

ADENDA A LA
“ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA REDACCIÓN DE ESTUDIO DE
DINÁMICA LITORAL PARA EL DISEÑO Y PROYECTO DE
CONSTRUCCIÓN DEL BY-PASS DE ARENA N-S EN EL PUERTO
DE GRANADILLA”



ÍNDICE



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	- 1 -
2.	PROPUESTA DE ZONAS DE EXTRACCIÓN DE ARENAS ACUMULADAS Y DE VERTIDO DE LAS MISMAS	- 1 -
3.	ESCENARIOS CLIMÁTICOS	- 5 -
3.1.	Caso 1: Viento del primer cuadrante	- 5 -
3.2.	Caso 2: Viento del segundo cuadrante.....	- 9 -
3.3.	Caso 3: Viento del tercer cuadrante	- 11 -
3.4.	Caso 4: Viento del cuarto cuadrante	- 14 -
4.	SIMULACIÓN DEL MOVIMIENTO DE PARTÍCULAS	- 16 -





ADENDA



1. INTRODUCCIÓN

Tras el informe denominado "Asistencia técnica para la redacción de estudio de dinámica litoral para el diseño y proyecto de construcción del by-pass de arena N-S en el Puerto de Granadilla", se han solicitado diversas aclaraciones, y a tal efecto se redacta la siguiente adenda que versa sobre tres aspectos concretos:

- Propuesta de zonas de extracción de arenas acumuladas y vertido de las mismas.
- Escenarios climáticos
- Simulación del movimiento de partículas

2. PROPUESTA DE ZONAS DE EXTRACCIÓN DE ARENAS ACUMULADAS Y DE VERTIDO DE LAS MISMAS

Como se ha mencionado en el capítulo 4, tras la construcción del puerto, se producirá una acumulación de sedimentos en la cara NE del puerto (véase la figura 1). La velocidad con la que se acumulará, se corresponderá con la tasa de transporte real que existe hoy en día, es decir, 800-2000 m³/año. Recuérdese que este resultado se ha obtenido asumiendo ciertas hipótesis en el cálculo:

- Aporte de los barrancos obtenido con la formulación de la USLE (Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo).
- La fracción arena de los barrancos se ha estimado en un 10-30% del aporte total.
- La pluma de vertido de los barrancos se distribuye entre la costa y la batimétrica de -30 m, disminuyendo linealmente. El sedimento depositado entre la línea de costa y la batimétrica de -10 (40% del total), es el sedimento que se transporta a través de la zona donde se ubicará el puerto.
- Para el cálculo del aporte de material de los barrancos se ha supuesto que los cauces de los mismos se encuentran en un estado natural, sin modificaciones antrópicas.
- La zona ocupada por el maërl aguas arriba del puerto se ha supuesto de igual dimensión que la zona ocupada por el maërl aguas abajo.
- Con base en bibliografía existente, se ha estimado que para Canarias, la tasa de fijación de carbonato cálcico estará en torno a 2000 g de CaCO₃ m⁻²/año con una desviación de +/- 500 g CaCO₃ m⁻²/año.

- El porcentaje del aporte total de los fondos de maërl, susceptible de ser transportado aguas abajo del puerto, se ha estimado en un 40% como máximo.

Todas estas hipótesis quedan suficientemente argumentadas en el texto recogido en el apartado 3.6 del capítulo 3.

