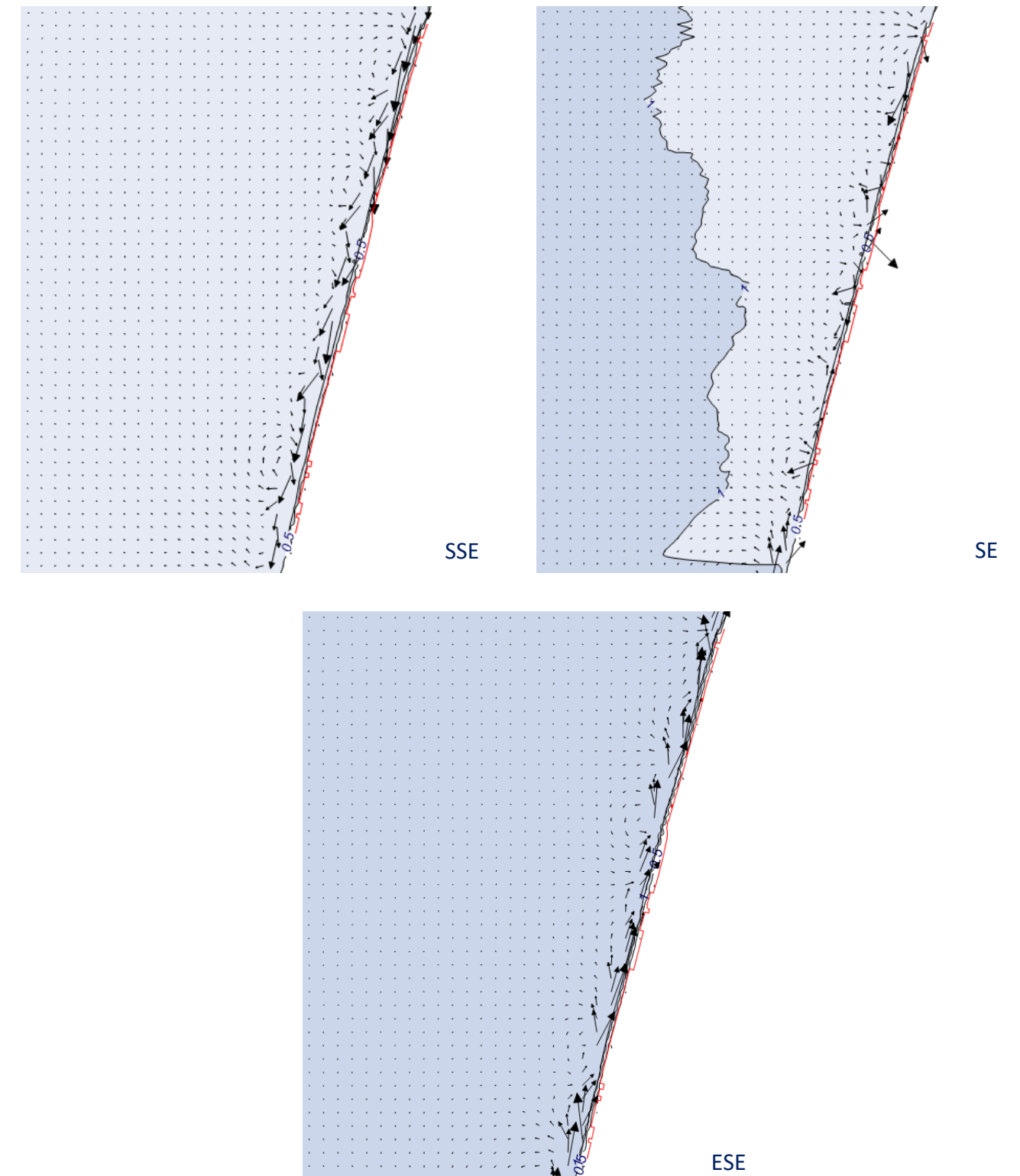


Figura 17. Propagación oleaje morfológico procedente de levante

Finalmente, se muestran los gráficos combinados de corrientes y altura de ola para los oleajes asociados a H_{s12} procedentes del Este. De izquierda a derecha, y de arriba abajo: procedencias SSE, SE y ESE.

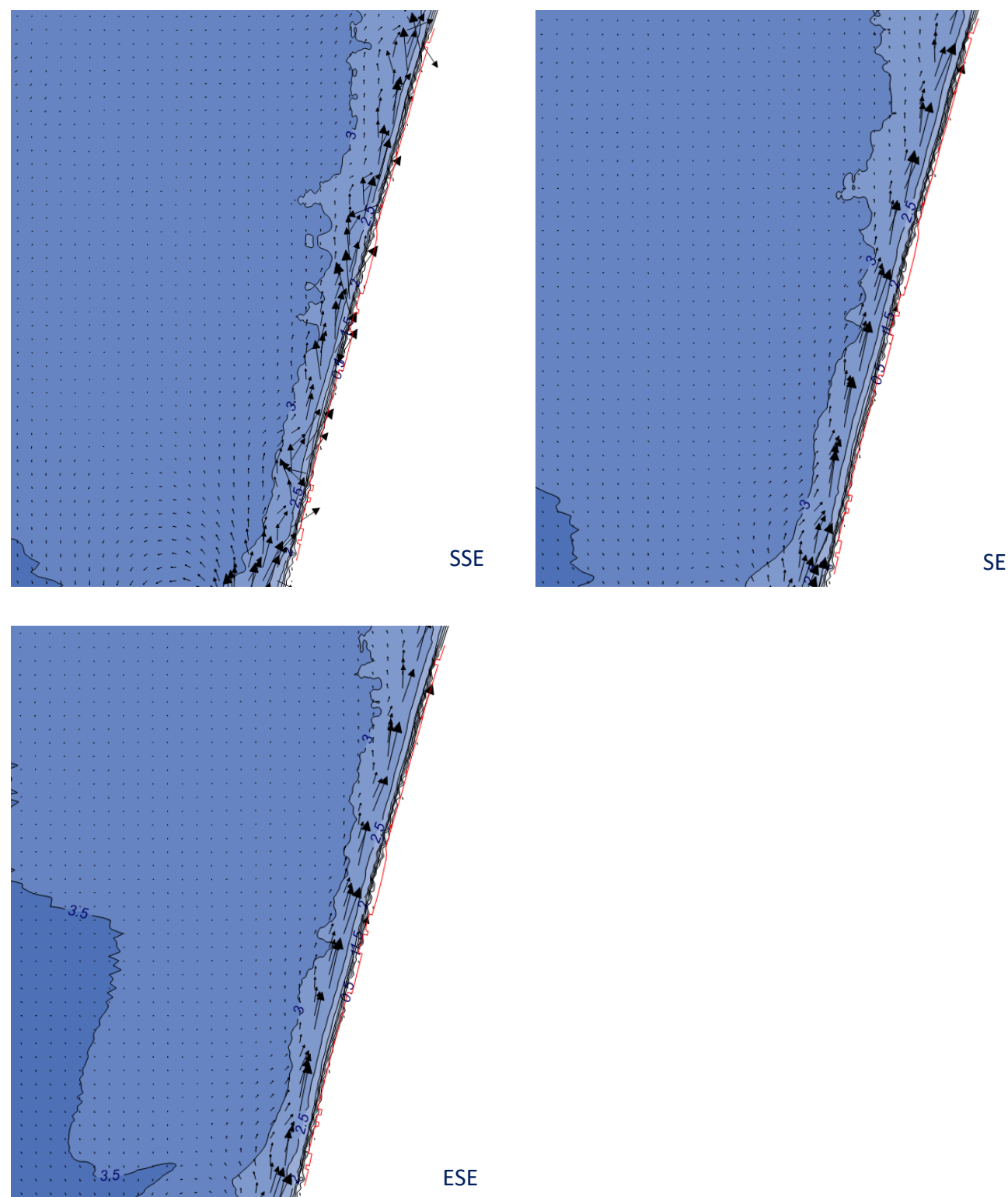


Figura 18. Propagación oleaje H_{s12} procedente de levante

4. ANÁLISIS DEL VIENTO

Para caracterizar el régimen de vientos próximo a la zona de estudio se han utilizado los datos del nodo SIMAR 1051048, el mismo que se ha utilizado para el oleaje. La información recogida para la determinación de los regímenes medios se limita únicamente a la variable velocidad media del viento (m/s) y la dirección media asociada.

La frecuencia de presentación sectorial del viento puede apreciarse en la siguiente rosa de vientos, donde se observa que sector con mayor frecuencia es el sector NW con una frecuencia de 10,75%. Los sectores correspondientes entre el W y el N en sentido horario suponen el 45% de presentación.

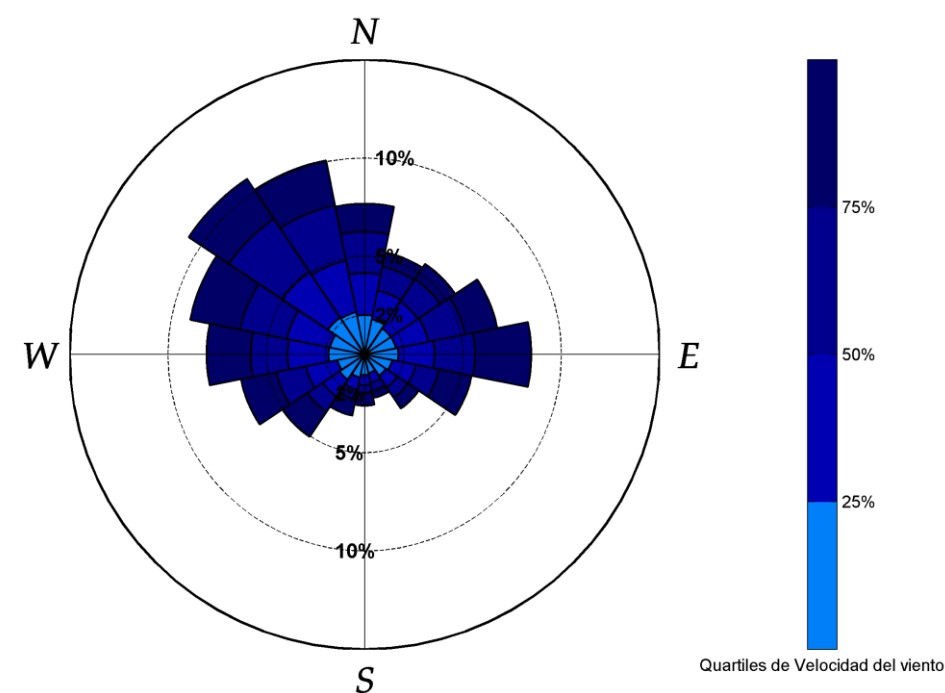


Figura 19. Rosa de vientos del punto SIMAR 1051048

Variable medida: Velocidad del viento

direcciones(º)	prob.direccion	Velocidad del viento	Velocidad del viento _{50%}	Velocidad del viento _{90%}	Velocidad del viento _{99%}
N	0.0767	4.9500	8.0000	11.0900	14.8158
NNE	0.0529	4.4000	7.6000	10.8000	14.0000
NE	0.0553	4.6000	8.0000	10.6000	13.6000
ENE	0.0687	5.3000	8.8500	12.0000	14.3000
E	0.0846	5.8000	9.7000	13.1000	15.3321
ESE	0.0554	5.3000	9.8000	14.0580	16.9000
SE	0.0330	4.3000	9.1000	14.2440	19.2107
SSE	0.0225	4.1000	8.9000	14.1800	17.9000
S	0.0260	4.4000	9.6000	14.0000	20.0000
SSW	0.0317	4.5000	10.5000	16.0000	20.2644
SW	0.0503	5.1000	10.9000	15.4000	17.8210
WSW	0.0641	5.4000	10.2000	14.6000	16.3000
W	0.0803	5.2000	9.3000	14.1000	17.9541
WNW	0.0904	5.5000	9.1000	13.0000	16.1186
NW	0.1075	5.4000	8.5000	11.7000	14.1000
NNW	0.1007	5.3000	8.4000	11.6270	13.5000

Tabla 12. Dirección y probabilidades de Velocidad de viento

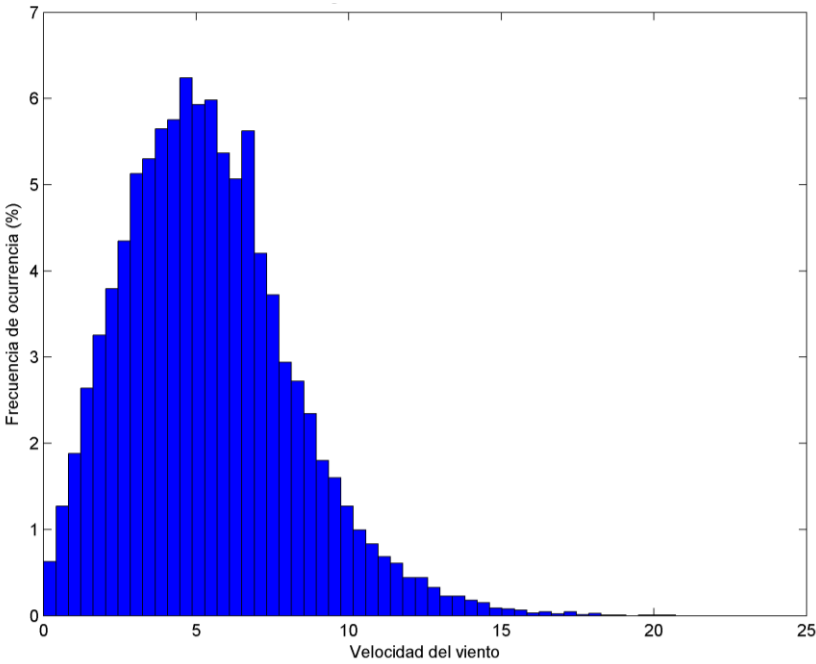


Figura 20. Histograma de velocidad del Viento (m/s)

El análisis del régimen medio de la variable velocidad media del viento se realiza también a partir de los datos del nodo SIMAR 1051048, realizando un ajuste de Weibull de mínimos. La distribución de Weibull ajustada a los datos se muestra en la Figura 21.

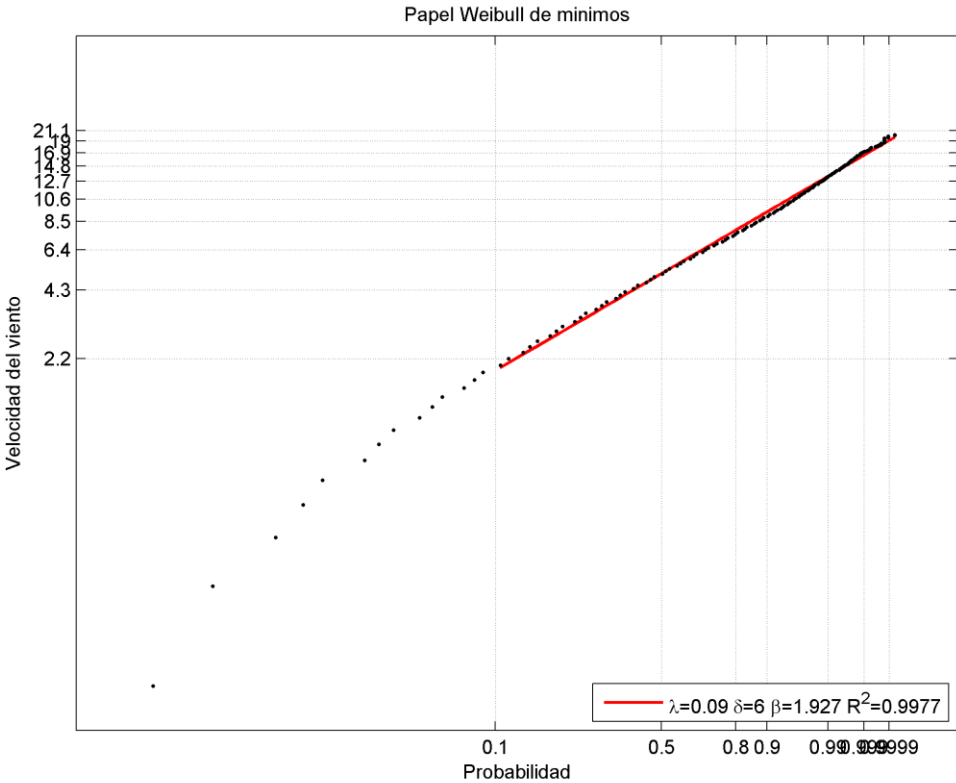


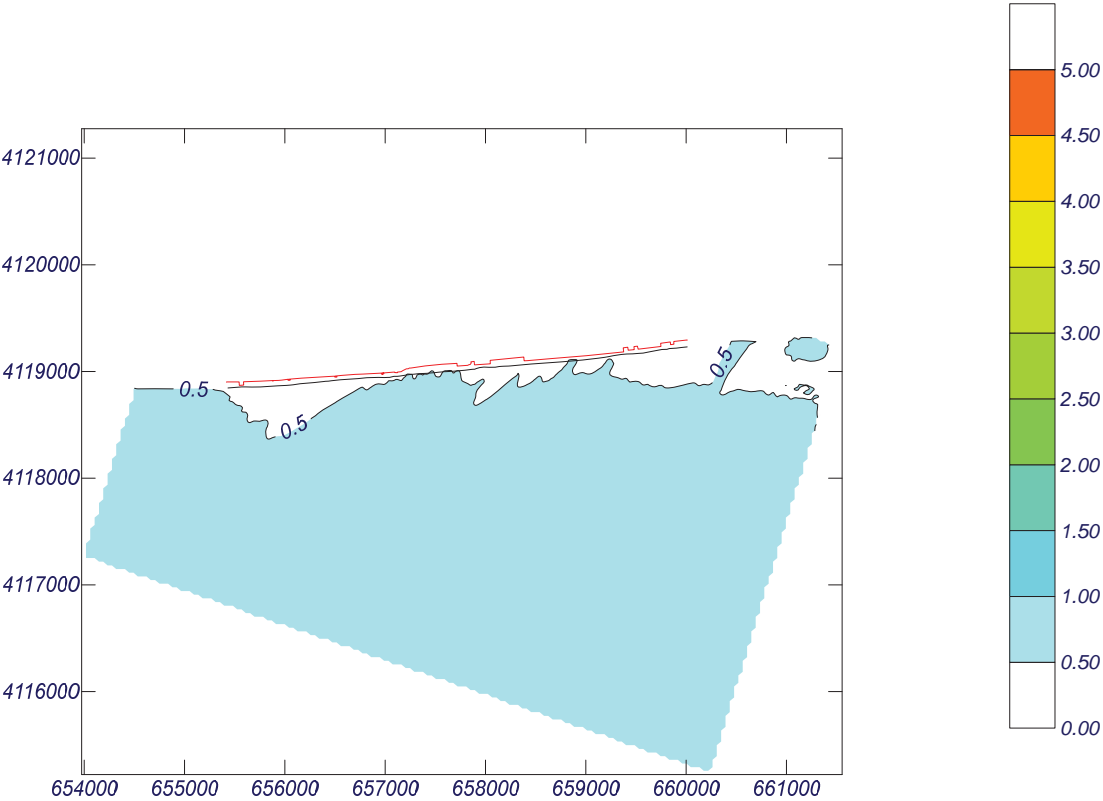
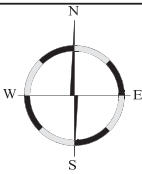
Figura 21. Histograma de velocidad del Viento (m/s)

APÉNDICE I: RESULTADOS DE PROPAGACIÓN

Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

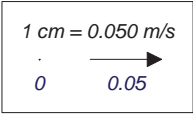
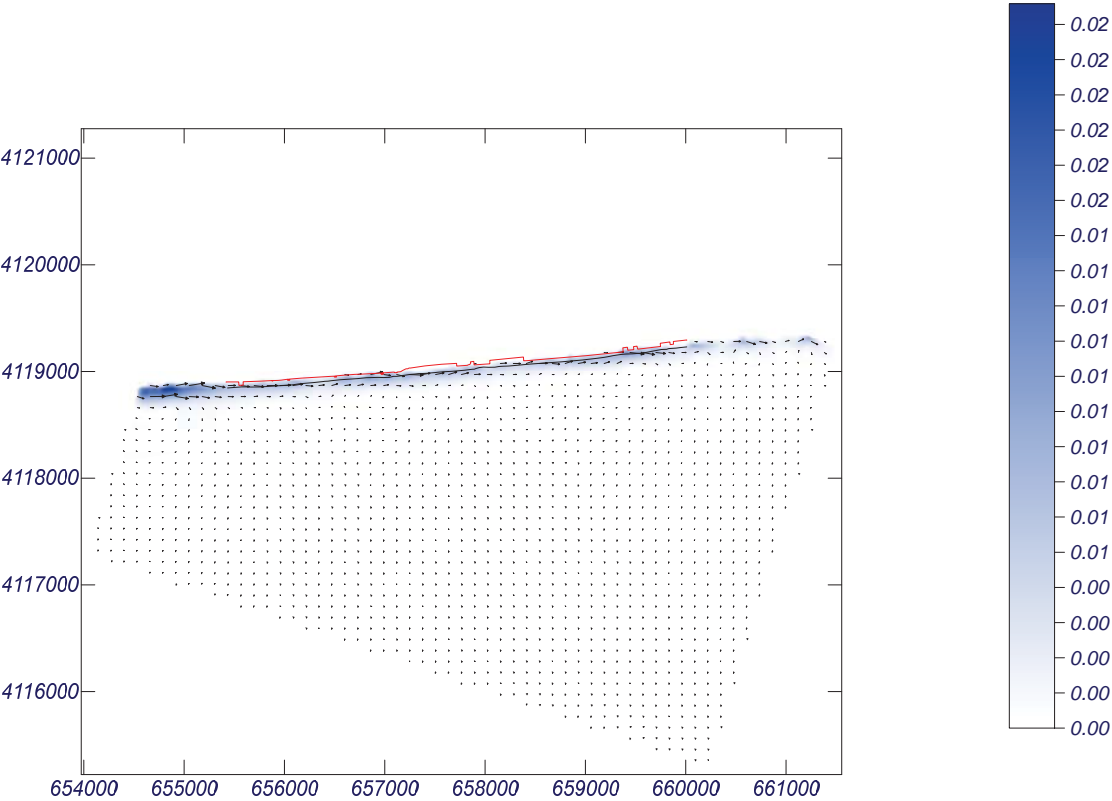
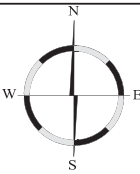
Caso espectral: M301 M3: Malla poniente M3 01: WSW Hsmorf = 0.58 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	Espectro frecuencial (TMA) Hs: 0.58 m h: 50 m fp: 0.183 Hz (Tp: 5.46448 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: -42° (S60.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