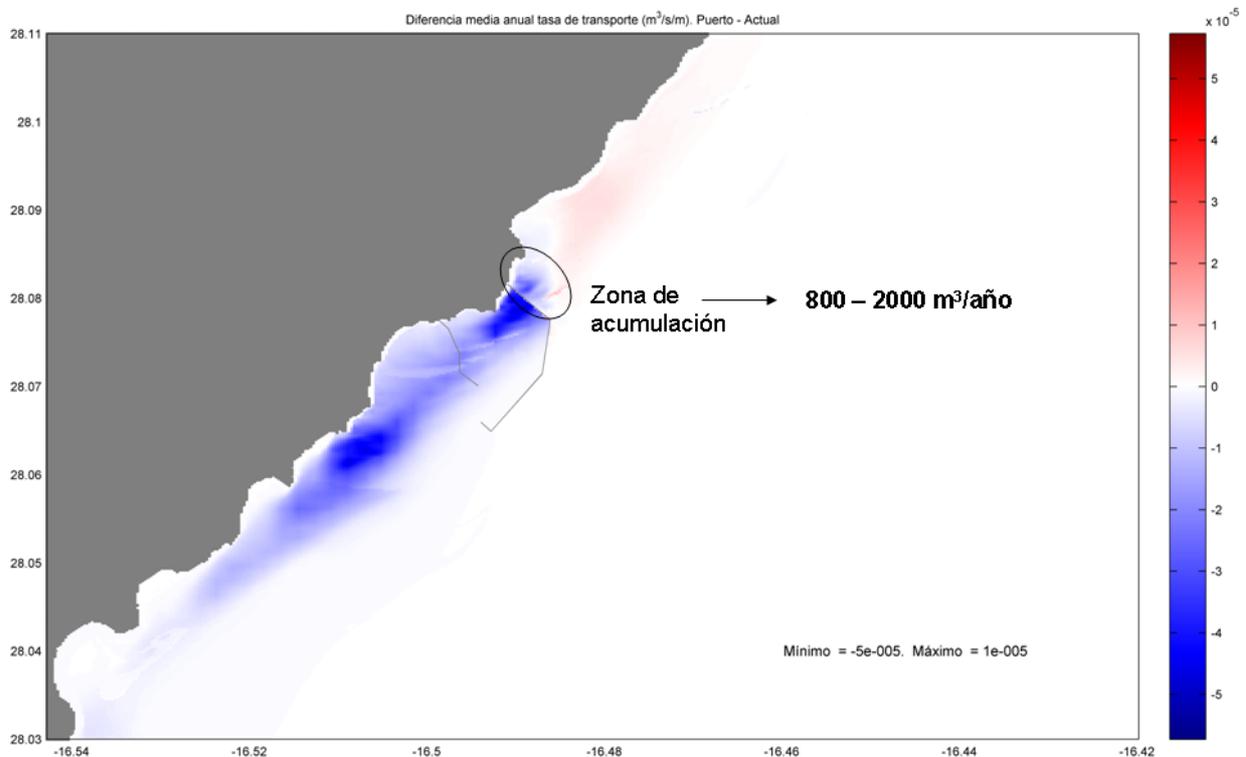


Figura 1. Zona de acumulación de sedimentos.

La construcción del puerto supondrá por tanto una reducción del volumen de material que actualmente entra en la ZEC. Con el objetivo de garantizar este flujo de sedimentos y, al mismo tiempo, reducir la acumulación de material en la zona marcada en la figura 1, se propone extraer el material de los barrancos antes de que lleguen al mar. De esta forma además de evitar que los sedimentos se acumulen en la zona NE del puerto, se dispondrá de material en el caso de que se produzca erosión de los fondos marinos aguas abajo del mismo.

En cuanto a zonas de extracción de material, se proponen dos posibles localizaciones. Una se situaría aguas arriba de la carretera (véase la figura 2) y otra en el cauce bajo del barranco en la zona próxima a la playa.

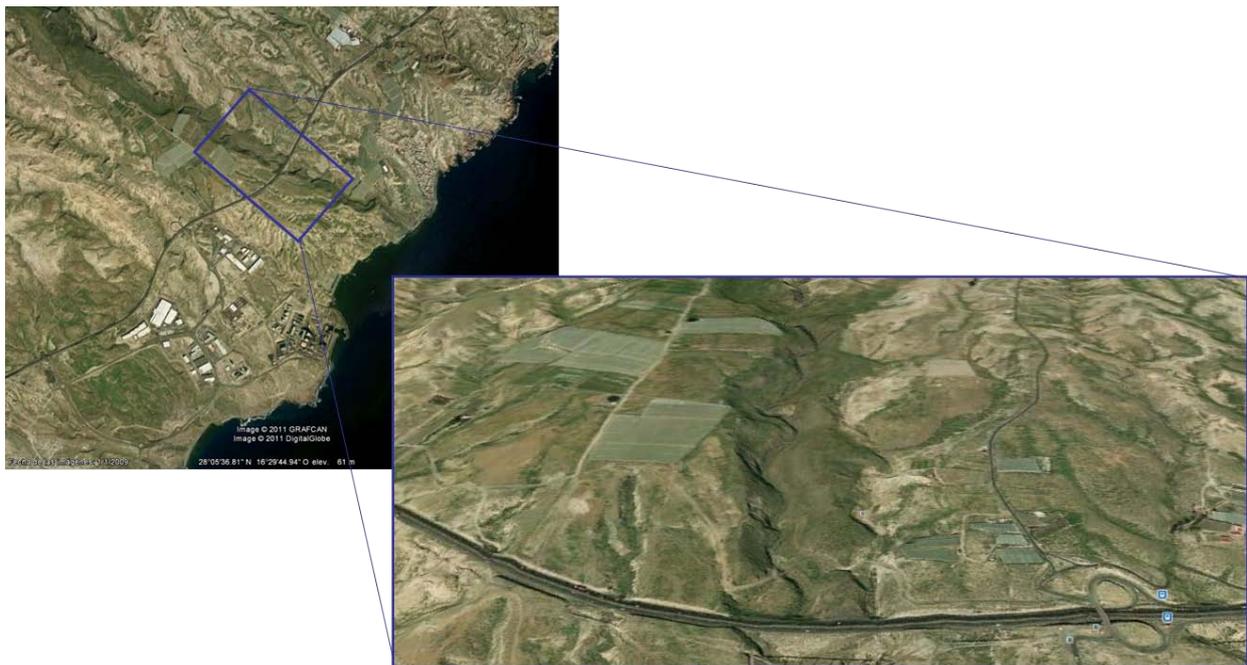


Figura 2. Posible zona de extracción aguas arriba de la carretera.

Una vez extraído el material, los sedimentos deberían verterse inmediatamente aguas abajo del puerto, pero en una zona donde la tasa de transporte potencial fuese suficiente para que pudieran ser redistribuidos. En la figura 3 se muestra la zona donde se podría verter el sedimento.

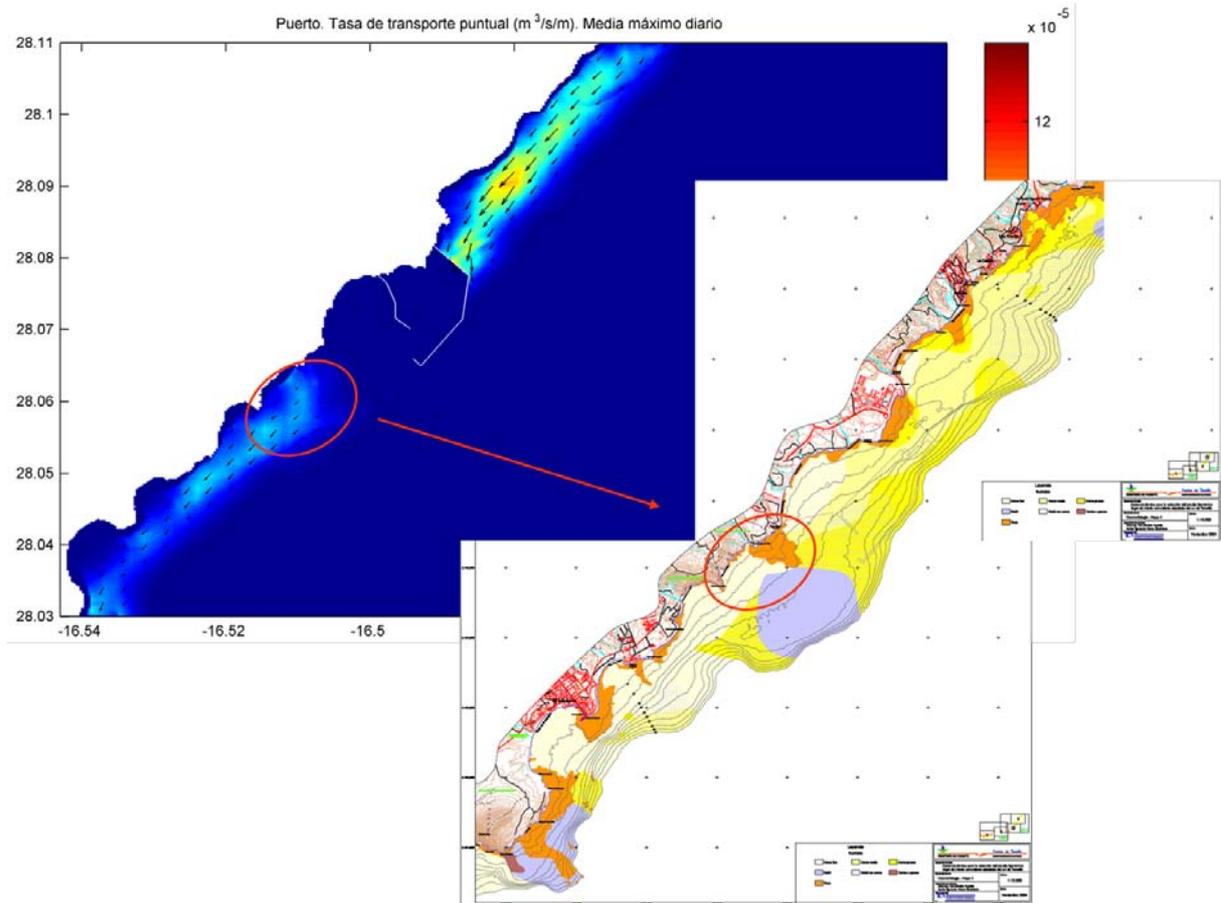


Figura 3. Zona de posible punto de vertido.

3. ESCENARIOS CLIMÁTICOS

En el informe se hace referencia a la variabilidad en la tasa de transporte en cuanto a las situaciones verano-invierno, sin embargo, se ha solicitado también, estudiar la variabilidad en la tasa de transporte puntual ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$) para cuatro situaciones características:

- Caso 1: Viento del primer cuadrante. Los alisios inciden del NE-NNE con un ángulo de 0 a 20° sobre la alineación general de la costa. Tamaño de ola normalmente inferior a los 2.5 m de altura.
- Caso 2: Viento del segundo cuadrante. Viento del SE y oleaje débil.
- Caso 3: Viento del tercer cuadrante. Viento del SW, las olas pueden superar los 3 metros de altura.
- Caso 4: Viento del cuarto cuadrante. El viento incide en la costa desde tierra, frecuentemente racheado. Genera olas pequeñas.

3.1. Caso 1: Viento del primer cuadrante

En la figura 4 se muestra el instante seleccionado (14 de septiembre de 2001) para la obtención de la tasa de transporte puntual en la zona de estudio.

La situación climática se corresponde con vientos de 4 m/s con dirección N20E. La altura de ola es, aproximadamente, 2.5 m.