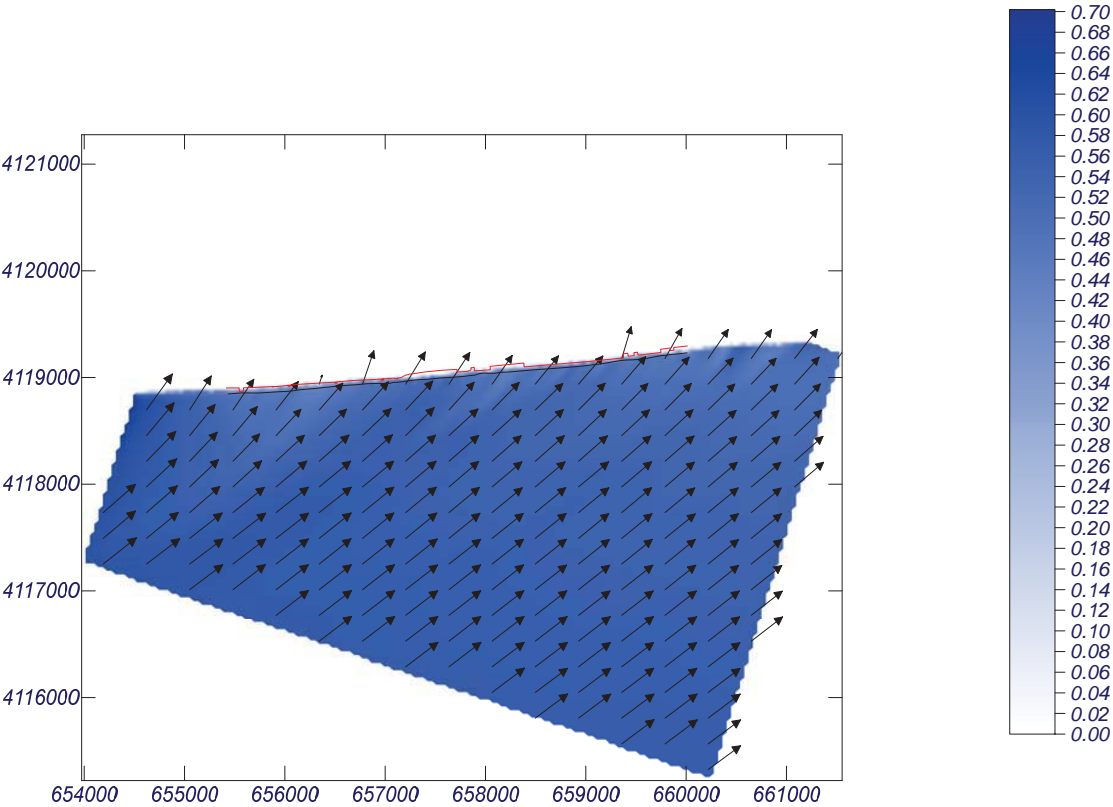
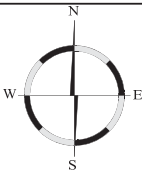
Caso espectral: M301 M3: Malla poniente M3 01: WSW Hsmorf = 0.58 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	Espectro frecuencial (TMA) Hs: 0.58 m h: 50 m fp: 0.183 Hz (Tp: 5.46448 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: -42° (S60.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m Viscosidad de remolino ε: 12 m ² /s	



Proyecto:

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

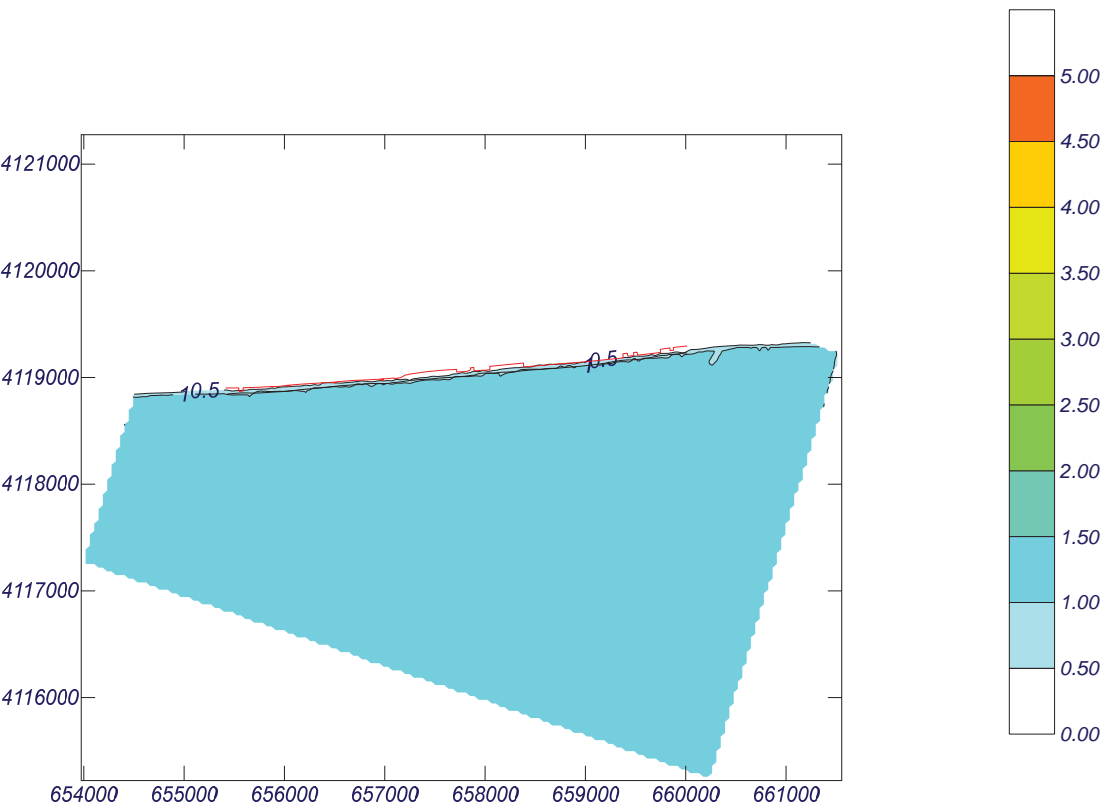
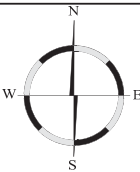
Caso espectral: M301 M3: Malla poniente M3 01: WSW Hsmorf = 0.58 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP <i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 0.58 m h: 50 m fp: 0.183 Hz (Tp: 5.46448 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: -42° (S60.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	COPLA-SP	MOPLA-SP



Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

Caso espectral: M302 M3: Malla poniente M3 02: SW Hsmorf = 1.23 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP <i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 1.23 m h: 50 m fp: 0.165 Hz (Tp: 6.06061 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: -27° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	COPLA-SP	MOPLA-SP

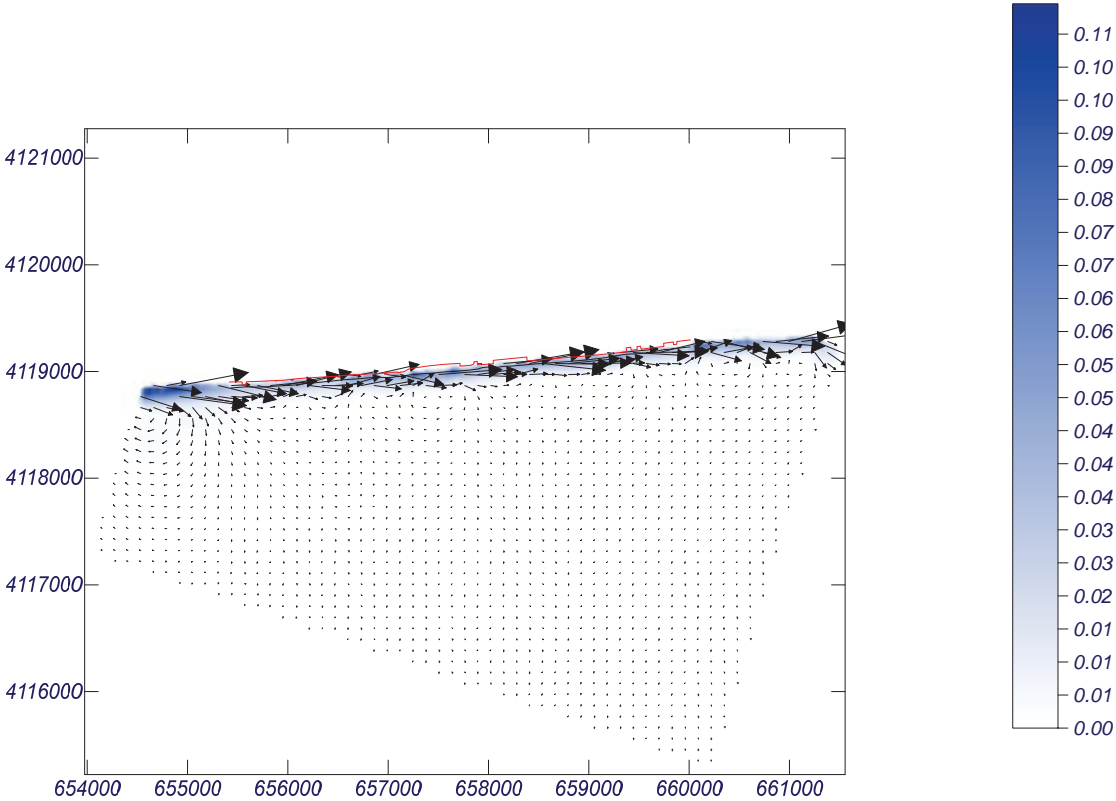
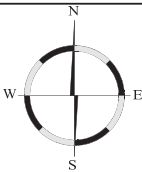


Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

Caso espectral: M302
M3: Malla poniente M3
02: SW Hsmorf = 1.23 m

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 1.23 m h: 50 m fp: 0.165 Hz (Tp: 6.06061 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: -27° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	<i>Rugosidad de Nikuradse</i> Kswc: 1 m <i>Viscosidad de remolino</i> ε: 12 m²/s	

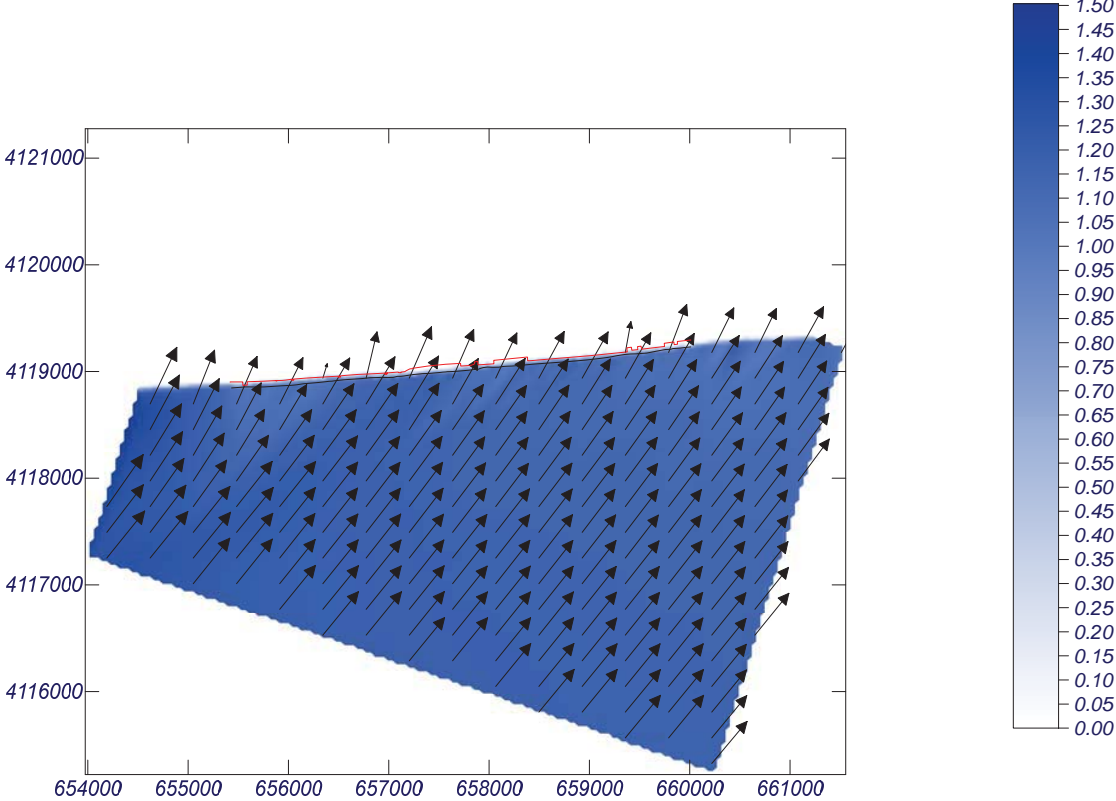
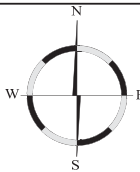


Proyecto:

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

Caso espectral: M302
M3: Malla poniente M3
02: SW Hsmorf = 1.23 m

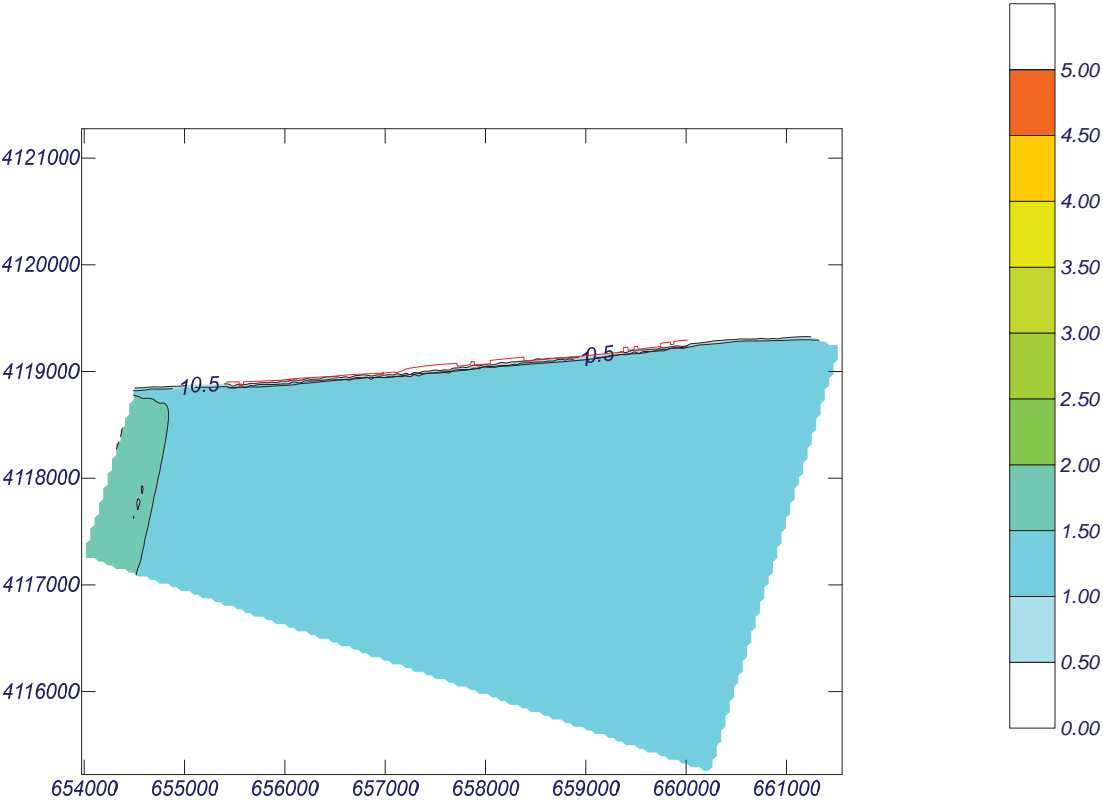
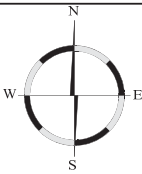
Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 1.23 m h: 50 m fp: 0.165 Hz (Tp: 6.06061 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: -27° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

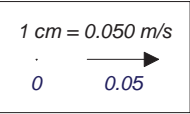
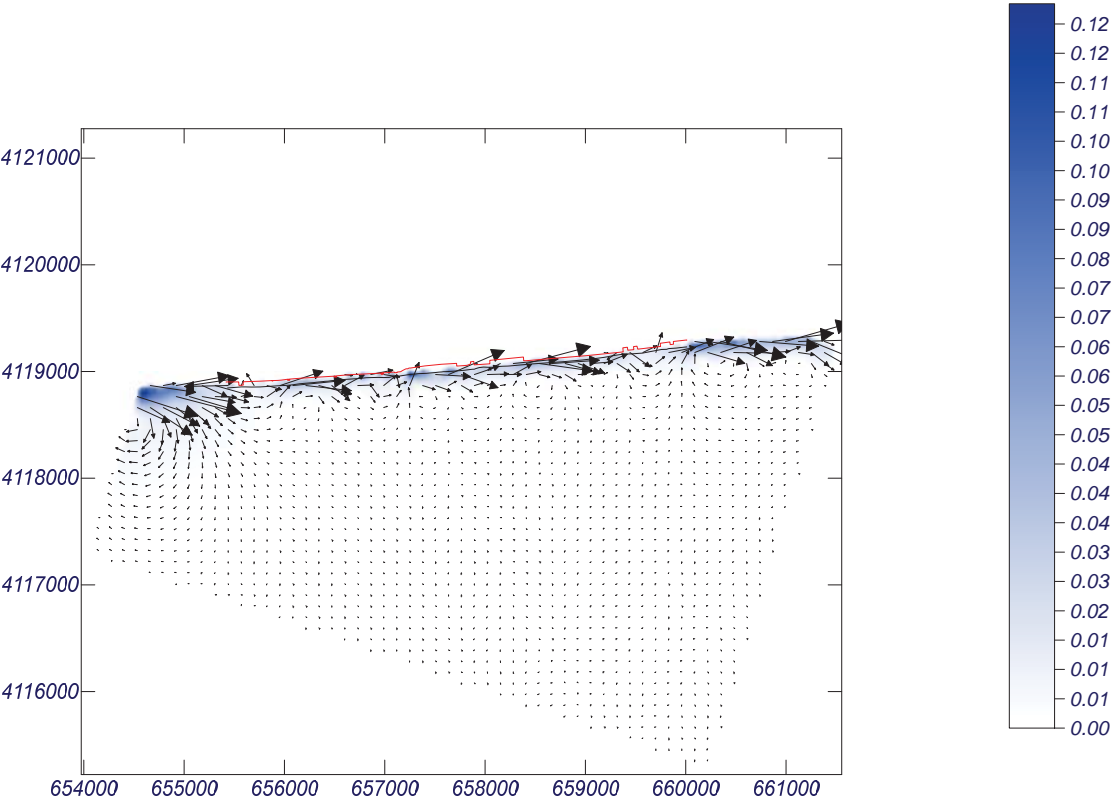
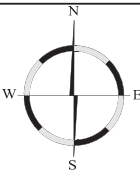
Caso espectral: M303 M3: Malla poniente M3 03: SSW Hsmorf = 1.50 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1.5 m h: 50 m fp: 0.158 Hz (Tp: 6.32911 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: -4.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

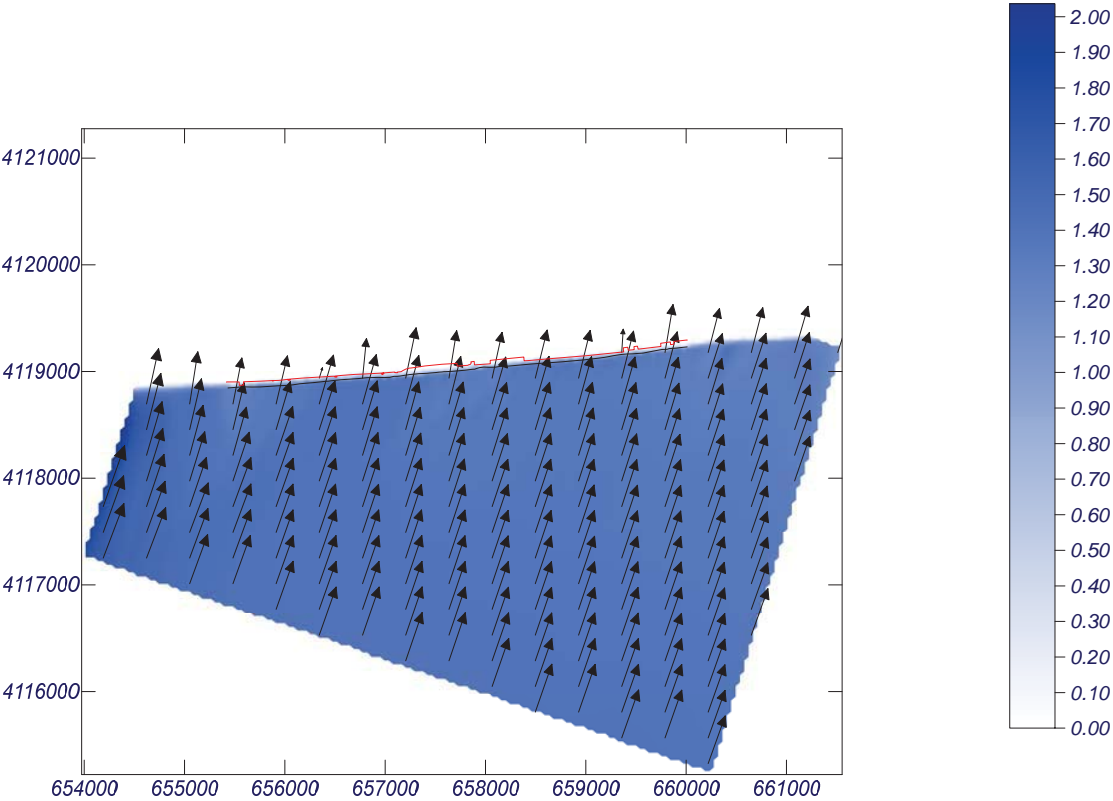
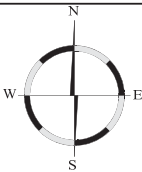
Caso espectral: M303 M3: Malla poniente M3 03: SSW Hsmorf = 1.50 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1.5 m h: 50 m fp: 0.158 Hz (Tp: 6.32911 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: -4.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m Viscosidad de remolino ε: 12 m ² /s	