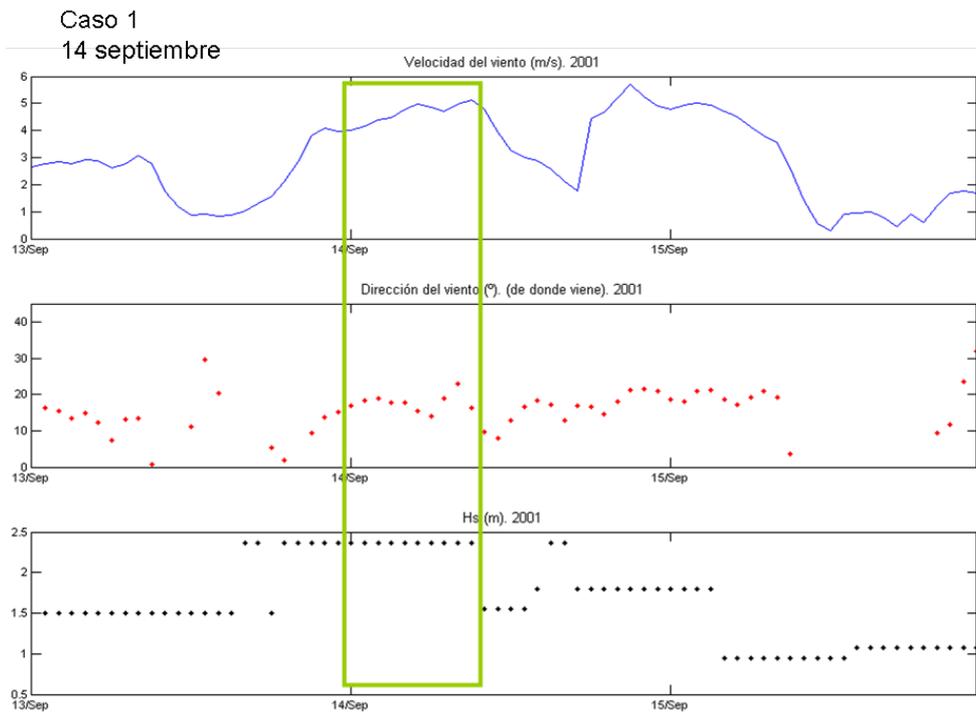


Figura 4. Características de oleaje y de viento seleccionadas para el caso 1

En las figuras 4.a y 4.b se presentan, para 4 instantes de marea (bajamar, llenante, pleamar y vaciante), las tasas de transporte puntual obtenidas para las condiciones mostradas en la figura 4. La carrera de marea correspondiente es de aproximadamente 1.5 m.

Se observa que la dirección del transporte es hacia el SW en los 4 instantes. En los estados de bajamar y vaciante la magnitud del transporte es mayor puesto que la corriente de marea y la corriente derivada del oleaje van en la misma dirección. Sin embargo en los instantes de llenante y pleamar la corriente de marea va en dirección NE mientras que la del oleaje sigue hacia el SW, por tanto, el transporte potencial es de menor magnitud.

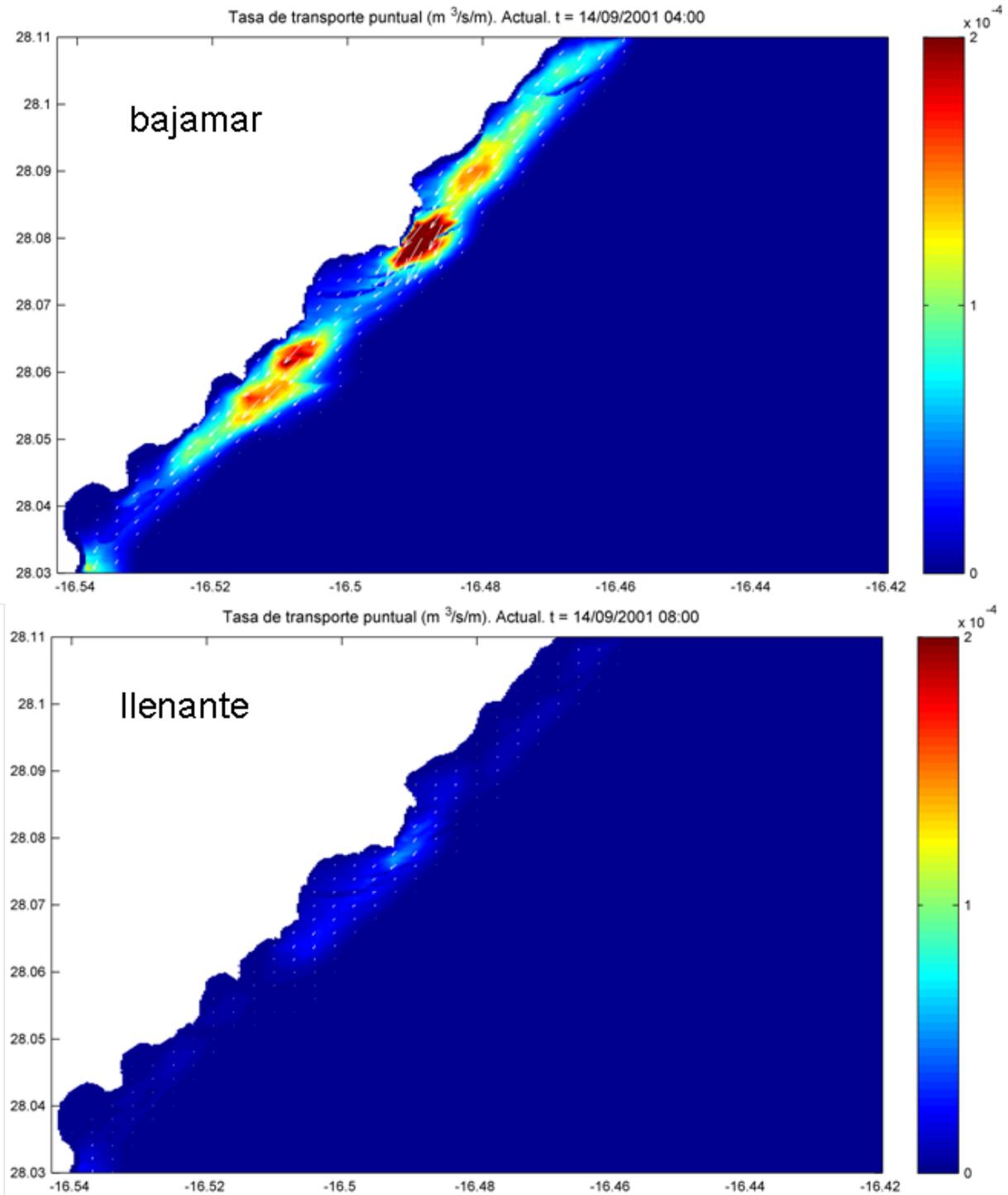


Figura 4.a. Tasa de transporte puntual para las condiciones de viento y oleaje mostradas en la figura 4 (caso 1). Situación de bajamar y llenante.

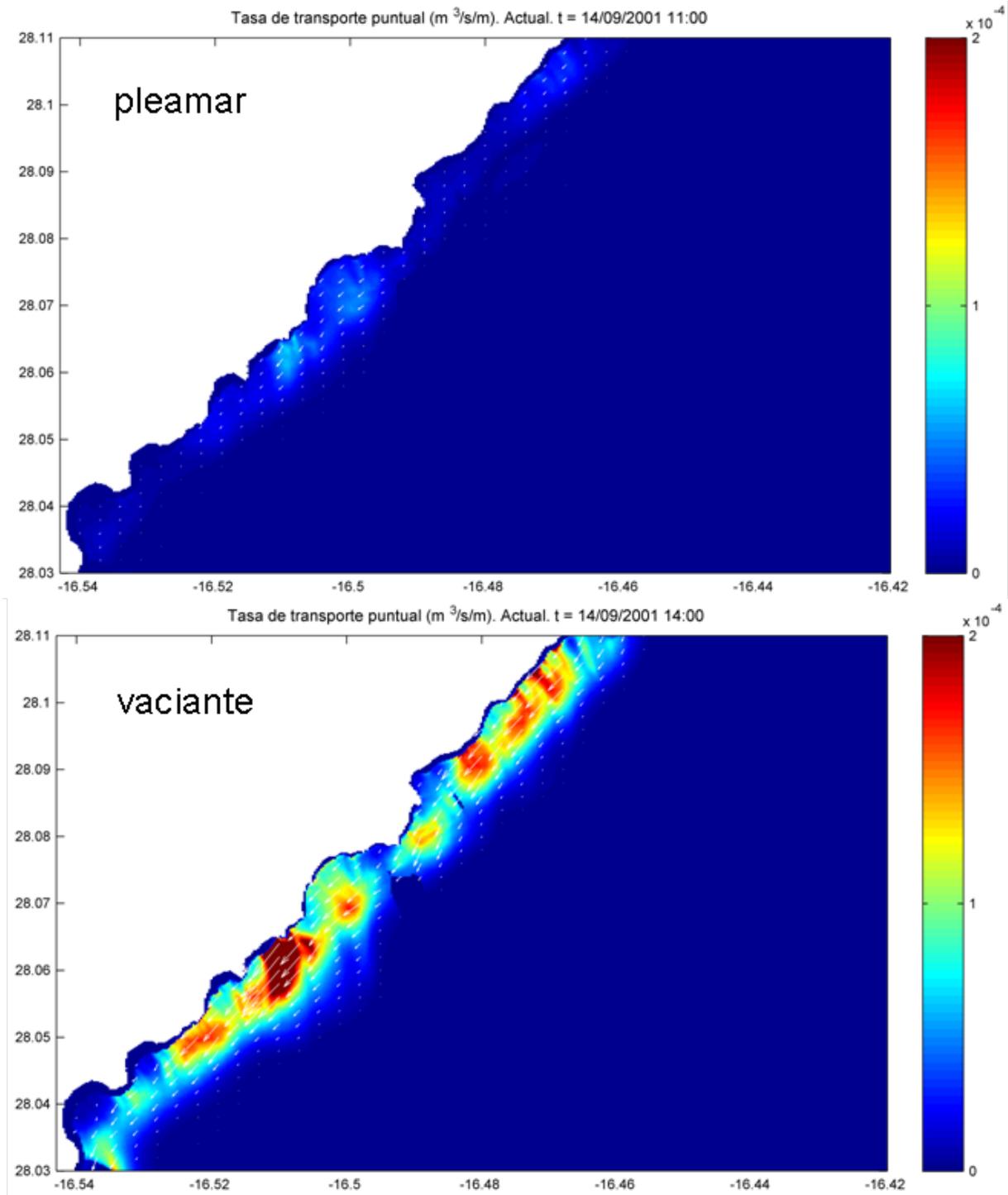


Figura 5.b. Tasa de transporte puntual para las condiciones de viento y oleaje mostradas en la figura 4 (caso 1). Situación de pleamar y vaciante

3.2. Caso 2: Viento del segundo cuadrante

En la figura 6 se muestran los instantes seleccionados para los vientos del segundo cuadrante. La situación climática se corresponde con el 13 de febrero de 2001, en el que los vientos son de 5 m/s con dirección S85E. La altura de ola varía entre 0.6 - 1.1 m.