Proyecto:

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

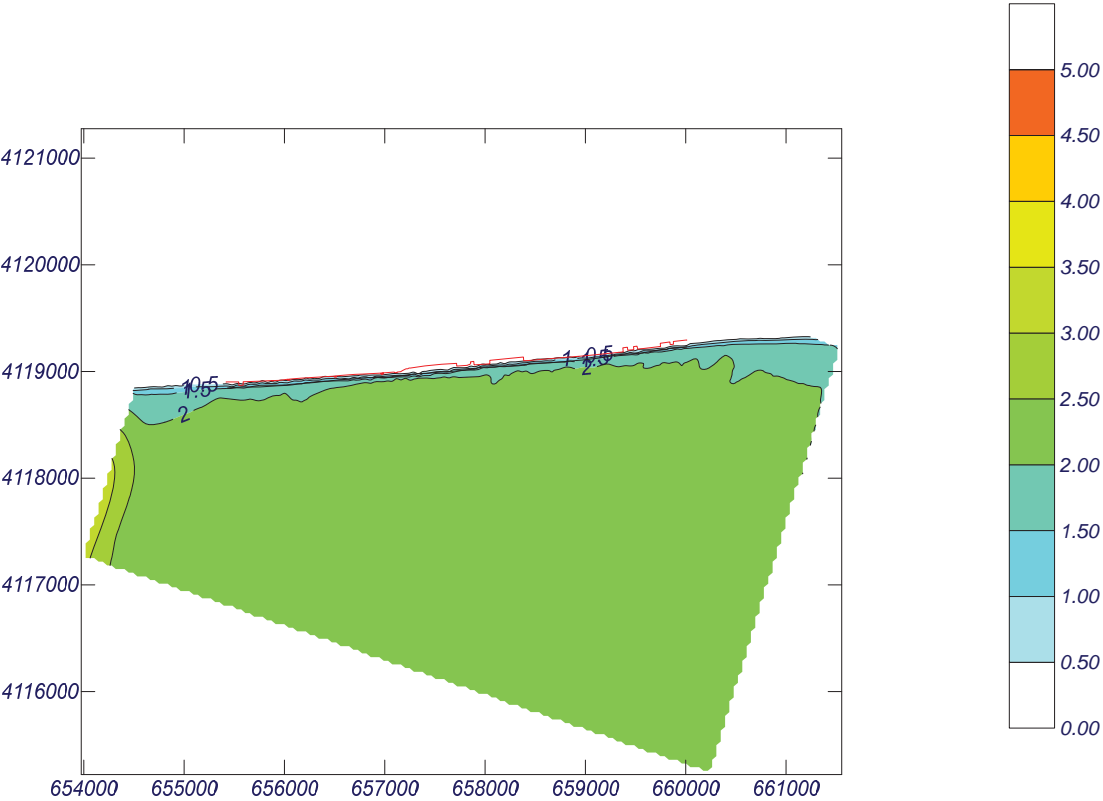
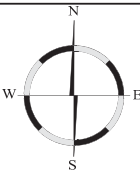
Caso espectral: M303 M3: Malla poniente M3 03: SSW Hsmorf = 1.50 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1.5 m h: 50 m fp: 0.158 Hz (Tp: 6.32911 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: -4.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

Caso espectral: M311 M3: Malla poniente M3 11: WSW Hs12 = 2.50 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	Espectro frecuencial (TMA) Hs: 2.5 m h: 50 m fp: 0.135 Hz (Tp: 7.40741 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: -42° (S60.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		

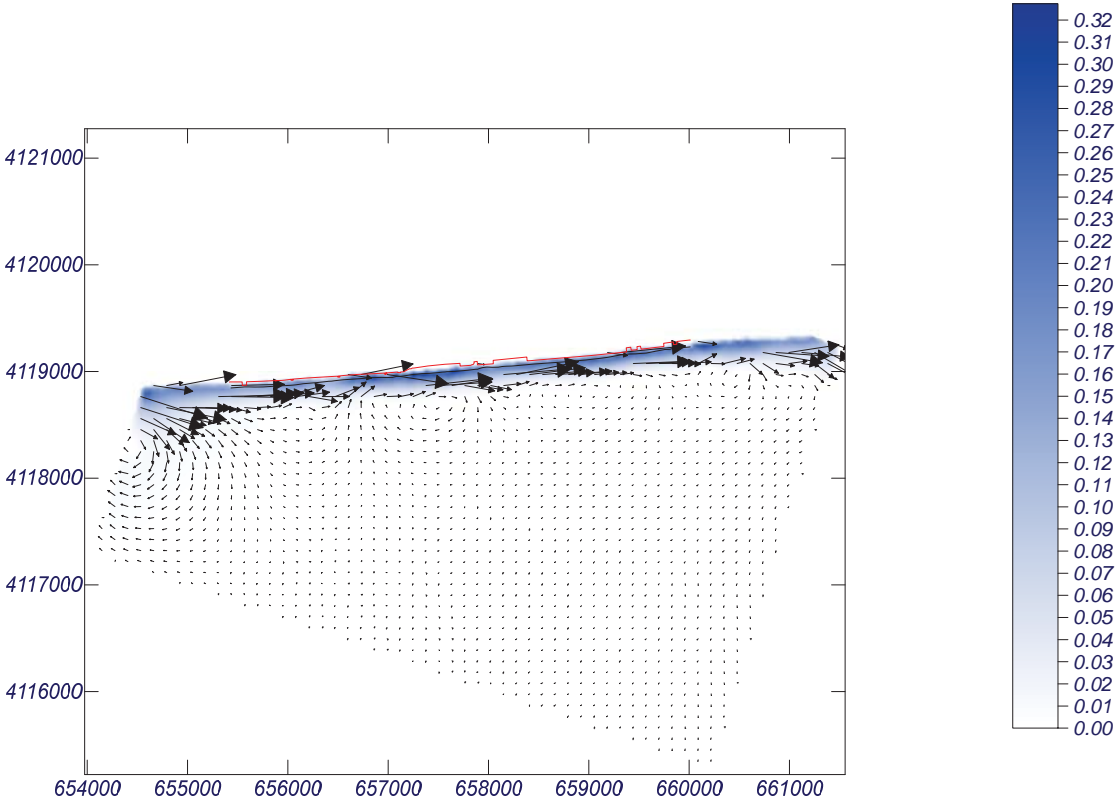
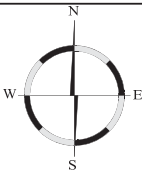


Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

Caso espectral: M311
M3: Malla poniente M3
11: WSW Hs12 = 2.50 m

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 2.5 m h: 50 m fp: 0.135 Hz (Tp: 7.40741 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: -42° (S60.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m Viscosidad de remolino ε: 12 m²/s	

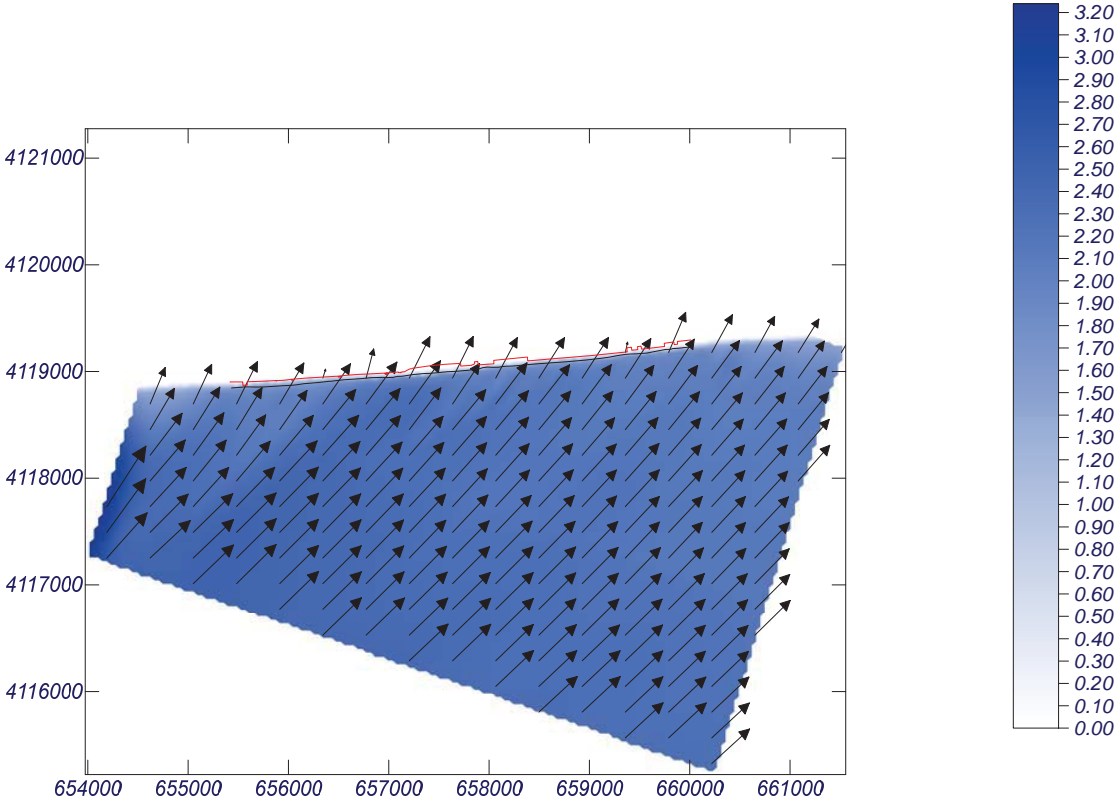
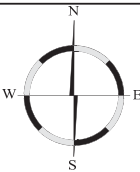


Proyecto:

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

Caso espectral: M311
M3: Malla poniente M3
11: WSW Hs12 = 2.50 m

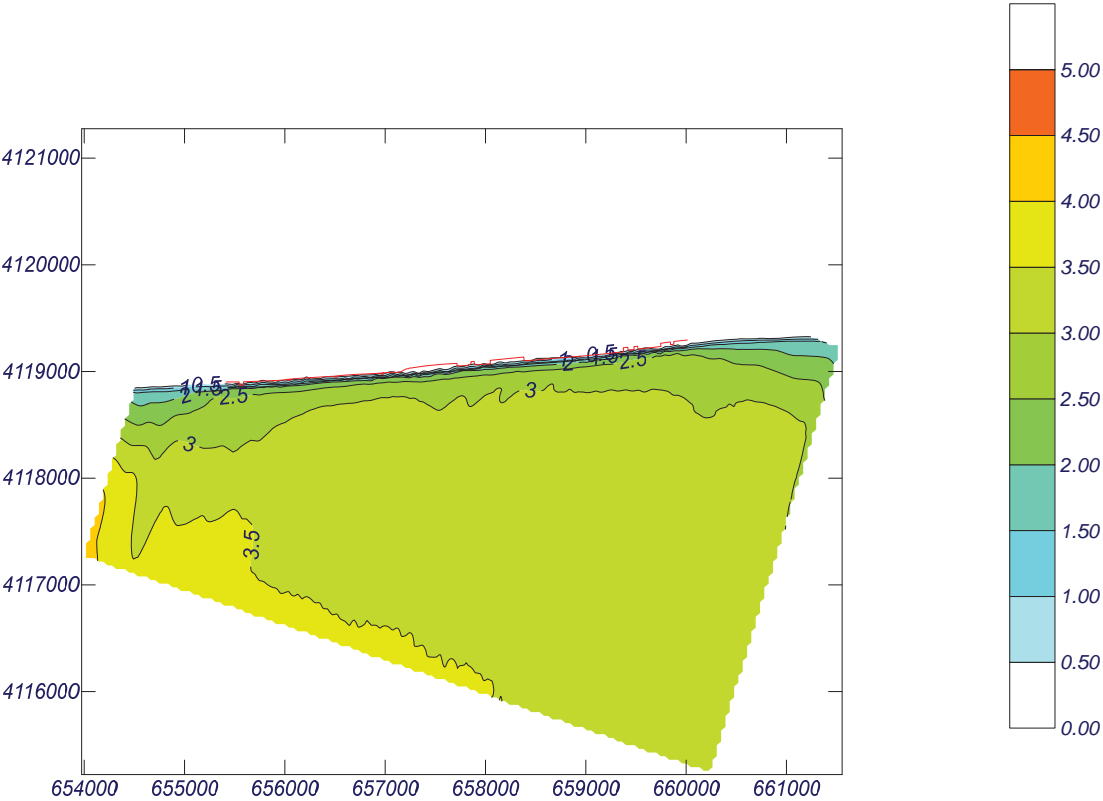
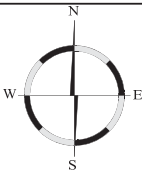
Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 2.5 m h: 50 m fp: 0.135 Hz (Tp: 7.40741 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: -42° (S60.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

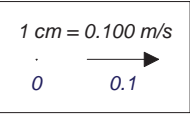
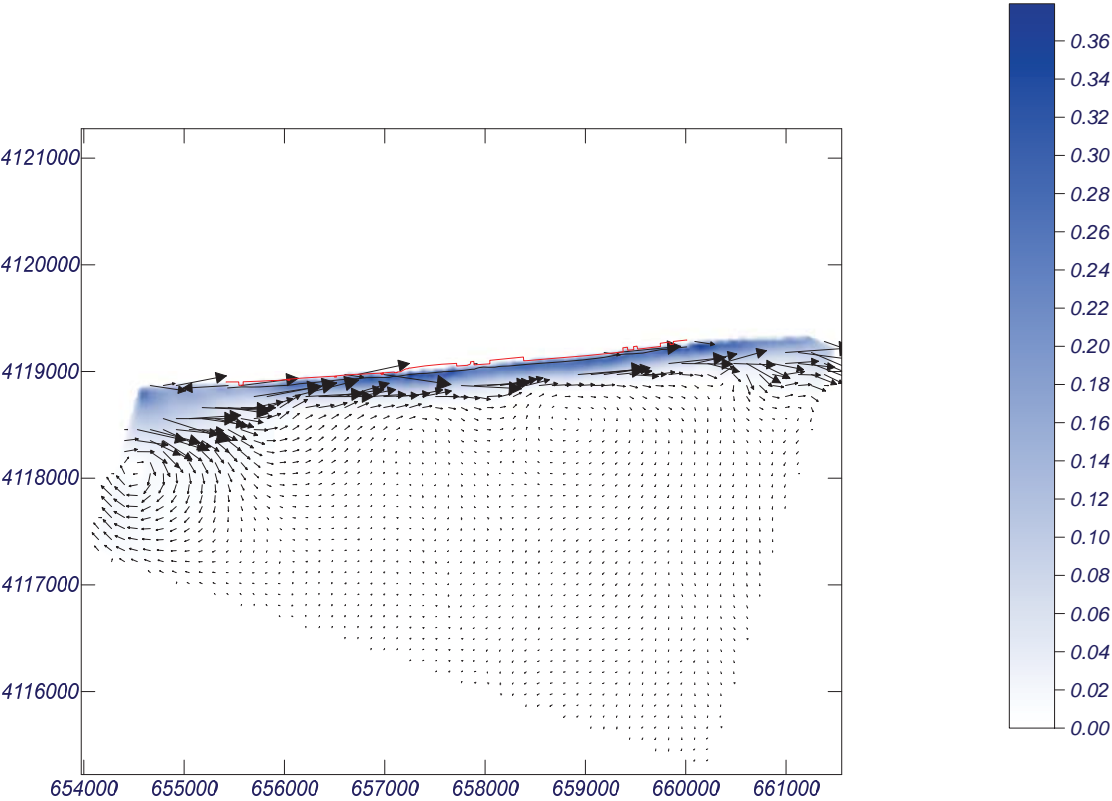
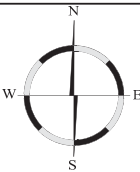
Caso espectral: M312 M3: Malla poniente M3 12: SW Hs12 = 4.00 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 4 m h: 50 m fp: 0.106 Hz (Tp: 9.43396 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: -27° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

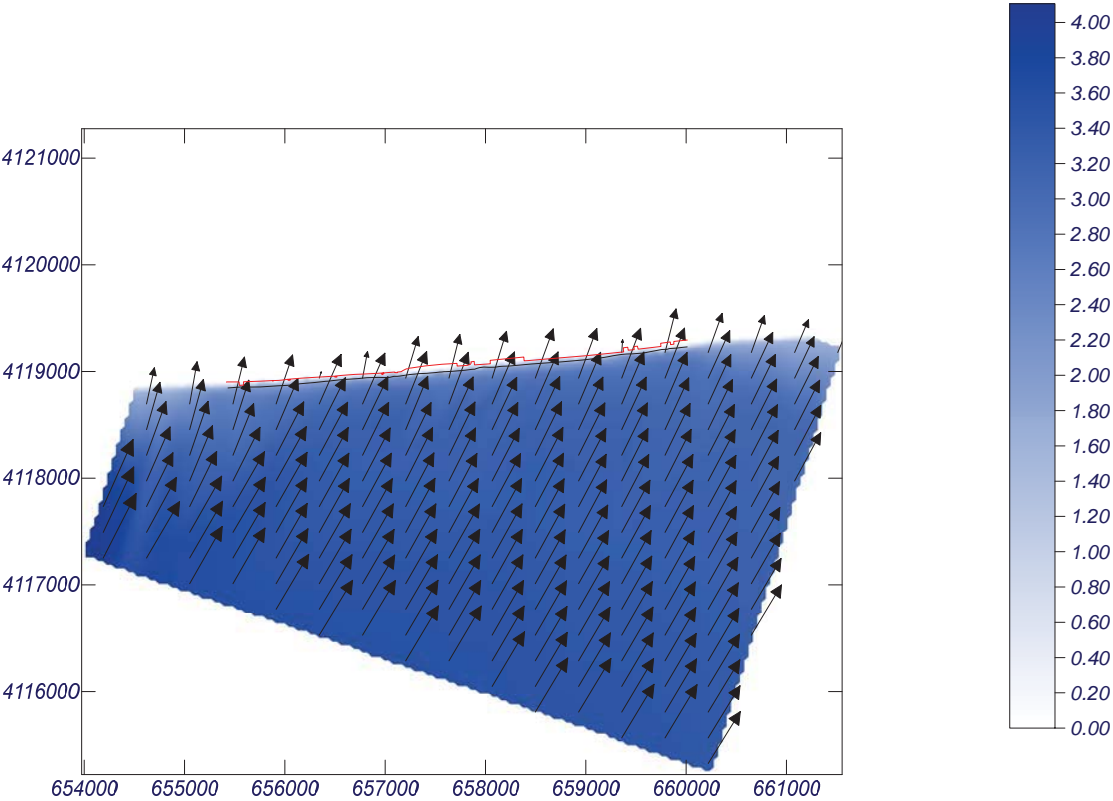
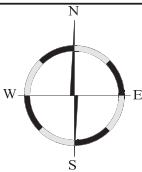
Caso espectral: M312 M3: Malla poniente M3 12: SW Hs12 = 4.00 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 4 m h: 50 m fp: 0.106 Hz (Tp: 9.43396 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: -27° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	<i>Rugosidad de Nikuradse</i> Kswc: 1 m <i>Viscosidad de remolino</i> ε: 12 m²/s	



Proyecto:

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

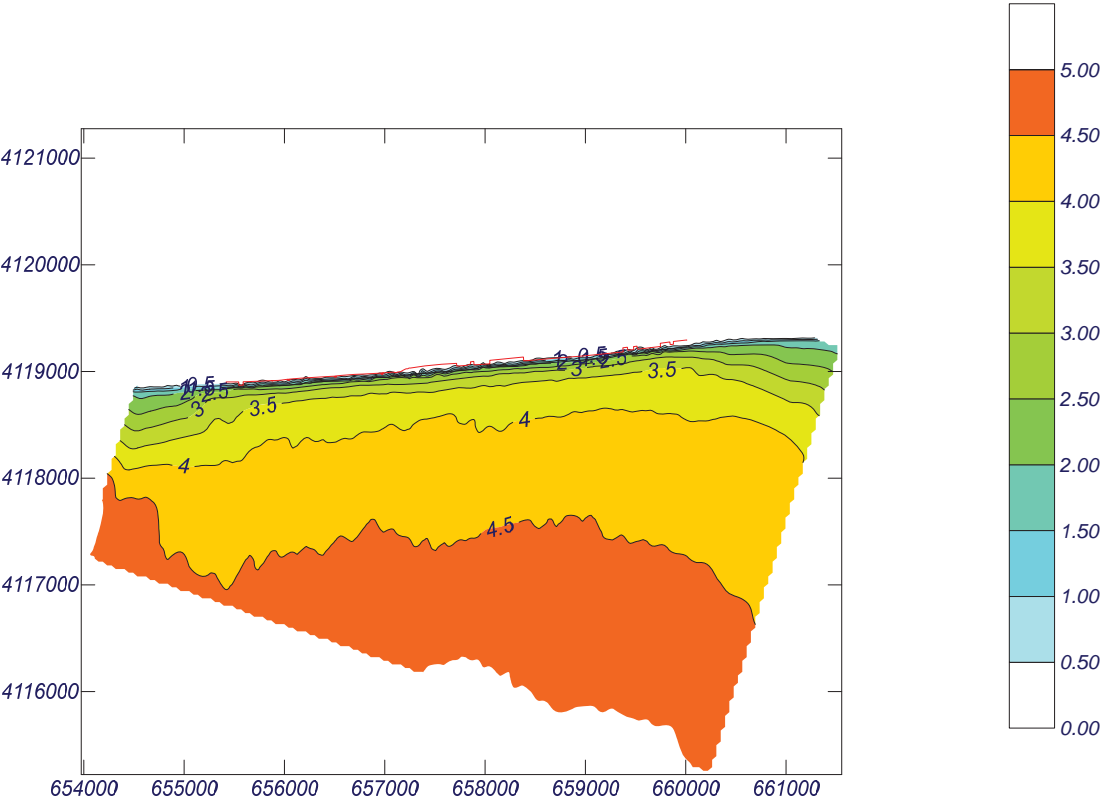
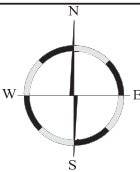
Caso espectral: M312 M3: Malla poniente M3 12: SW Hs12 = 4.00 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	Espectro frecuencial (TMA) Hs: 4 m h: 50 m fp: 0.106 Hz (Tp: 9.43396 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: -27° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