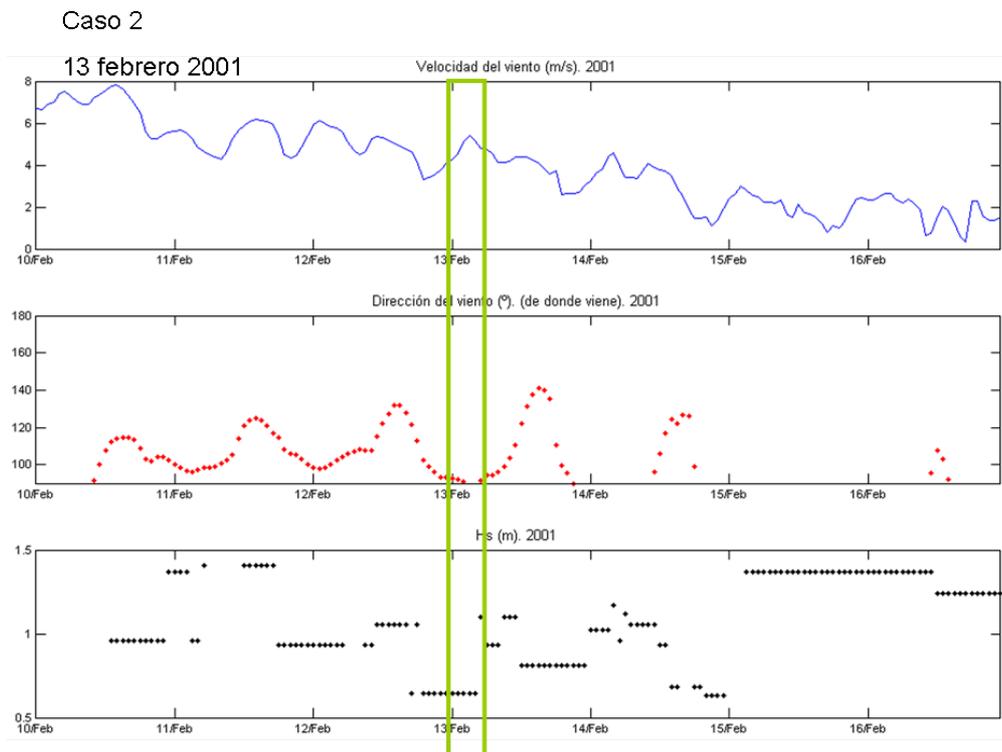


Figura 6. Características de oleaje y de viento seleccionadas para el caso 2

En la figura 7 se muestra la tasa de transporte potencial obtenida para las condiciones mostradas en la figura 6.

El panel a) muestra el transporte para los primeros instantes del 13 de febrero donde la altura de ola es aproximadamente 0.6 m. El panel b) presenta la tasa de transporte para la hora 5, donde la altura de ola del estado de mar correspondiente es superior a 1 m.

Nótese que aunque la tasa de transporte aumenta en el segundo caso, la escala es un orden de magnitud inferior a la que se muestra en la figura 5. Por este motivo, en este caso no se plantean distintos instantes de marea, ya que la tasa de transporte es muy pequeña para todos los instantes.

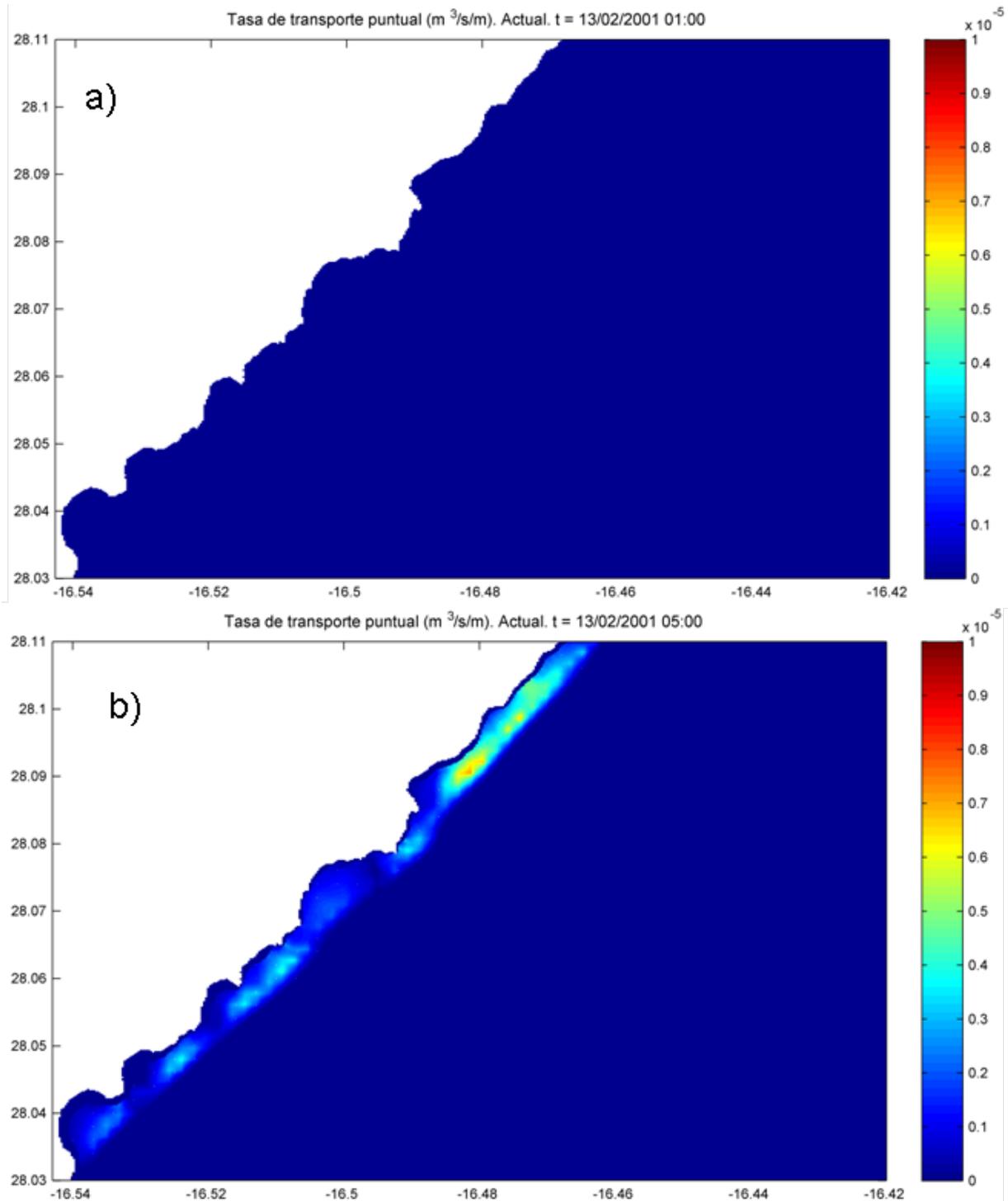


Figura 7. Tasa de transporte puntual para las condiciones de viento y oleaje del caso 2. a) Tasa de transporte potencial para altura de ola ~ 0.6 m. b) Tasa de transporte potencial para altura de ola ~ 1.1 m.