Caso espectral: M313 M3: Malla poniente M3 13: SSW Hs12 = 6.28 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	Espectro frecuencial (TMA) Hs: 6.28 m h: 50 m fp: 0.073 Hz (Tp: 13.6986 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: -4.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		

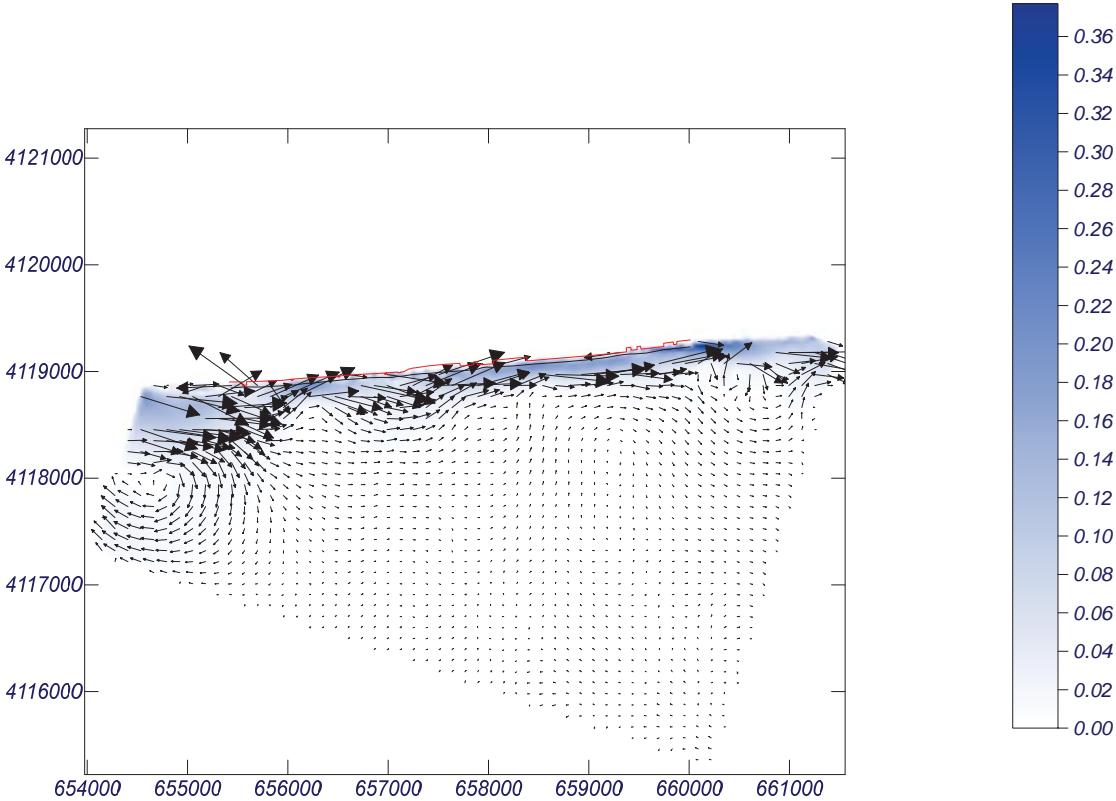
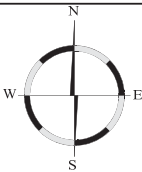


Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

Caso espectral: M313
M3: Malla poniente M3
13: SSW Hs12 = 6.28 m

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 6.28 m h: 50 m fp: 0.073 Hz (Tp: 13.6986 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: -4.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	<i>Rugosidad de Nikuradse</i> Kswc: 1 m <i>Viscosidad de remolino</i> ε: 12 m²/s	

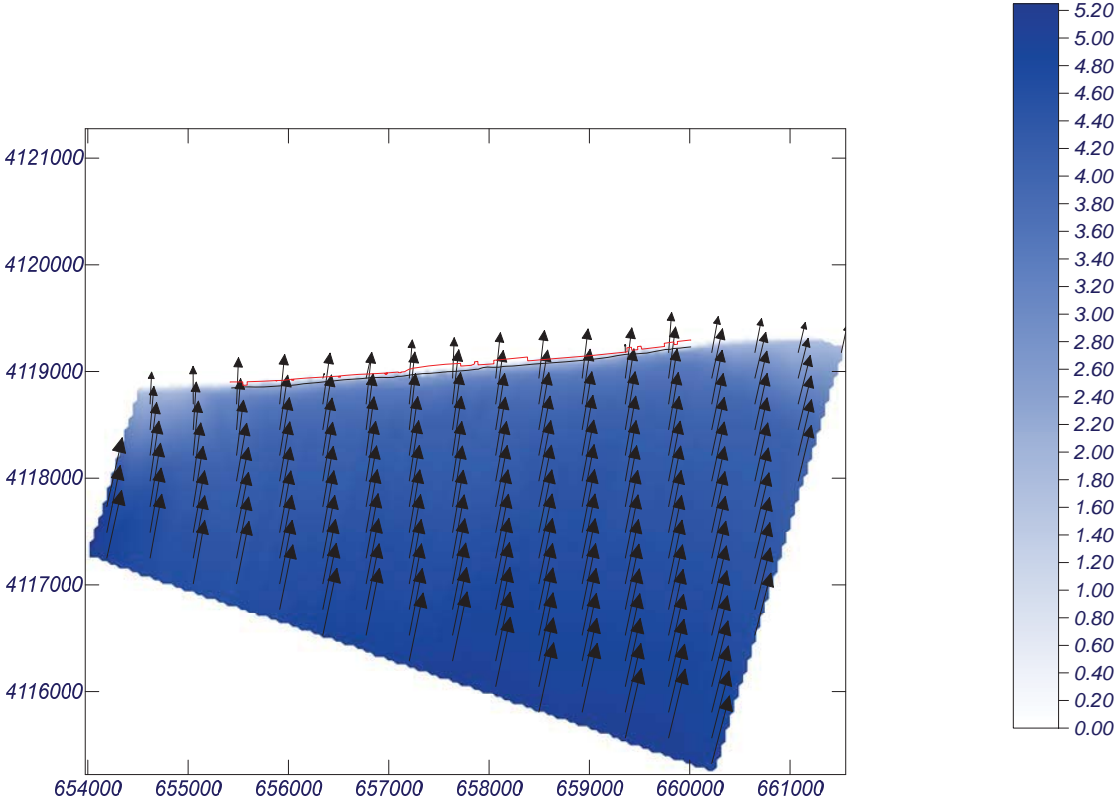
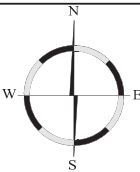


Proyecto:

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

Caso espectral: M313
M3: Malla poniente M3
13: SSW Hs12 = 6.28 m

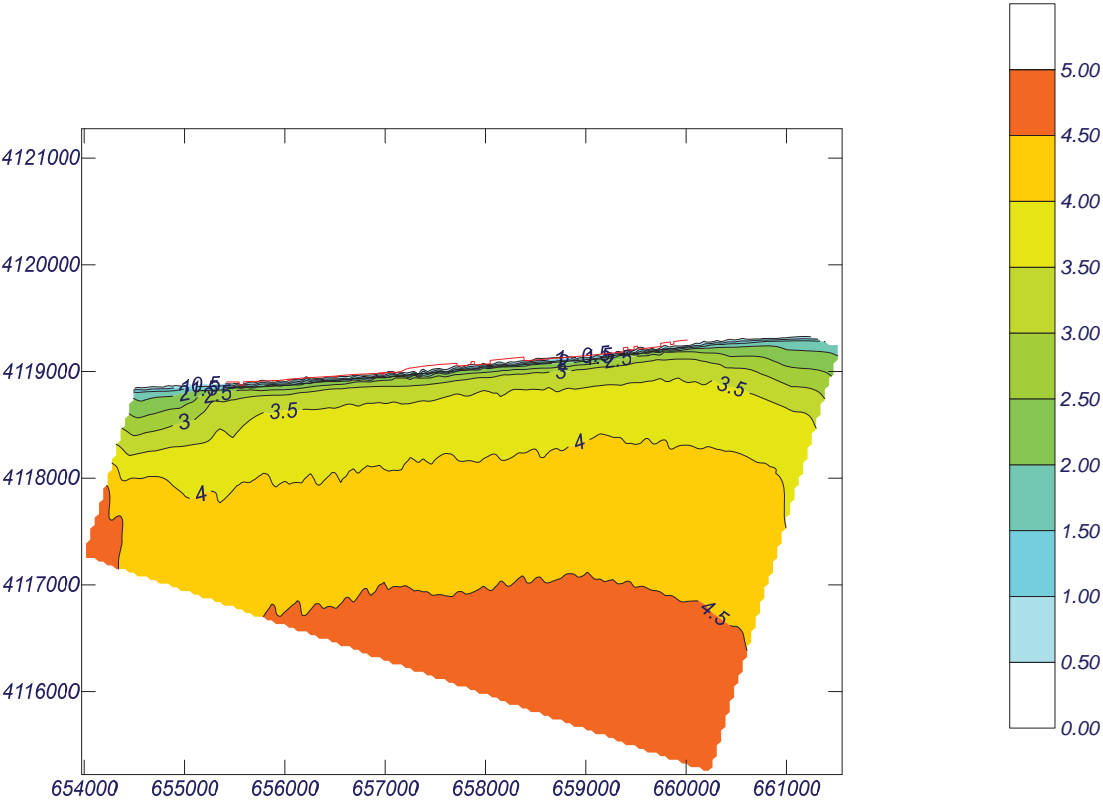
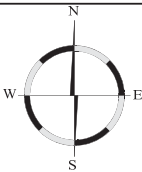
Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 6.28 m h: 50 m fp: 0.073 Hz (Tp: 13.6986 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: -4.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

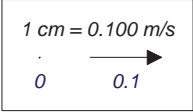
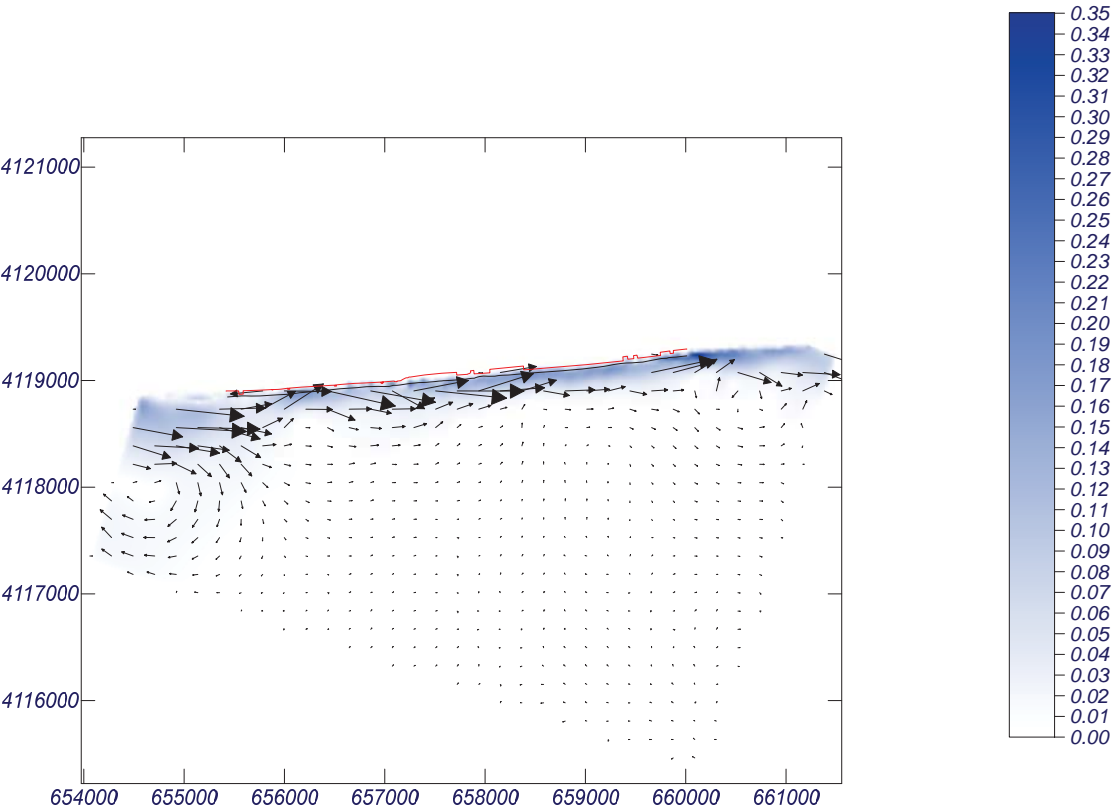
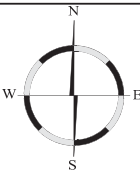
Caso espectral: M323 M3: Malla poniente M3 23: SSW Hext = 6.81 m PM	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 6.81 m h: 50 m fp: 0.0865 Hz (Tp: 11.5607 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: -4.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

Caso espectral: M323 M3: Malla poniente M3 23: SSW Hext = 6.81 m PM	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 6.81 m h: 50 m fp: 0.0865 Hz (Tp: 11.5607 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: -4.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	<i>Rugosidad de Nikuradse</i> Kswc: 1 m <i>Viscosidad de remolino</i> ε: 12 m²/s	

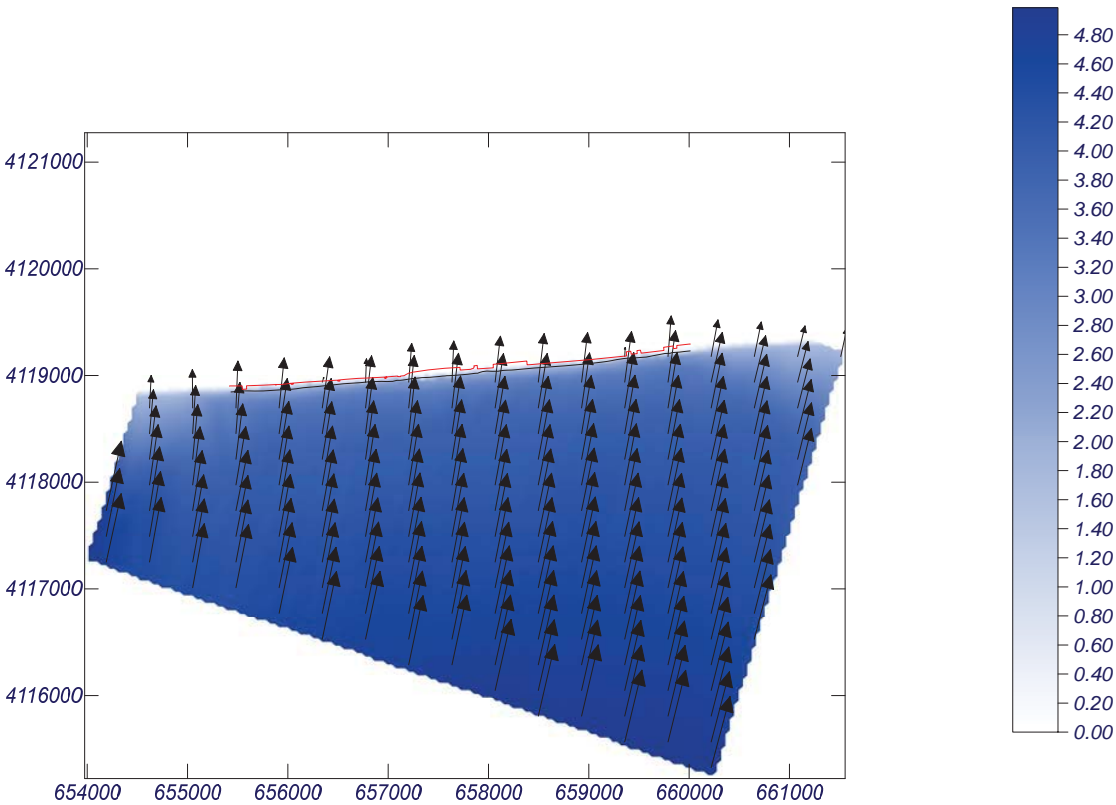
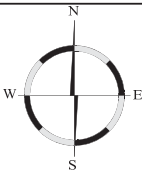


Proyecto:

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

Caso espectral: M323
M3: Malla poniente M3
23: SSW Hext = 6.81 m PM

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<div>Espectro frecuencial (TMA) Hs: 6.81 m h: 50 m fp: 0.0865 Hz (Tp: 11.5607 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10</div> <div>Espectro direccional θm: -4.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15</div>		

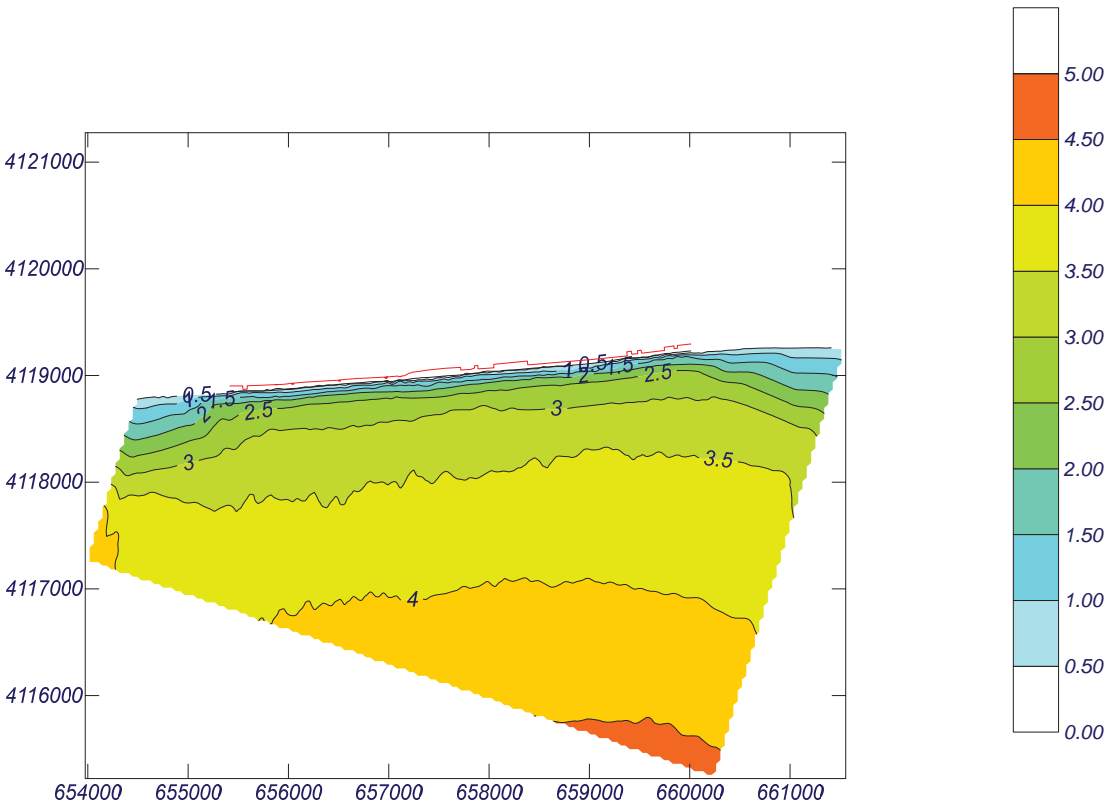
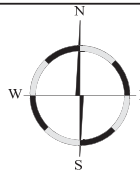


Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

Caso espectral: M329
M3: Malla poniente M3
29: SSW Hext = 6.81 m NMM

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<div>Espectro frecuencial (TMA) Hs: 6.81 m h: 50 m fp: 0.0865 Hz (Tp: 11.5607 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10</div> <div>Espectro direccional θm: -4.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15</div>		

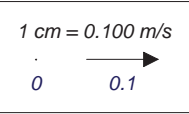
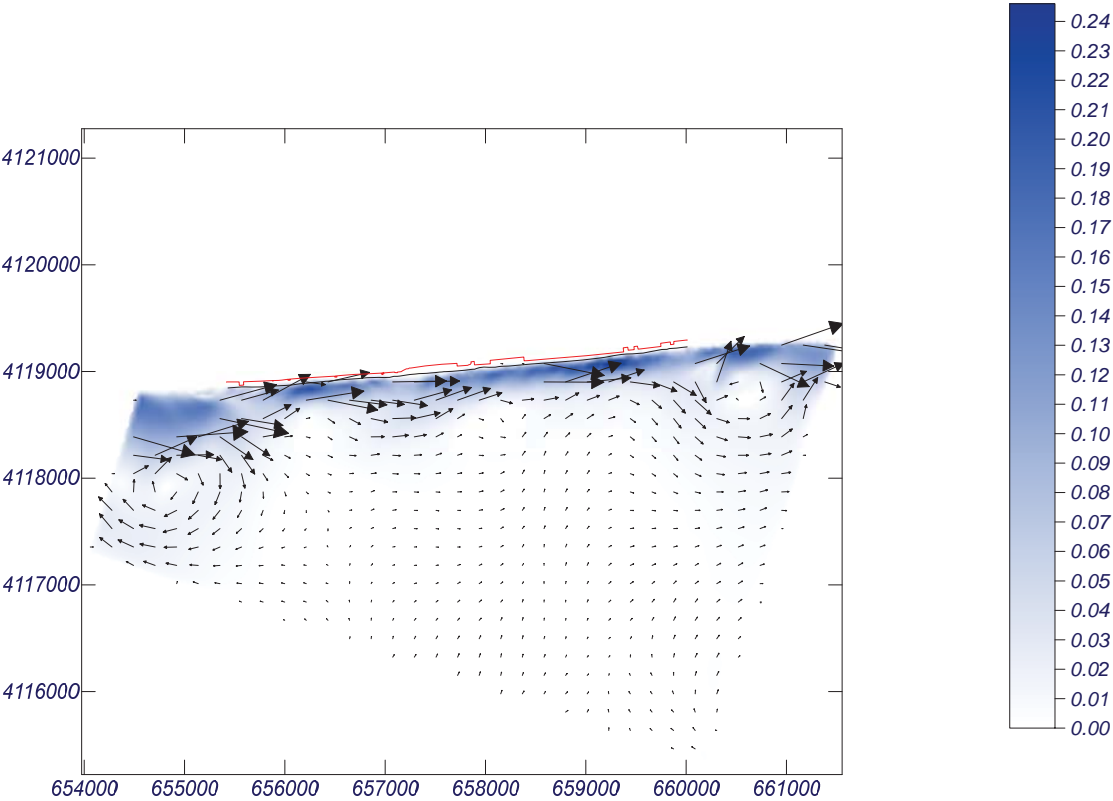
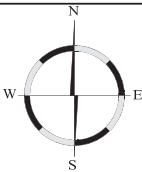


Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

Caso espectral: M329
M3: Malla poniente M3
29: SSW Hext = 6.81 m NMM

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 6.81 m h: 50 m fp: 0.0865 Hz (Tp: 11.5607 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: -4.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m Viscosidad de remolino ε: 12 m²/s	

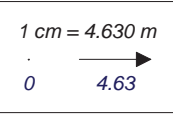
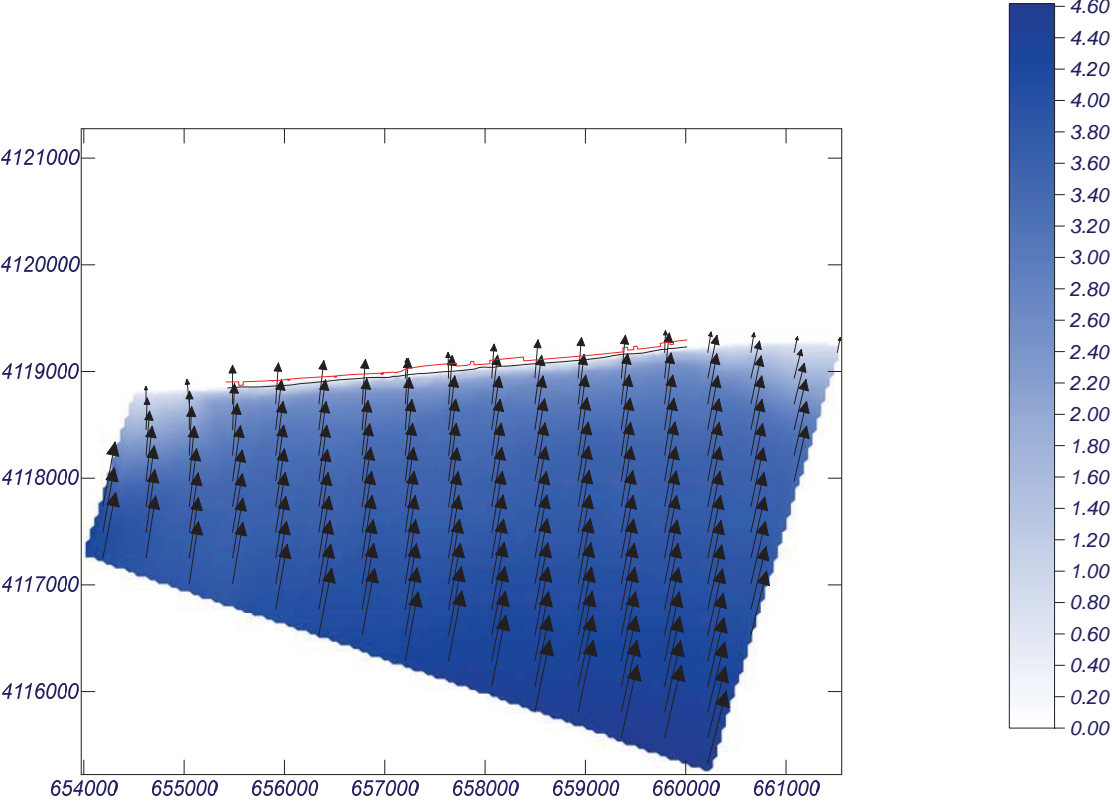
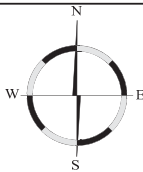


Proyecto:

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

Caso espectral: M329
M3: Malla poniente M3
29: SSW Hext = 6.81 m NMM

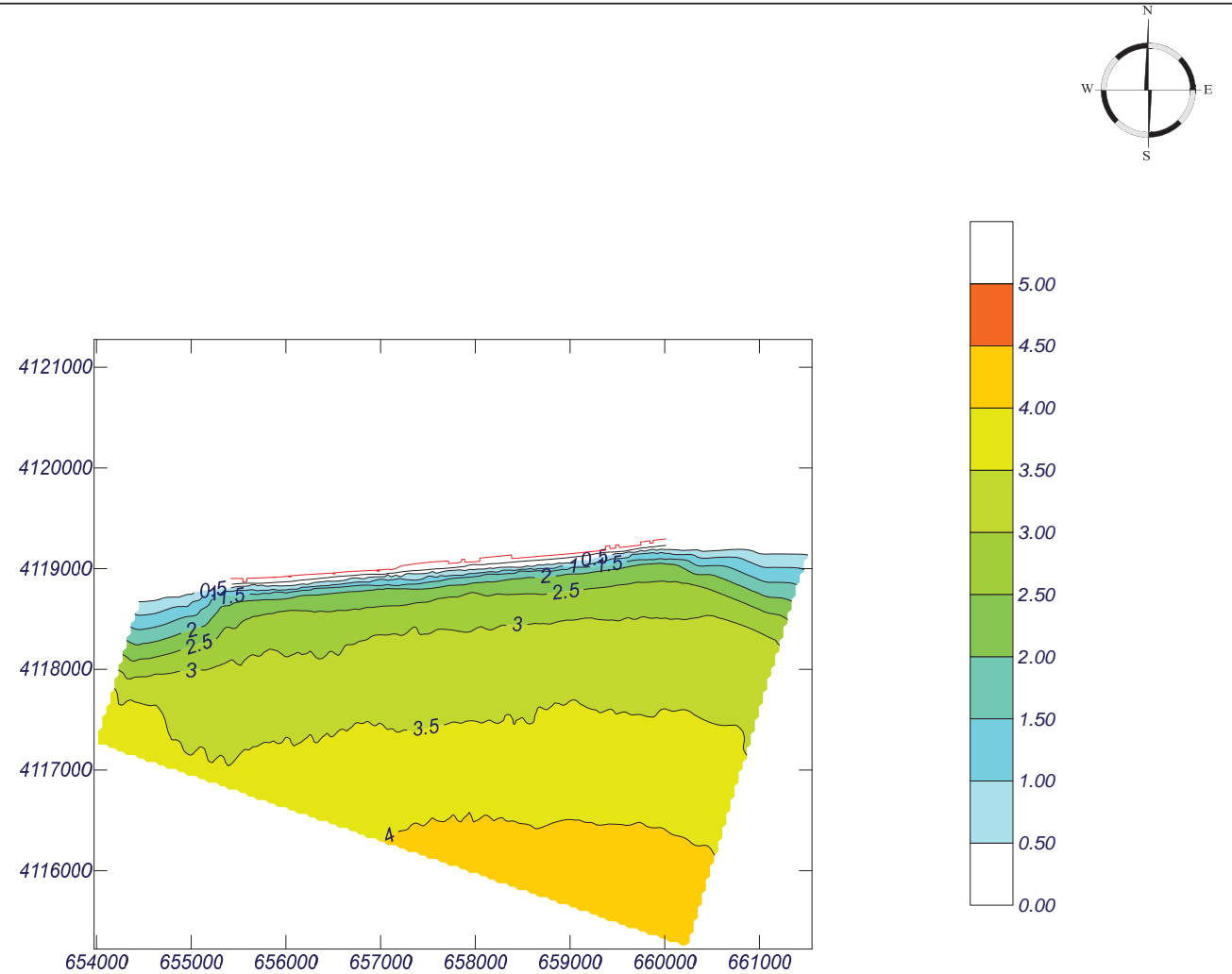
Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 6.81 m h: 50 m fp: 0.0865 Hz (Tp: 11.5607 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: -4.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

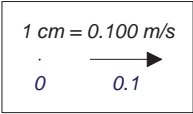
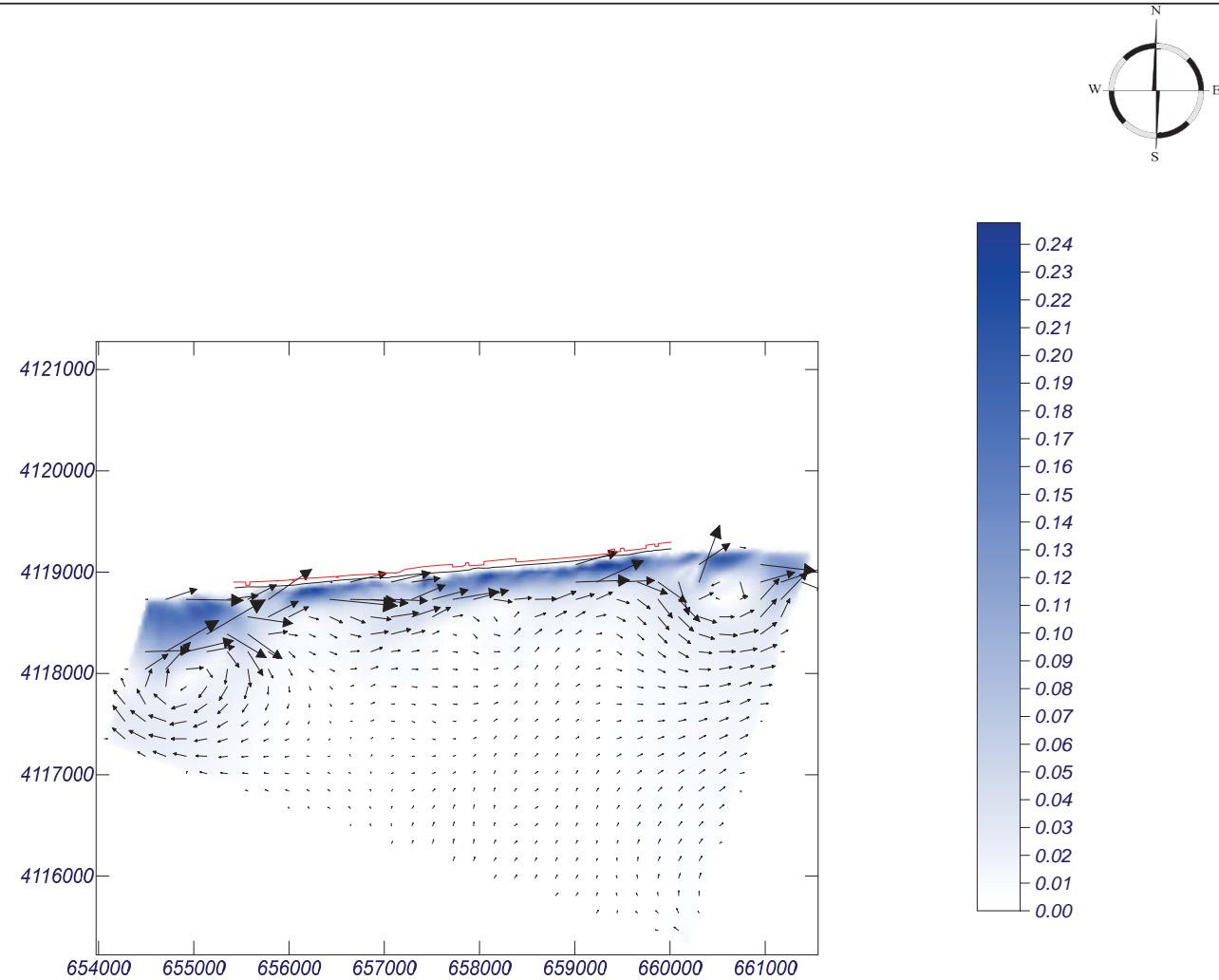
Caso espectral: M330 M3: Malla poniente M3 30: SSW Hext = 6.81 m BM	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	Espectro frecuencial (TMA) Hs: 6.81 m h: 50 m fp: 0.0865 Hz (Tp: 11.5607 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: -4.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

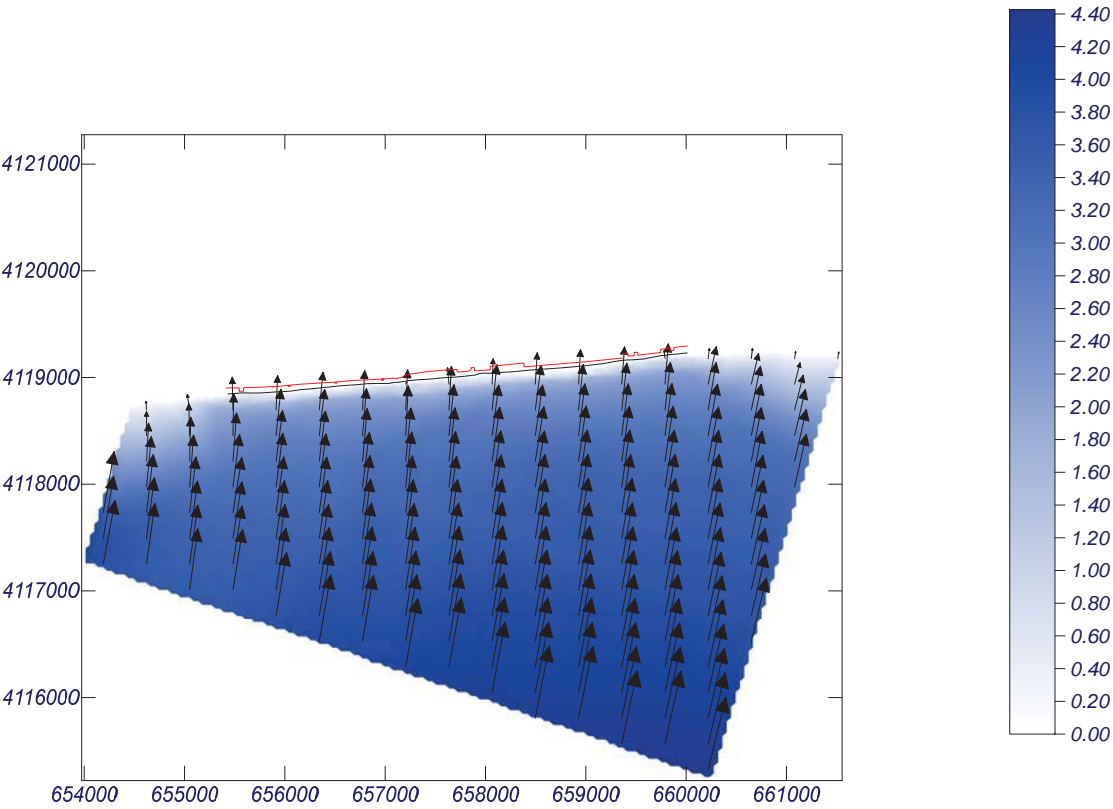
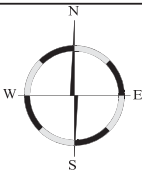
Caso espectral: M330 M3: Malla poniente M3 30: SSW Hext = 6.81 m BM	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	Espectro frecuencial (TMA) Hs: 6.81 m h: 50 m fp: 0.0865 Hz (Tp: 11.5607 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: -4.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m Viscosidad de remolino ε: 12 m²/s	



Proyecto:

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

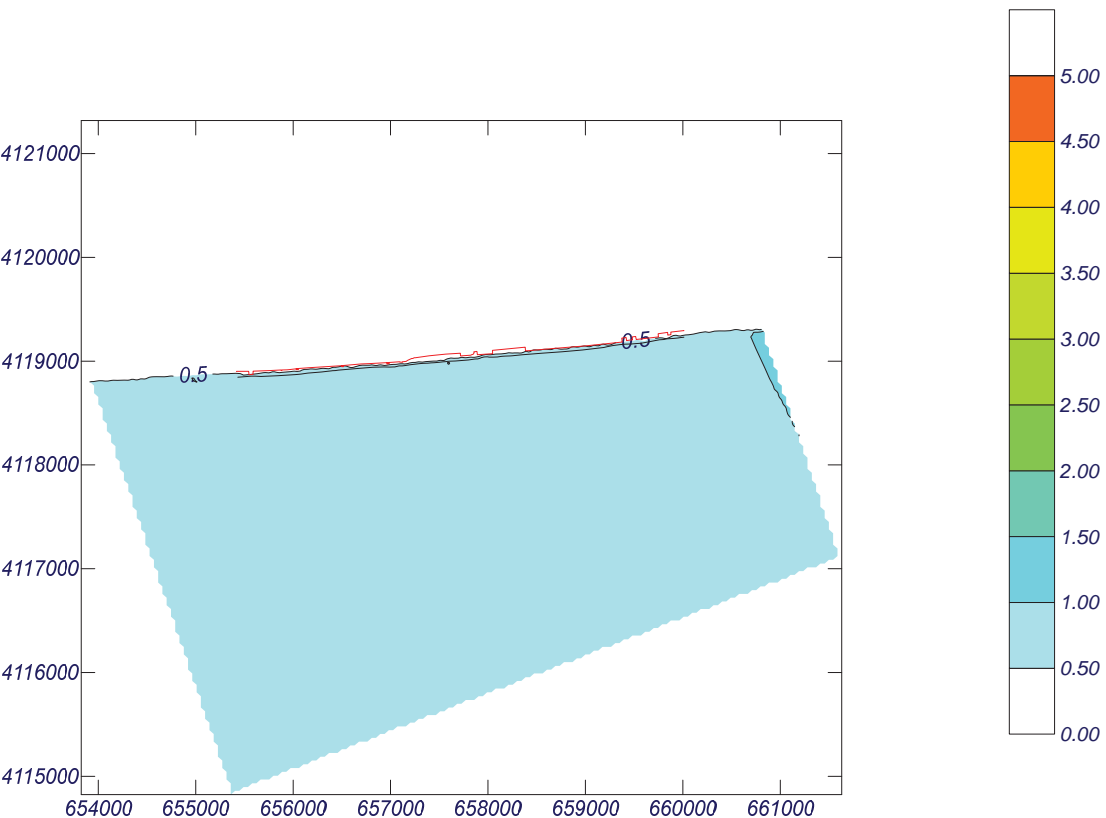
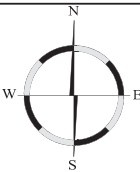
Caso espectral: M330 M3: Malla poniente M3 30: SSW Hext = 6.81 m BM	Características de la simulación		
	OLUCA-SP <i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 6.81 m h: 50 m fp: 0.0865 Hz (Tp: 11.5607 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: -4.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	COPLA-SP	MOPLA-SP



Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

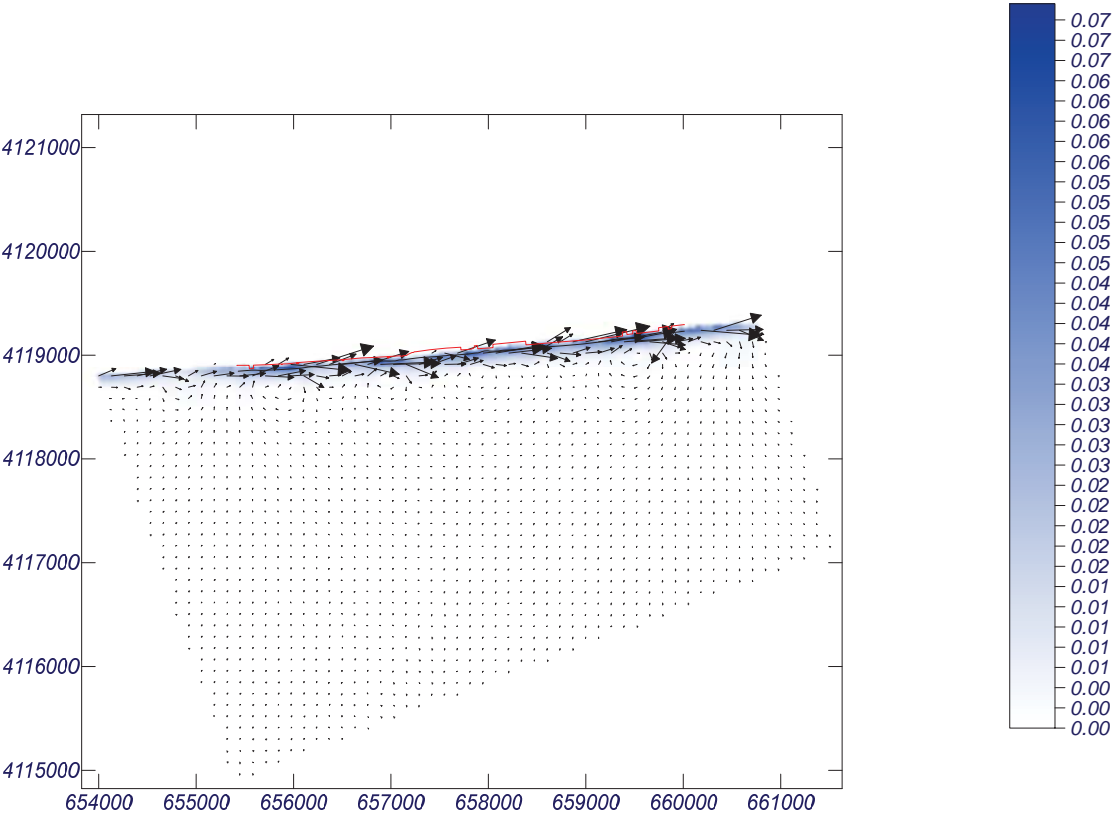
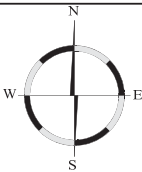
Caso espectral: M605 M6: Malla levante M3 05: SSE Hsmorf = 1.01 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP <i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 1.01 m h: 50 m fp: 0.171 Hz (Tp: 5.84795 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: 2.5° (S22.5E) σ: 20° - Nº Comp.: 15	COPLA-SP	MOPLA-SP



Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

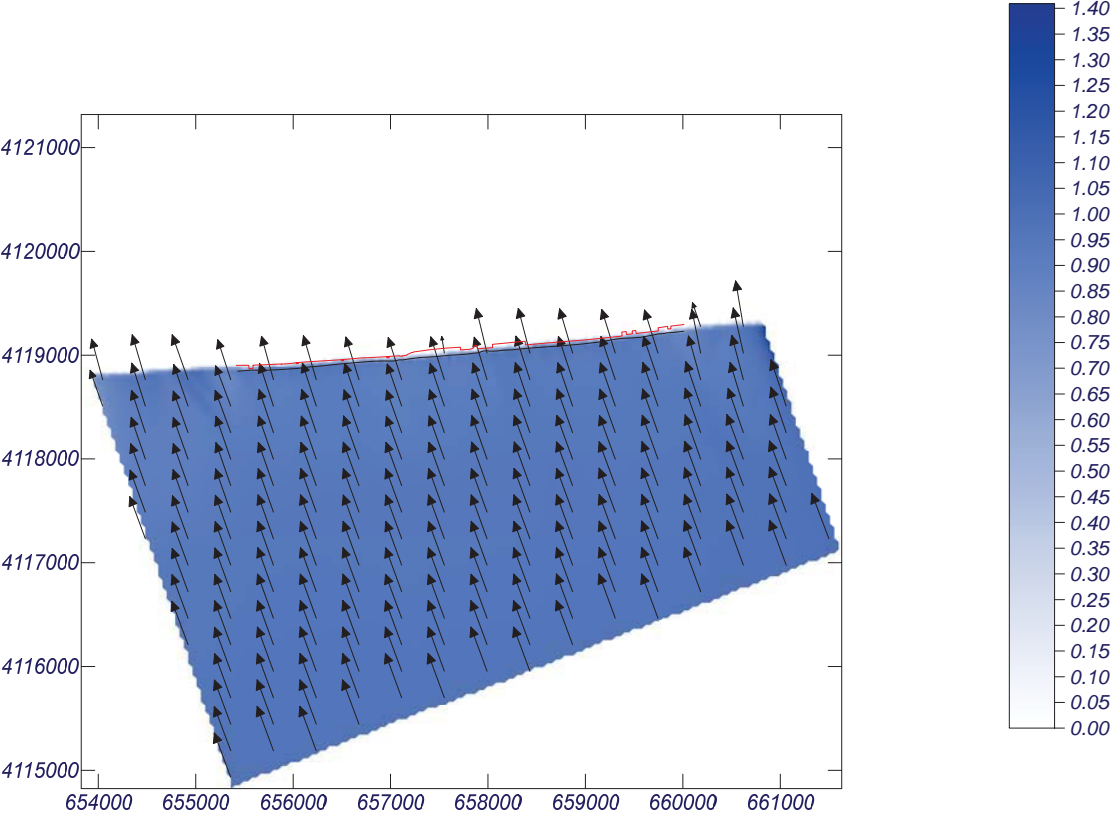
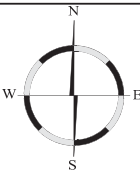
Caso espectral: M605 M6: Malla levante M3 05: SSE Hsmorf = 1.01 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 1.01 m h: 50 m fp: 0.171 Hz (Tp: 5.84795 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: 2.5° (S22.5E) σ: 20° - Nº Comp.: 15	<i>Rugosidad de Nikuradse</i> Kswc: 1 m <i>Viscosidad de remolino</i> ε: 13 m²/s	



Proyecto:

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

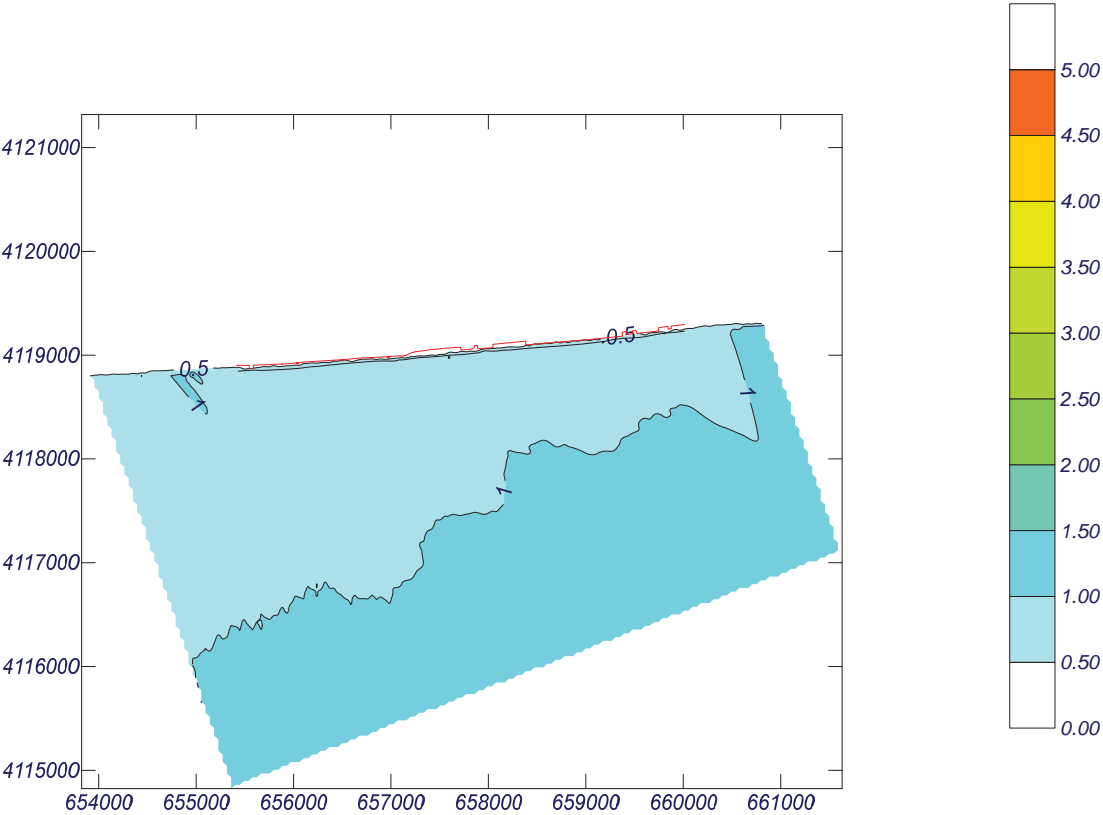
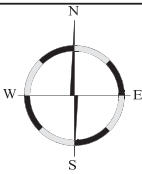
Caso espectral: M605 M6: Malla levante M3 05: SSE Hsmorf = 1.01 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 1.01 m h: 50 m fp: 0.171 Hz (Tp: 5.84795 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: 2.5° (S22.5E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

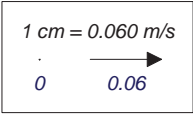
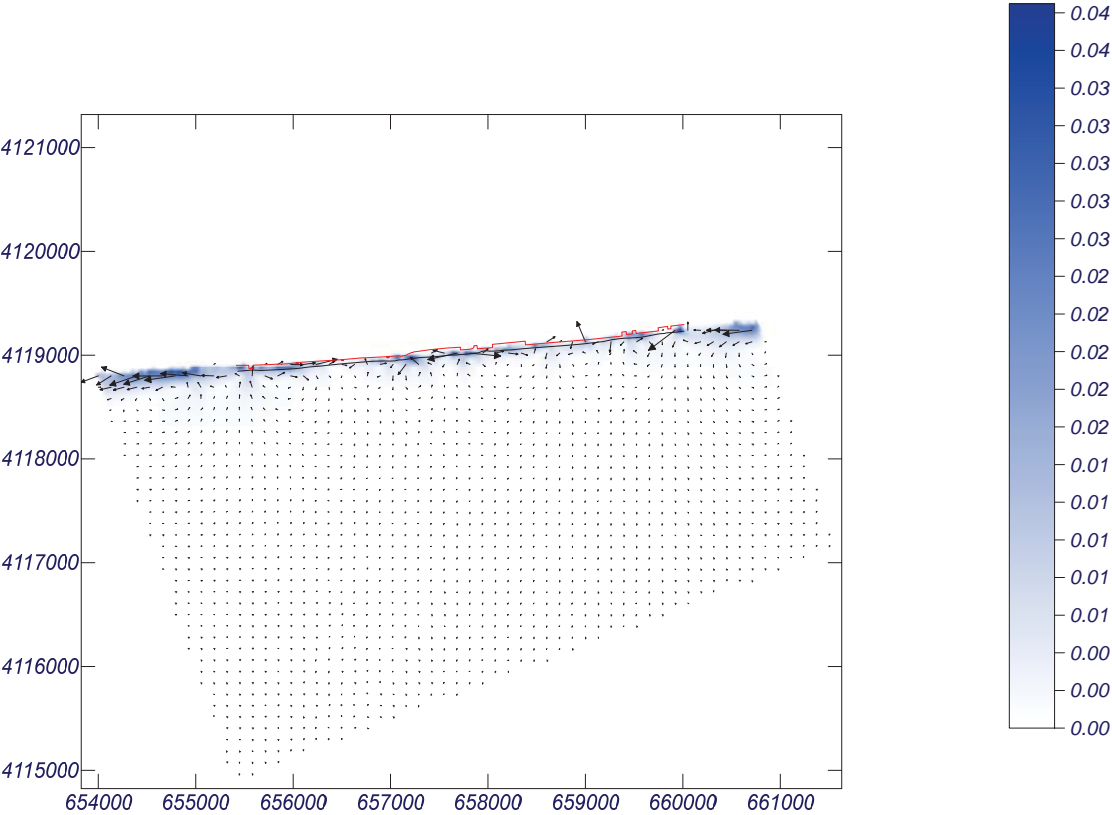
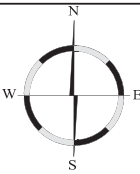
Caso espectral: M606 M6: Malla levante M3 06: SE Hsmorf = 1.07 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 1.07 m h: 50 m fp: 0.17 Hz (Tp: 5.88235 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: 25° (S45.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

Caso espectral: M606 M6: Malla levante M3 06: SE Hsmorf = 1.07 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 1.07 m h: 50 m fp: 0.17 Hz (Tp: 5.88235 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: 25° (S45.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15	<i>Rugosidad de Nikuradse</i> Kswc: 1 m <i>Viscosidad de remolino</i> ε: 13 m²/s	

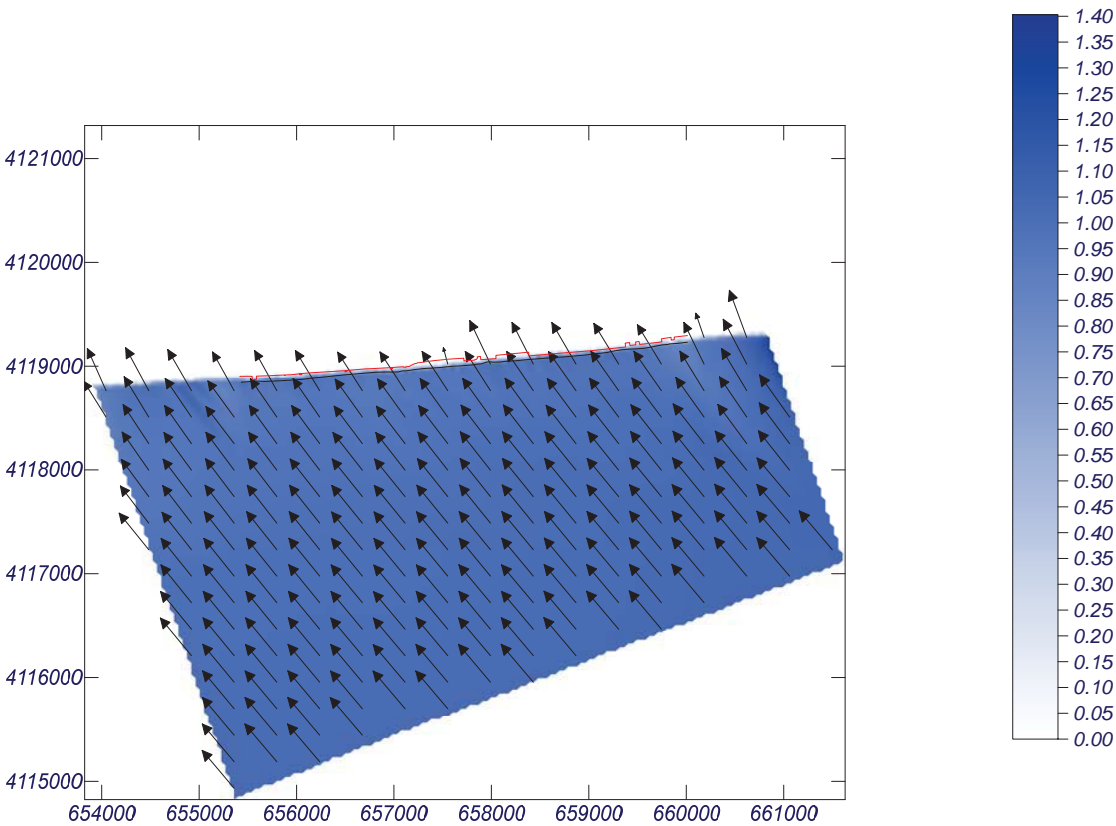
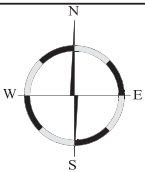


Proyecto:

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

Caso espectral: M606
M6: Malla levante M3
06: SE Hsmorf = 1.07 m

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<div><div>Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1.07 m h: 50 m fp: 0.17 Hz (Tp: 5.88235 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10</div><div>Espectro direccional θm: 25° (S45.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15</div></div>		

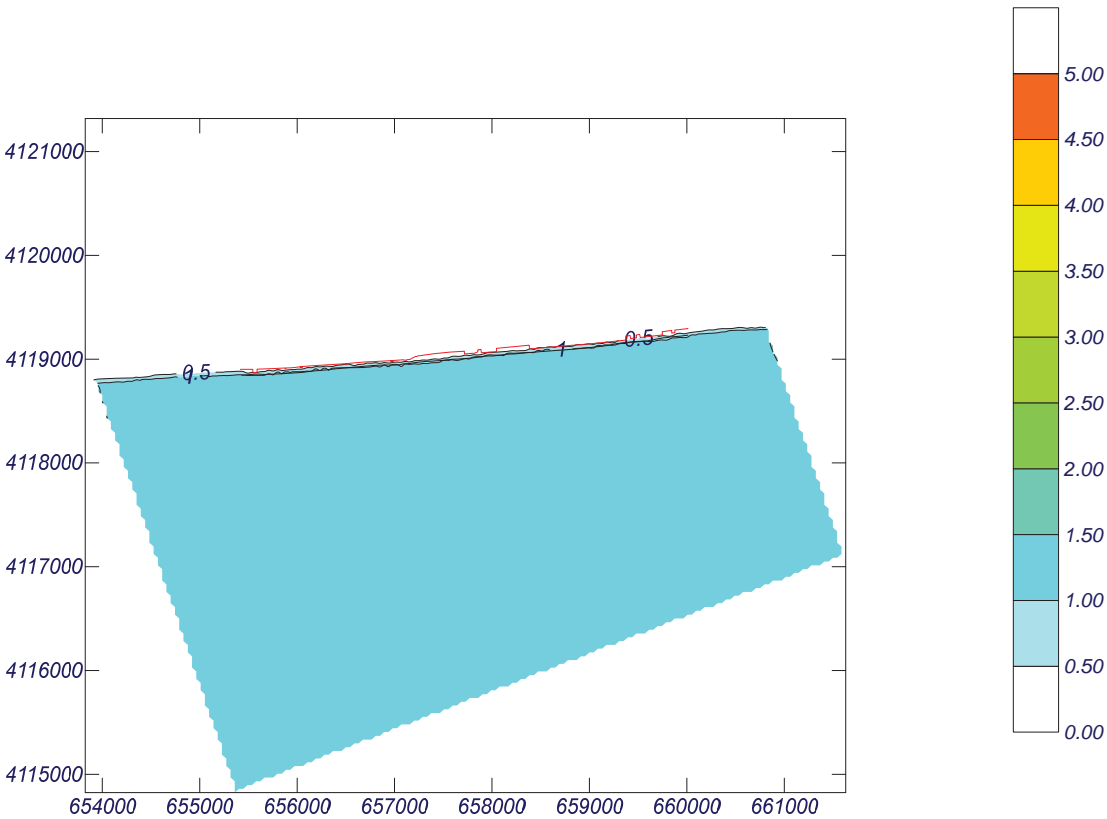
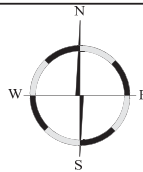


Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

Caso espectral: M607
M6: Malla levante M3
07: ESE Hsmorf = 1.32 m

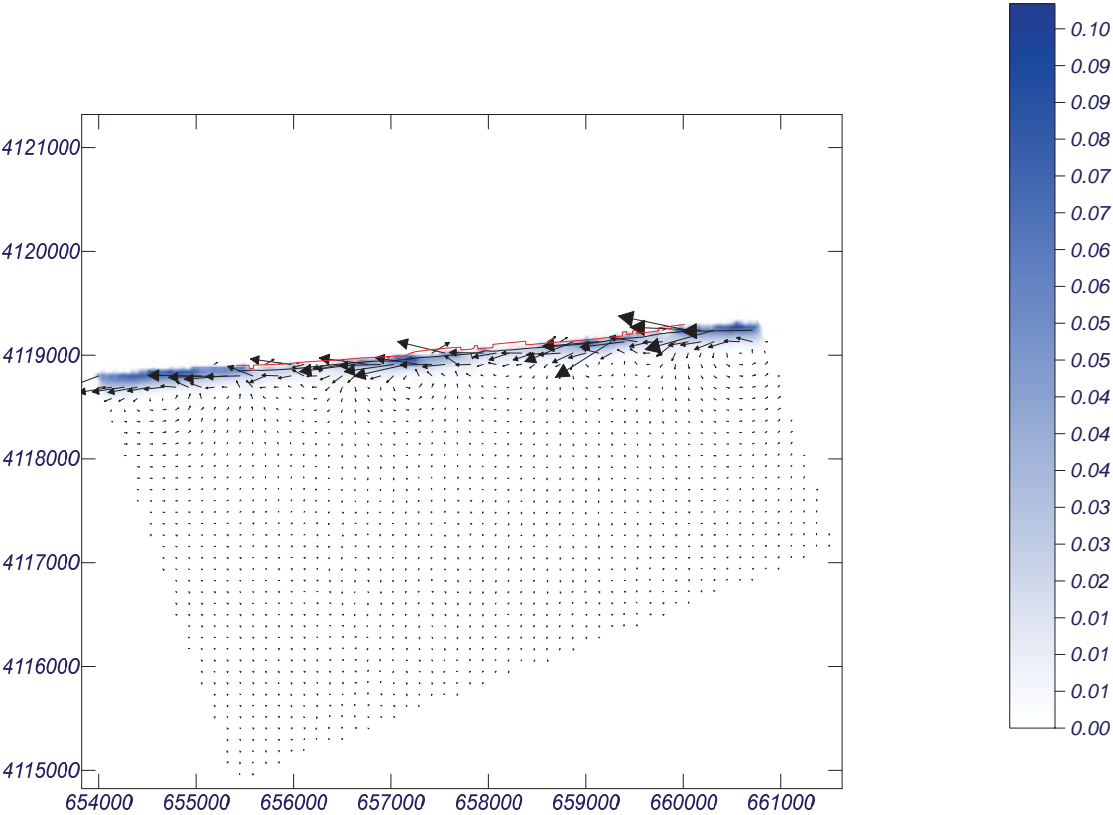
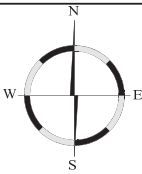
Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<div><div>Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1.32 m h: 50 m fp: 0.163 Hz (Tp: 6.13497 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10</div><div>Espectro direccional θm: 40° (S60.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15</div></div>		



Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

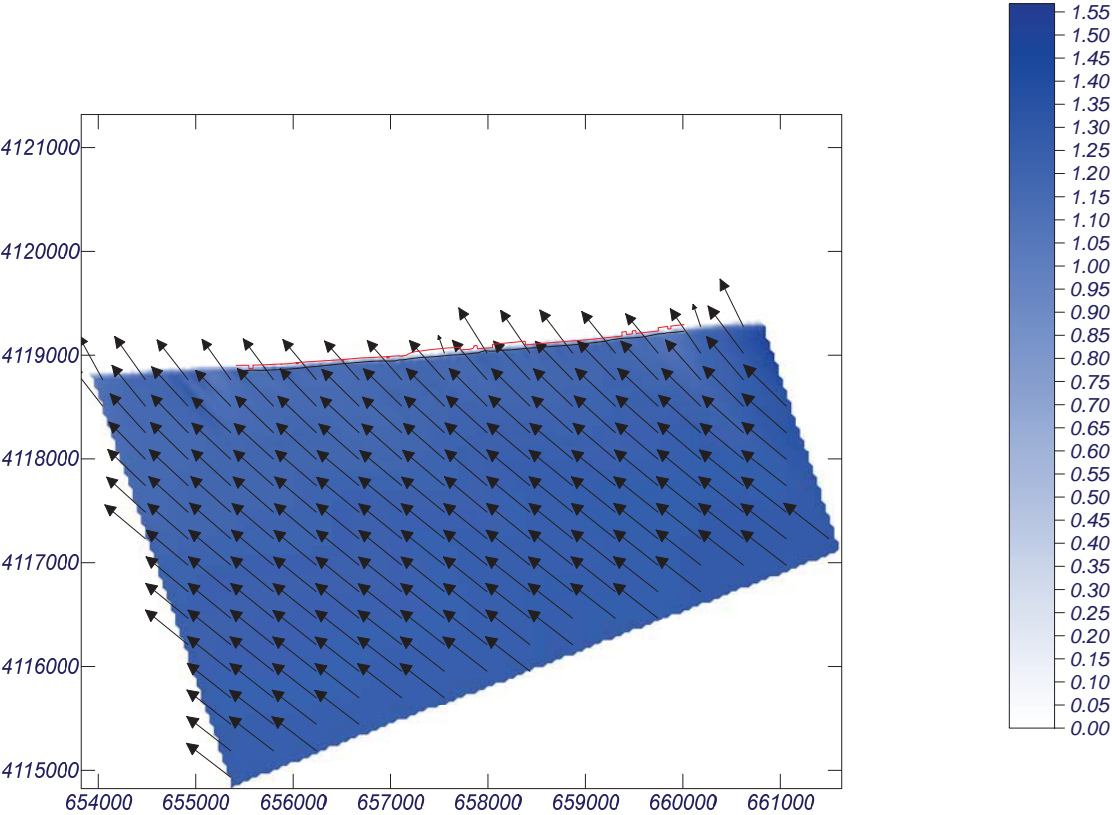
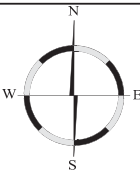
Caso espectral: M607 M6: Malla levante M3 07: ESE Hsmorf = 1.32 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP <i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 1.32 m h: 50 m fp: 0.163 Hz (Tp: 6.13497 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: 40° (S60.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15	COPLA-SP <i>Rugosidad de Nikuradse</i> Kswc: 1 m <i>Viscosidad de remolino</i> ε: 13 m²/s	MOPLA-SP