3.3. Caso 3: Viento del tercer cuadrante

En la figura 8 se muestra el instante seleccionado (días 22 y 23 de diciembre de 2001) para los vientos del tercer cuadrante.

La situación climática se corresponde con vientos de 7-8 m/s con dirección S70W. La altura de ola es de 2.5 m.

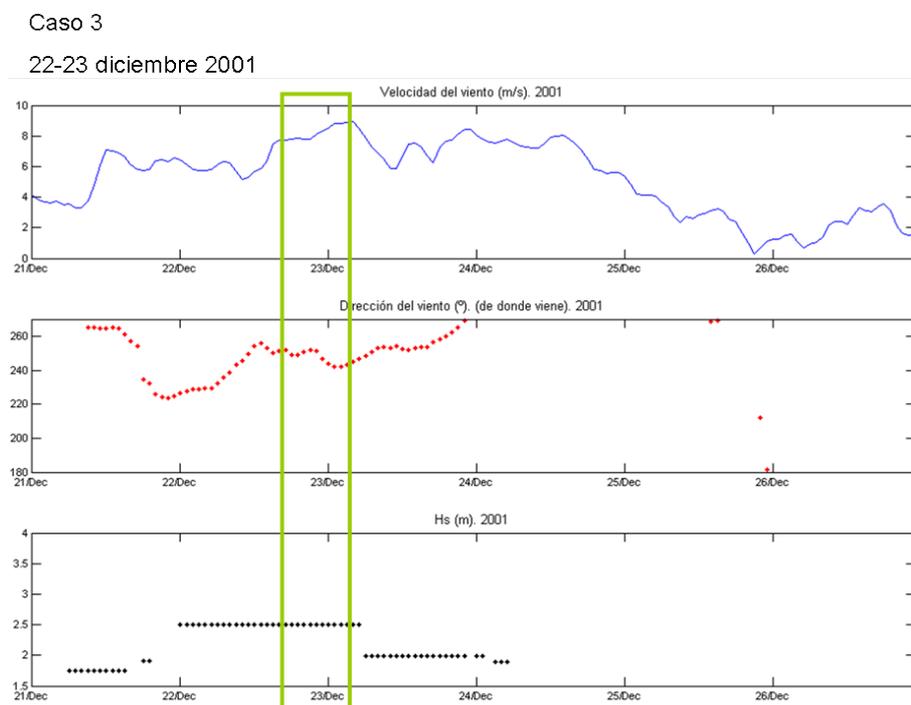


Figura 8. Características de oleaje y de viento seleccionadas para el caso 3

En las figuras 8.a y 8.b se presentan, para 4 instantes de marea (pleamar, vaciante, bajamar y llenante), las tasas de transporte potencial obtenidas para las condiciones mostradas en la figura 8. La carrera de marea correspondiente es de aproximadamente 0.6 m.

Se observa que la dirección del transporte es hacia el NE en los 4 instantes. En los estados de pleamar y llenante la magnitud del transporte es mayor puesto que la corriente de marea y la corriente derivada del oleaje van en la misma dirección. Sin embargo en los instantes de vaciante y bajamar la corriente de marea va en dirección SW mientras que la del oleaje sigue hacia el NE, por tanto, el transporte potencial es de menor magnitud.