Proyecto:

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

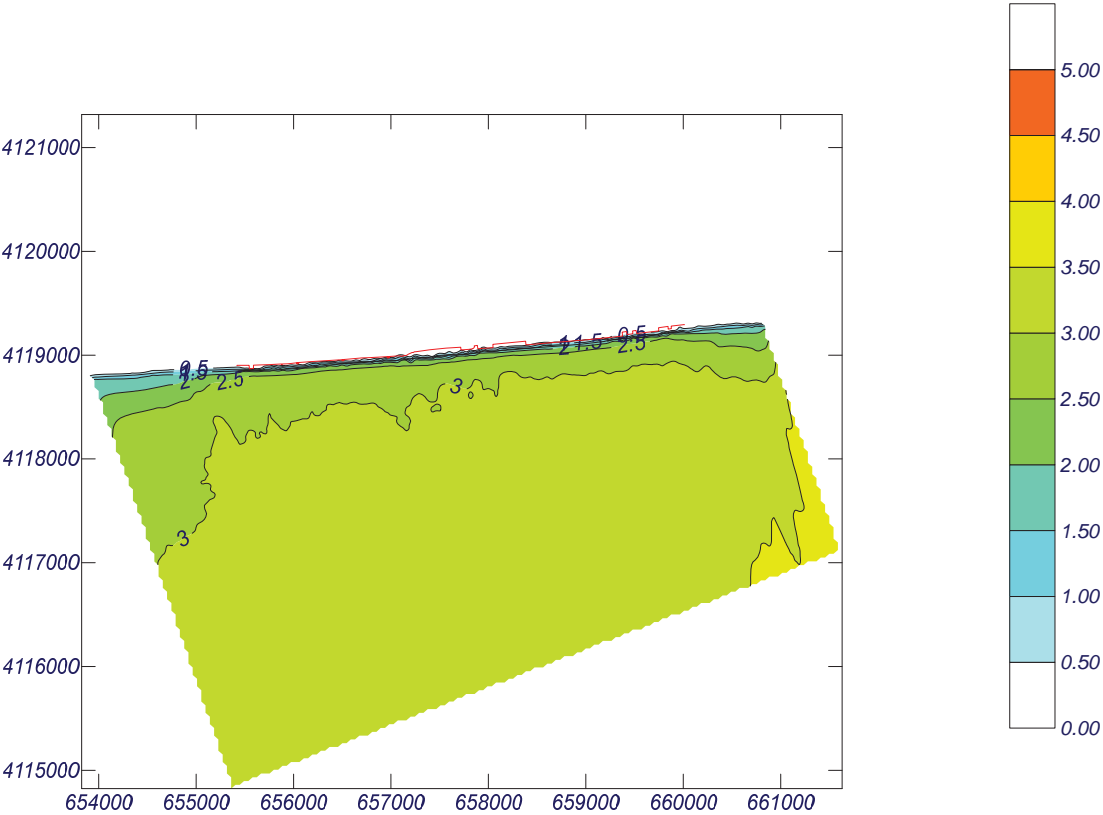
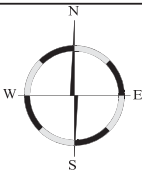
Caso espectral: M607 M6: Malla levante M3 07: ESE Hsmorf = 1.32 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP <i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 1.32 m h: 50 m fp: 0.163 Hz (Tp: 6.13497 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: 40° (S60.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15	COPLA-SP	MOPLA-SP



Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

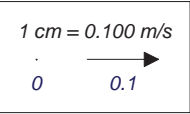
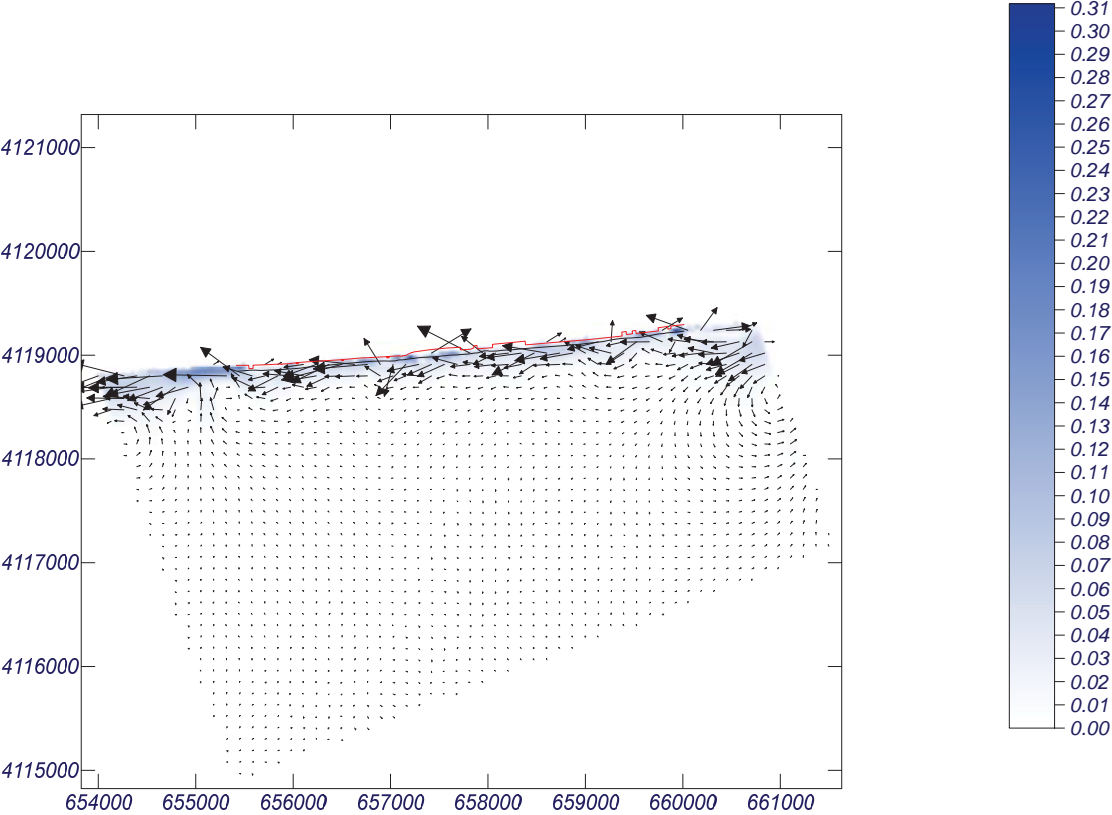
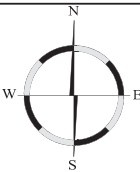
Caso espectral: M615 M6: Malla levante M3 15: SSE Hs12 = 3.80 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 3.8 m h: 50 m fp: 0.109 Hz (Tp: 9.17431 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: 2.5° (S22.5E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

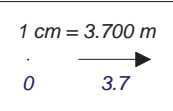
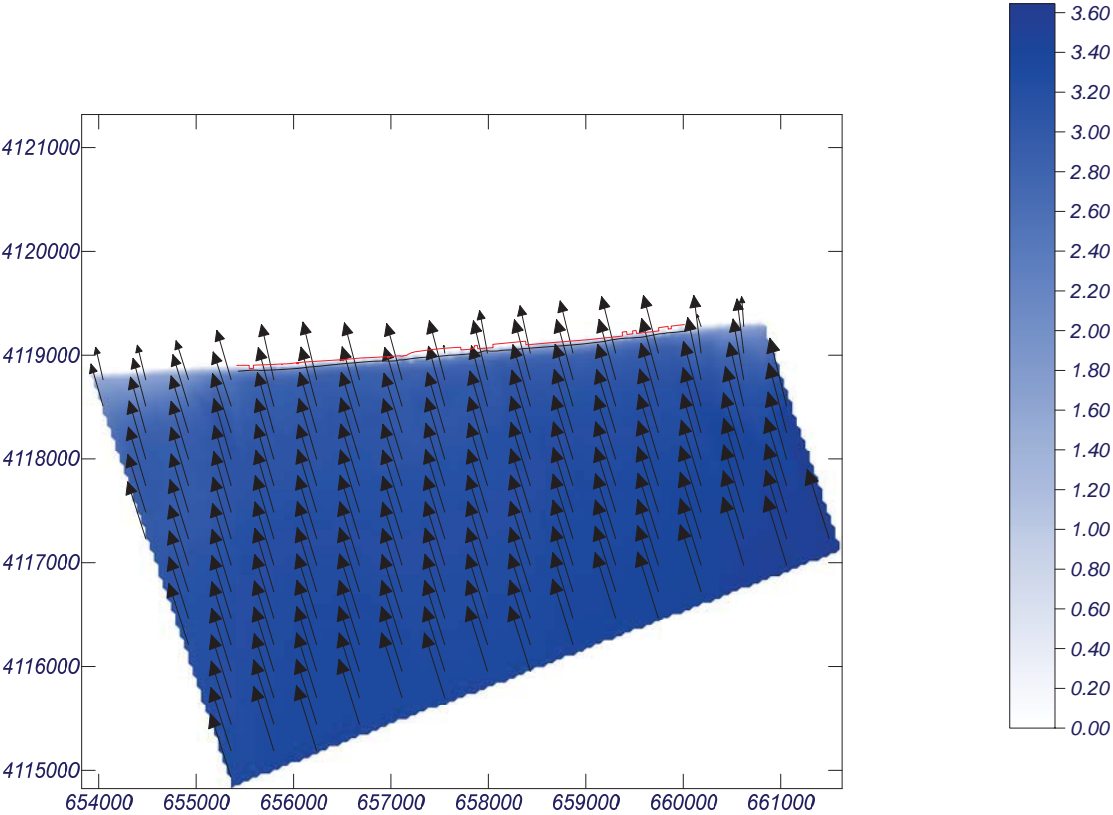
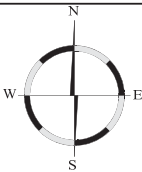
Caso espectral: M615 M6: Malla levante M3 15: SSE Hs12 = 3.80 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 3.8 m h: 50 m fp: 0.109 Hz (Tp: 9.17431 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: 2.5° (S22.5E) σ: 20° - Nº Comp.: 15	<i>Rugosidad de Nikuradse</i> Kswc: 1 m <i>Viscosidad de remolino</i> ε: 13 m²/s	



Proyecto:

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

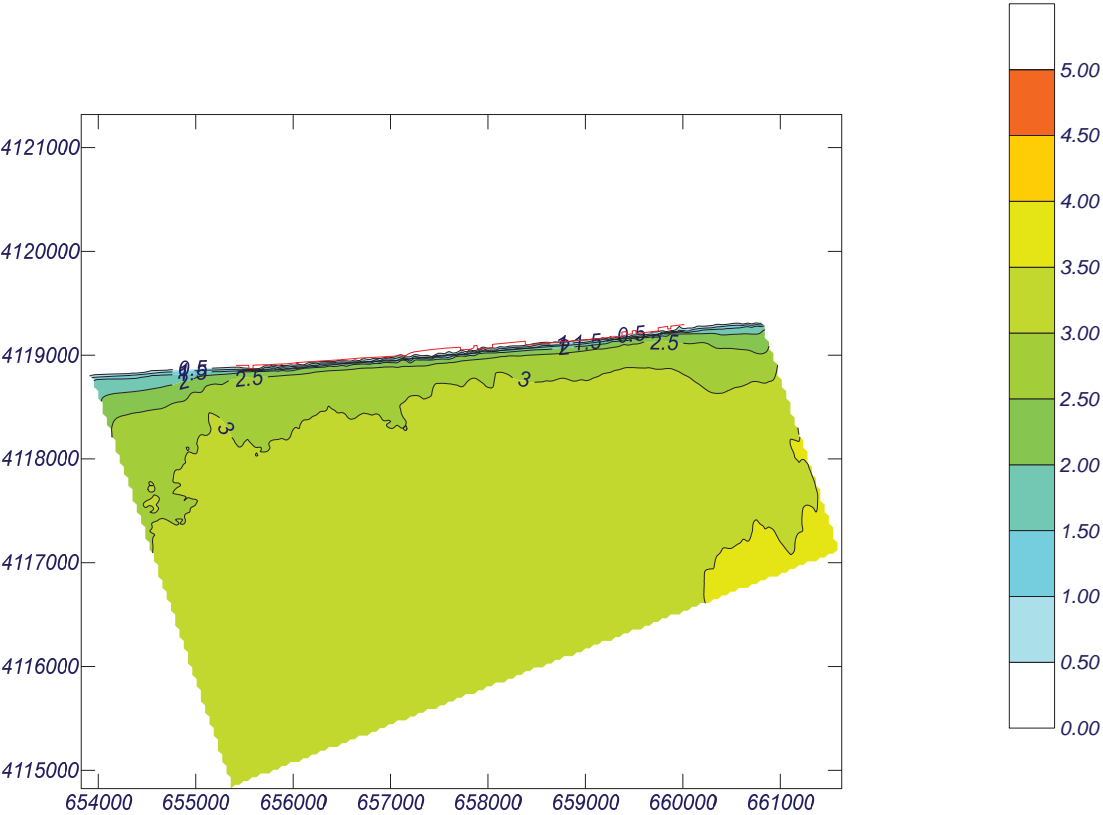
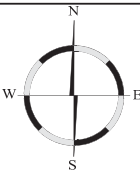
Caso espectral: M615 M6: Malla levante M3 15: SSE Hs12 = 3.80 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 3.8 m h: 50 m fp: 0.109 Hz (Tp: 9.17431 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: 2.5° (S22.5E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

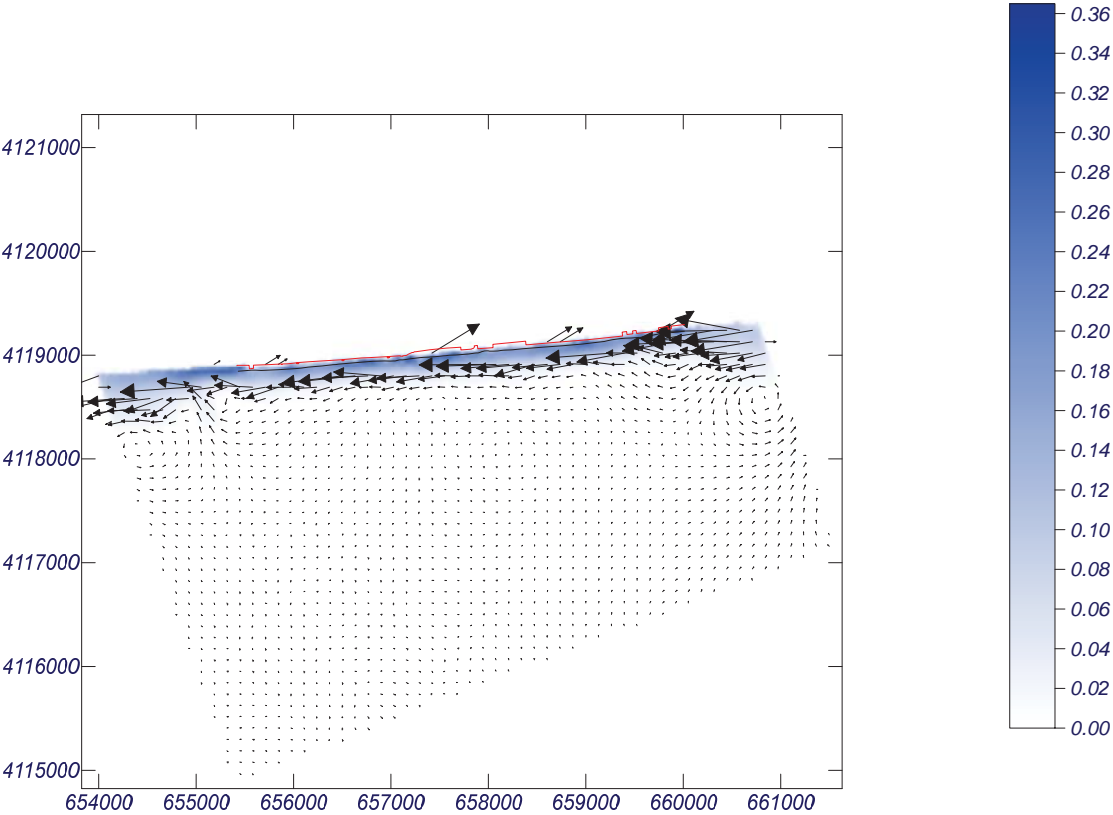
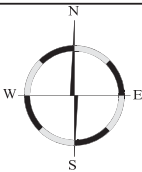
Caso espectral: M616 M6: Malla levante M3 16: SE Hs12 = 3.76 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 3.76 m h: 50 m fp: 0.11 Hz (Tp: 9.09091 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: 25° (S45.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

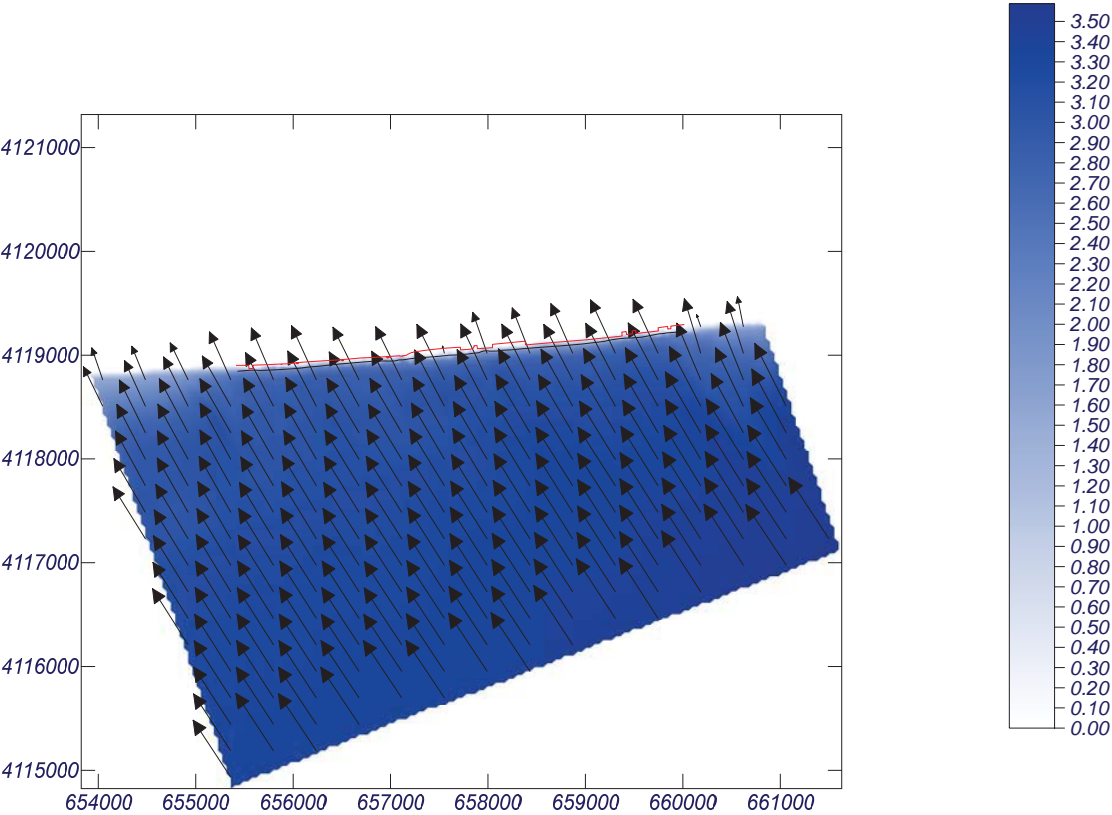
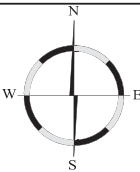
Caso espectral: M616 M6: Malla levante M3 16: SE Hs12 = 3.76 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 3.76 m h: 50 m fp: 0.11 Hz (Tp: 9.09091 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: 25° (S45.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15	<i>Rugosidad de Nikuradse</i> Kswc: 1 m <i>Viscosidad de remolino</i> ε: 13 m²/s	



Proyecto:

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

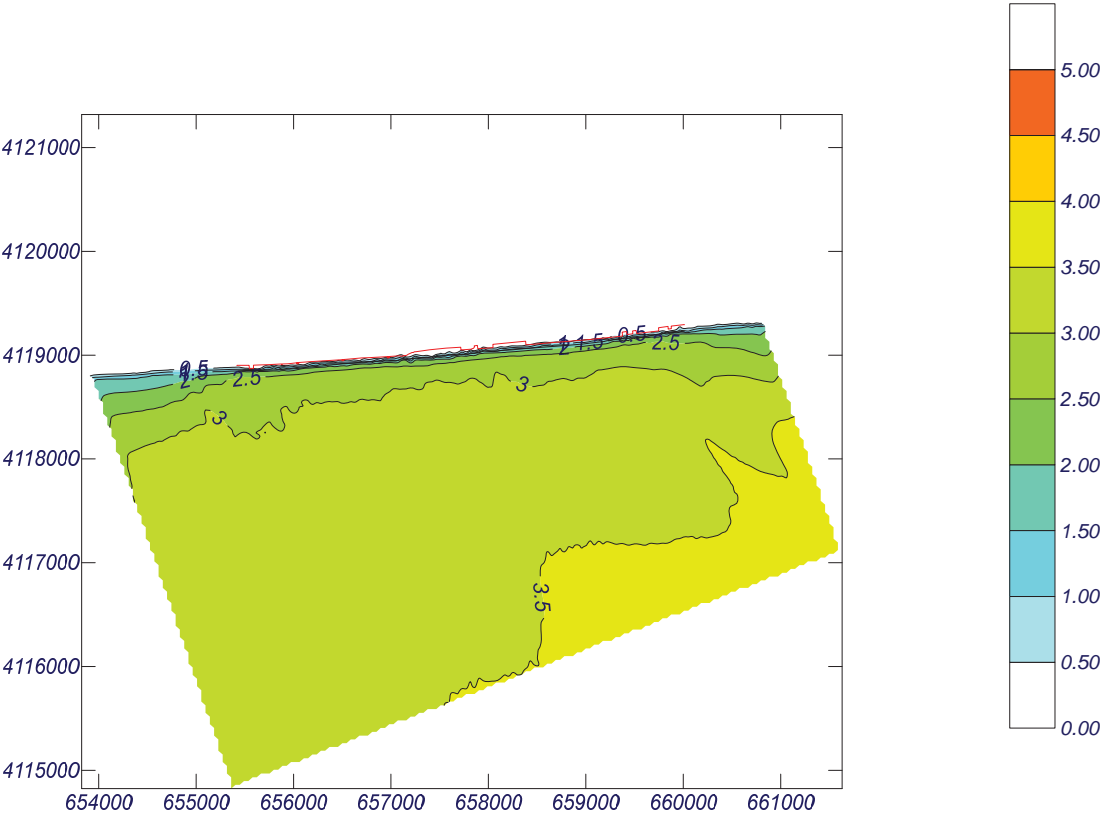
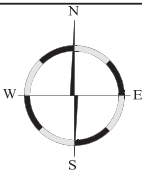
Caso espectral: M616 M6: Malla levante M3 16: SE Hs12 = 3.76 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 3.76 m h: 50 m fp: 0.11 Hz (Tp: 9.09091 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: 25° (S45.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

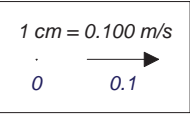
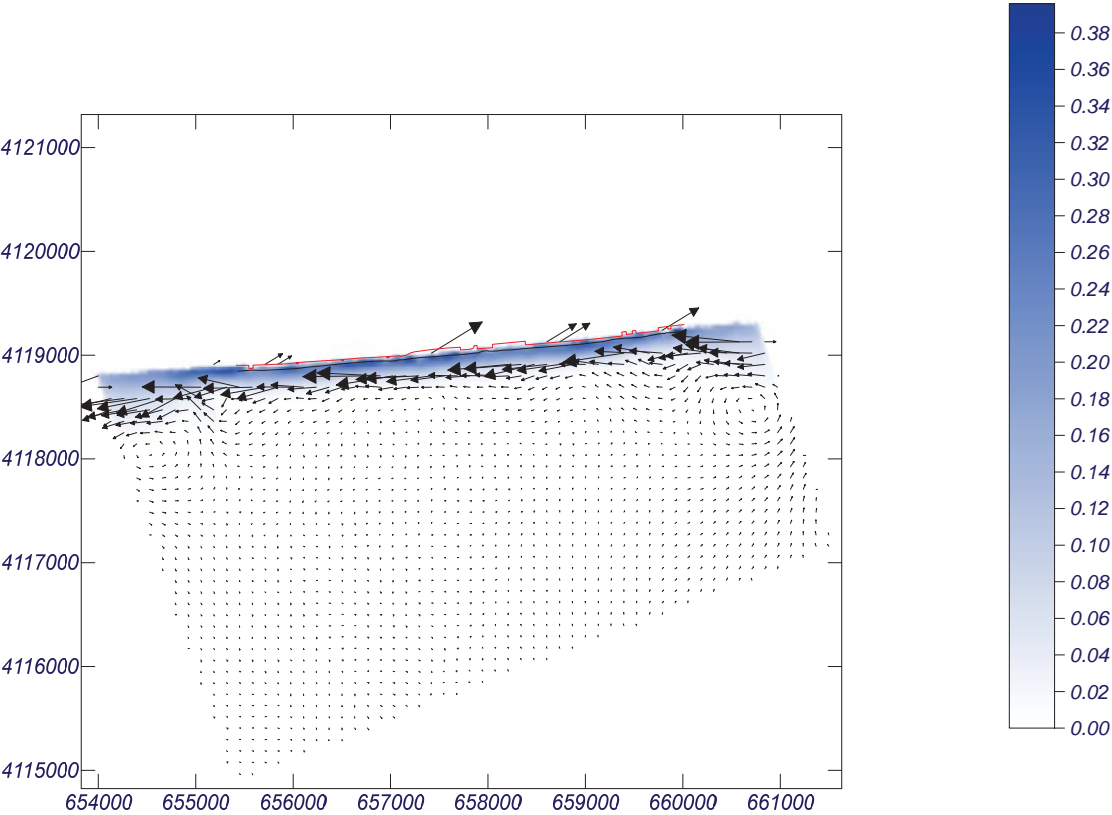
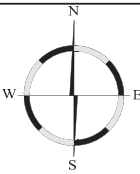
Caso espectral: M617 M6: Malla levante M3 17: ESE Hs12 = 3.86 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	Espectro frecuencial (TMA) Hs: 3.86 m h: 50 m fp: 0.108 Hz (Tp: 9.25926 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 40° (S60.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

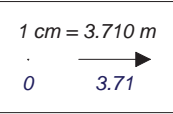
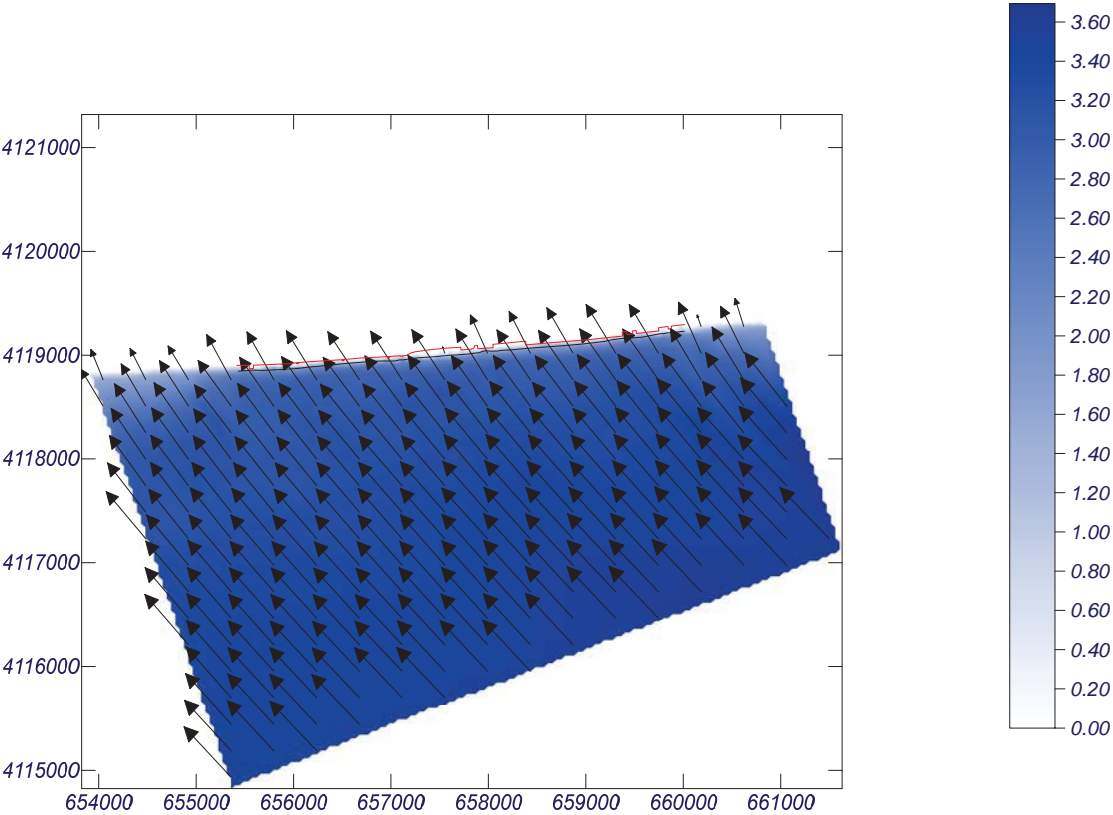
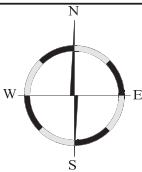
Caso espectral: M617 M6: Malla levante M3 17: ESE Hs12 = 3.86 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	Espectro frecuencial (TMA) Hs: 3.86 m h: 50 m fp: 0.108 Hz (Tp: 9.25926 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 40° (S60.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m Viscosidad de remolino ε: 13 m²/s	



Proyecto:

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

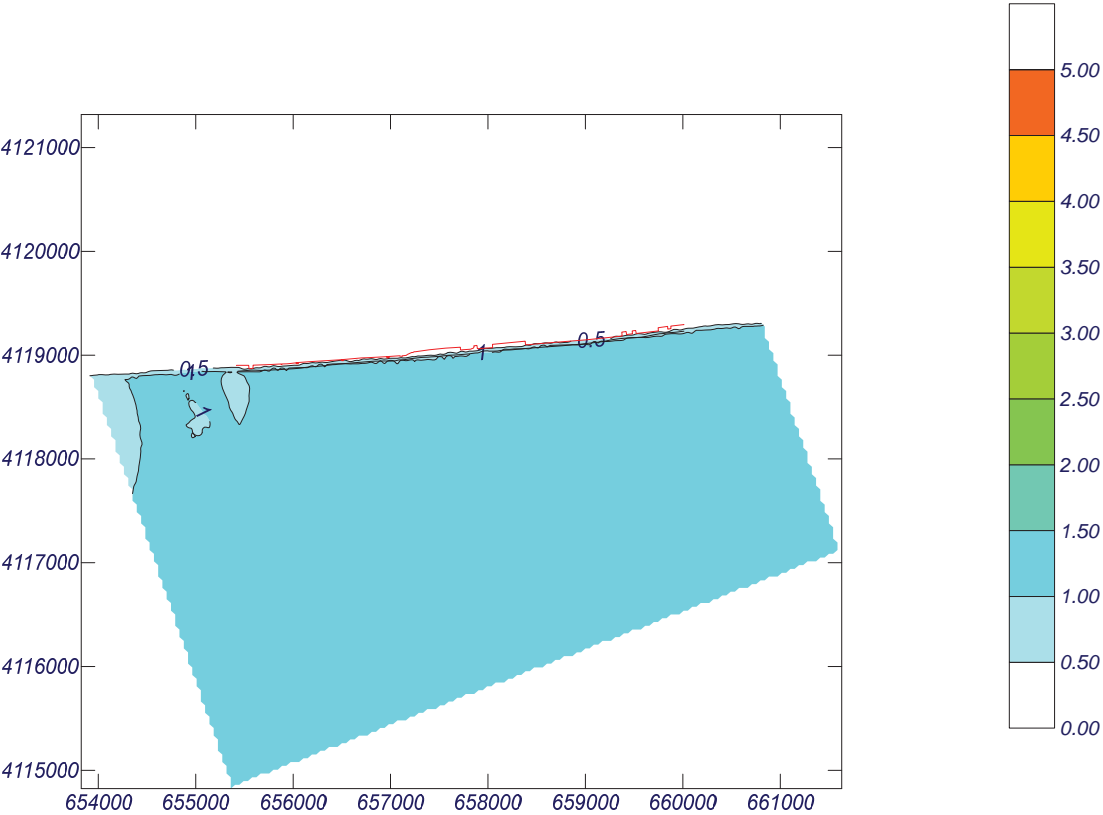
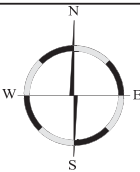
Caso espectral: M617 M6: Malla levante M3 17: ESE Hs12 = 3.86 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP <i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 3.86 m h: 50 m fp: 0.108 Hz (Tp: 9.25926 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: 40° (S60.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15	COPLA-SP	MOPLA-SP



Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

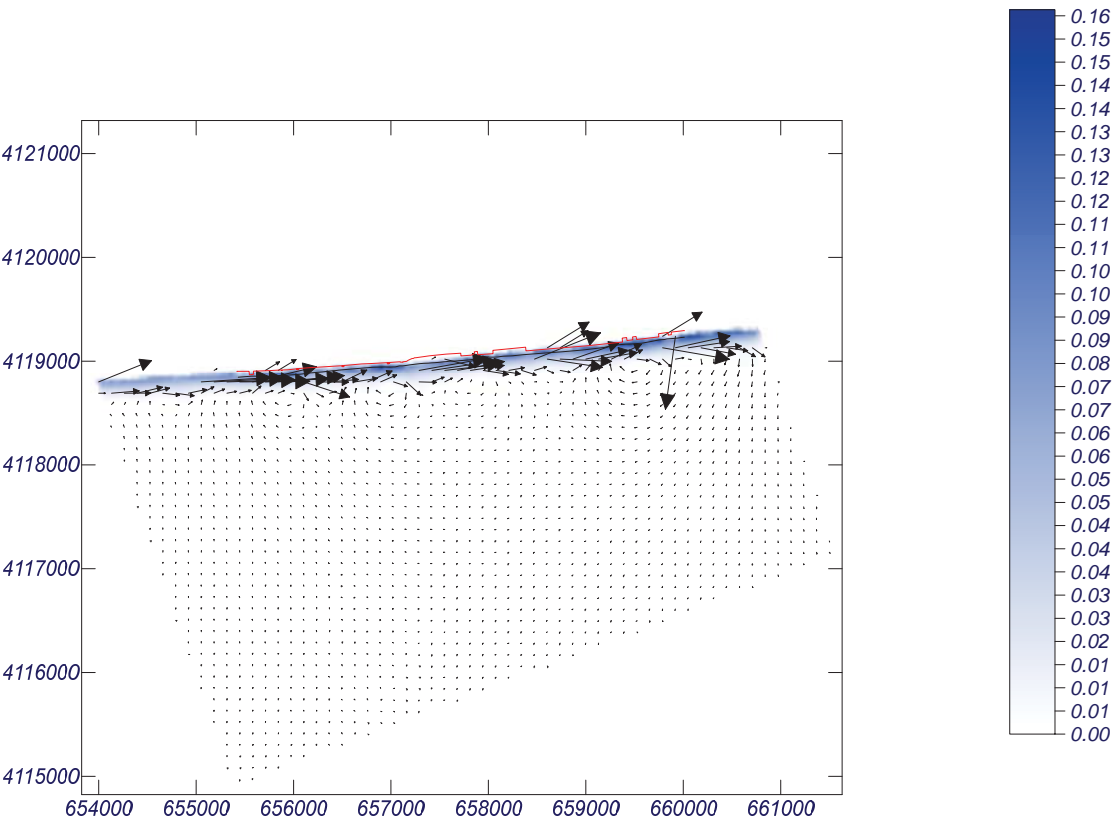
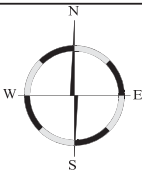
Caso espectral: M628 M6: Malla levante M3 28: S Hsmorf = 1.16 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP <i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 1.16 m h: 50 m fp: 0.1667 Hz (Tp: 5.9988 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: -20° (S) σ: 20° - Nº Comp.: 15	COPLA-SP	MOPLA-SP



Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

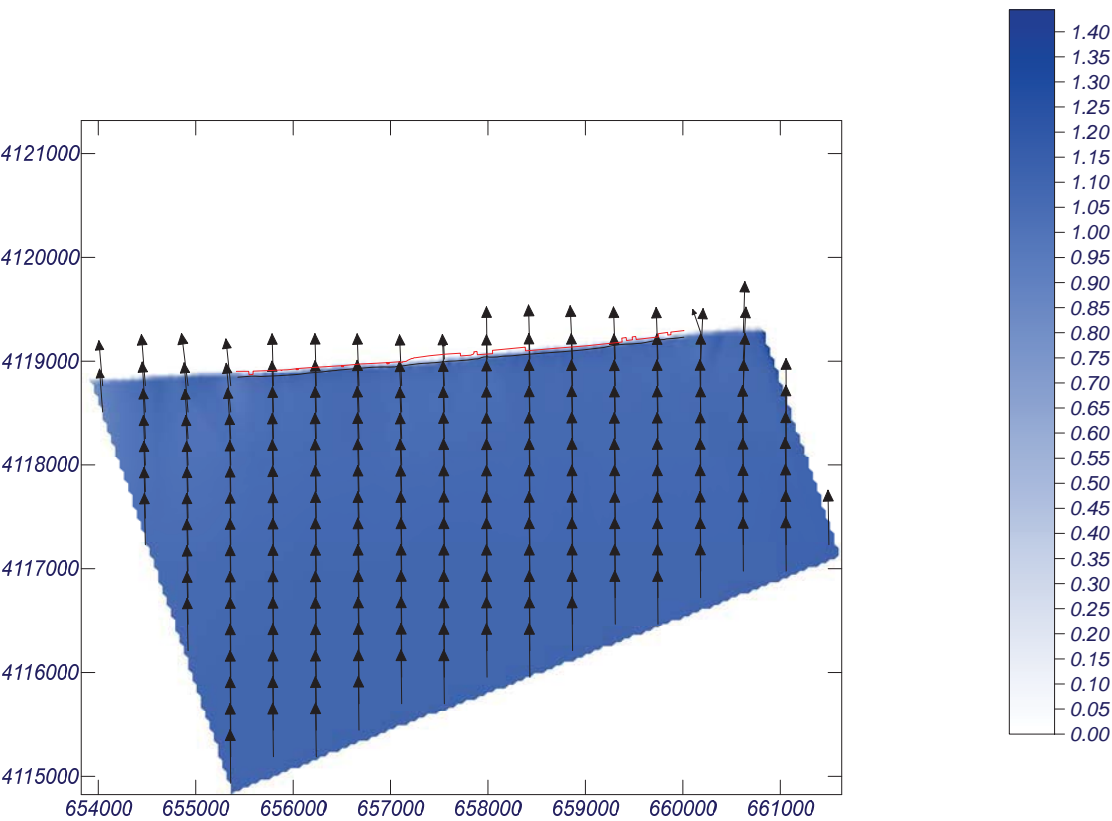
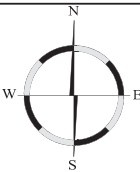
Caso espectral: M628 M6: Malla levante M3 28: S Hsmorf = 1.16 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP <i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 1.16 m h: 50 m fp: 0.1667 Hz (Tp: 5.9988 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: -20° (S) σ: 20° - Nº Comp.: 15	COPLA-SP <i>Rugosidad de Nikuradse</i> Kswc: 1 m <i>Viscosidad de remolino</i> ε: 13 m²/s	MOPLA-SP



Proyecto:

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

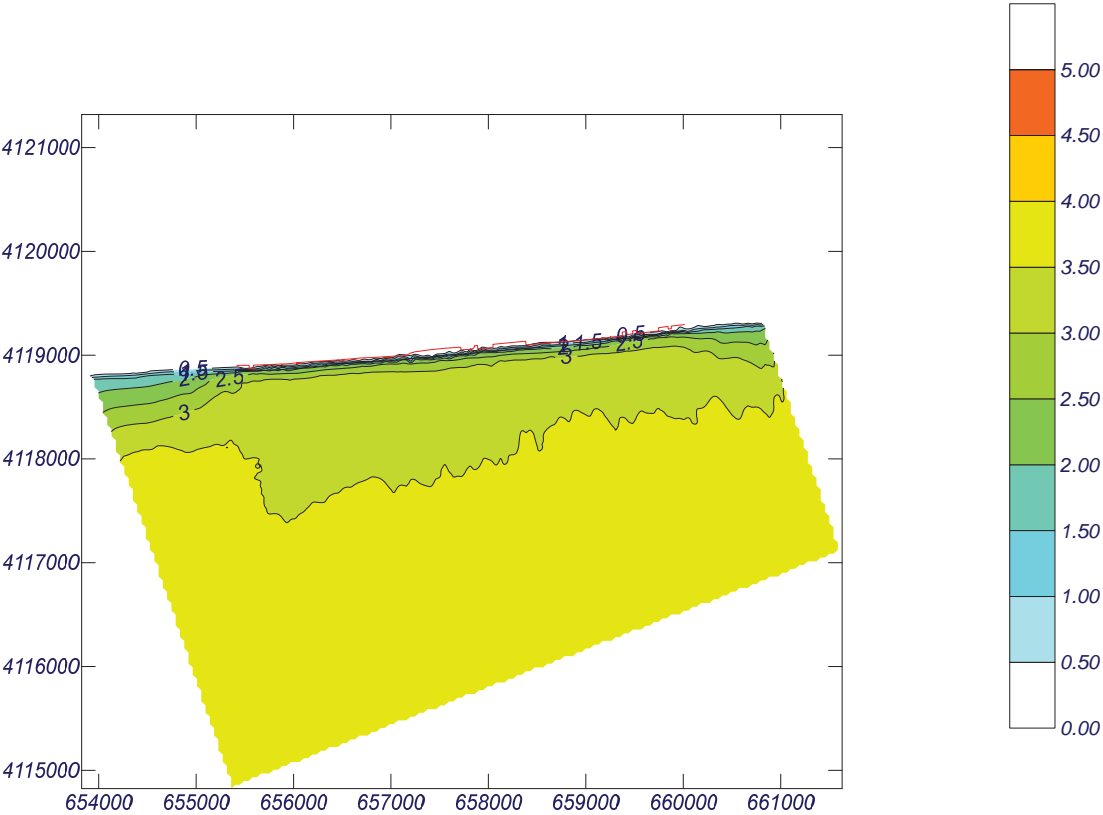
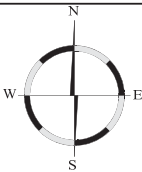
Caso espectral: M628 M6: Malla levante M3 28: S Hsmorf = 1.16 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP <i>Espectro frecuencial (TMA)</i> Hs: 1.16 m h: 50 m fp: 0.1667 Hz (Tp: 5.9988 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <i>Espectro direccional</i> θm: -20° (S) σ: 20° - Nº Comp.: 15	COPLA-SP	MOPLA-SP



Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

Caso espectral: M631 M6: Malla levante M3 31: S Hsmorf = 4.50 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	Espectro frecuencial (TMA) Hs: 4.5 m h: 50 m fp: 0.09765 Hz (Tp: 10.2407 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: -20° (S) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

Caso espectral: M631 M6: Malla levante M3 31: S Hsmorf = 4.50 m	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	Espectro frecuencial (TMA) Hs: 4.5 m h: 50 m fp: 0.09765 Hz (Tp: 10.2407 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: -20° (S) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m Viscosidad de remolino ε: 13 m²/s	