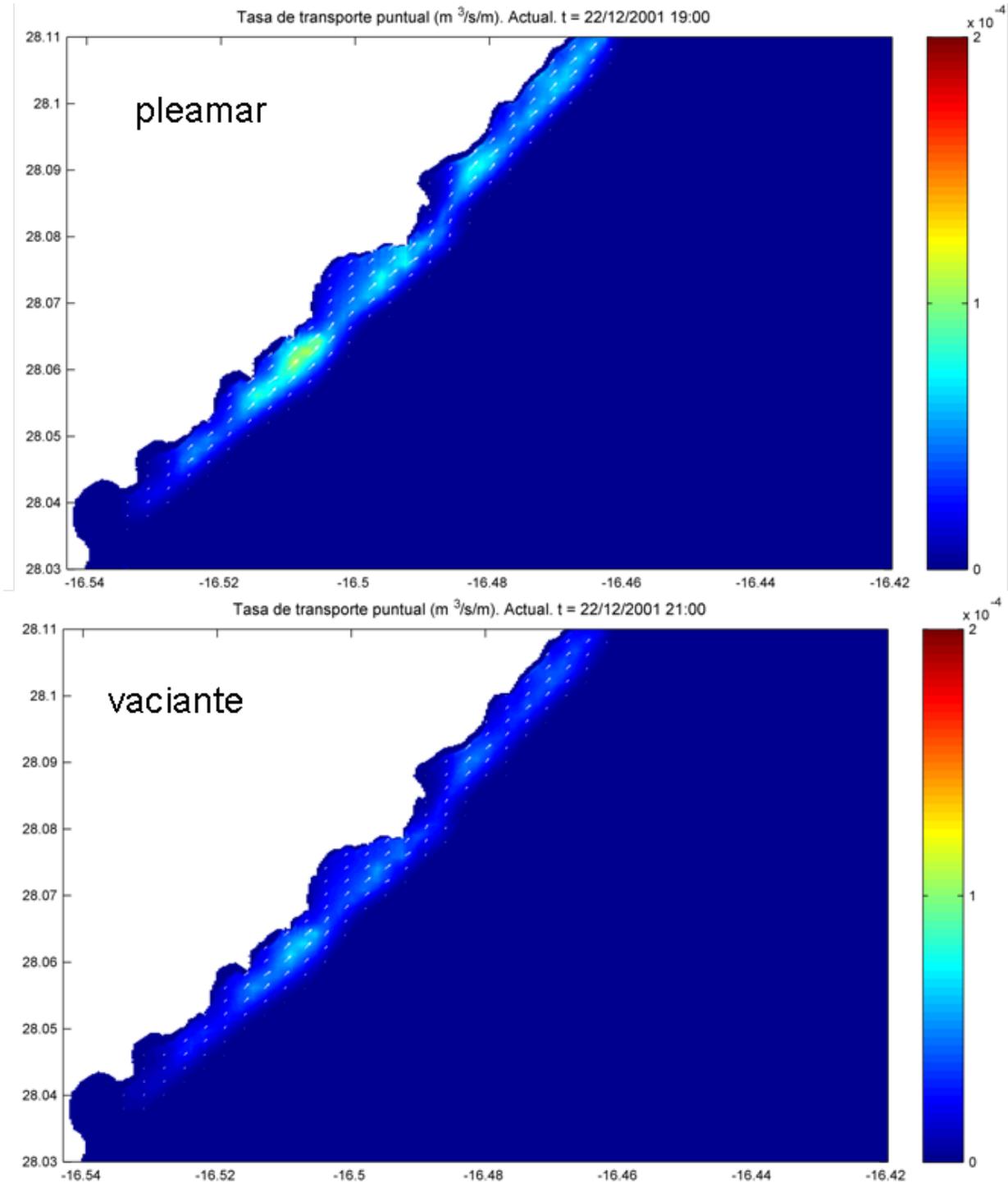


Figura 8.a. Tasa de transporte puntual para las condiciones de viento y oleaje mostradas en la figura 8 (caso 3). Situación de pleamar y vaciante.

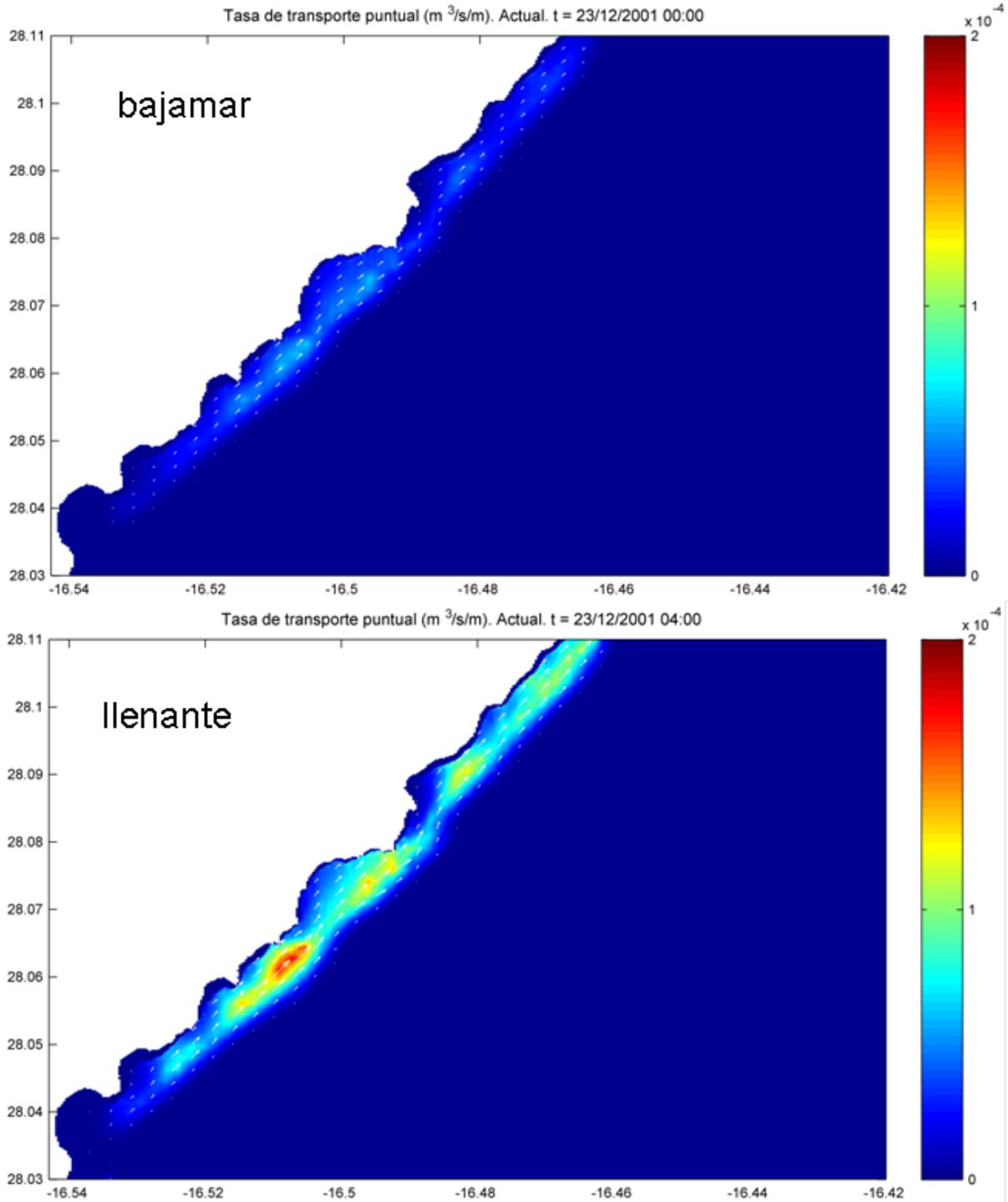


Figura 9.b. Tasa de transporte puntual para las condiciones de viento y oleaje mostradas en la figura 8 (caso 3). Situación de bajamar y llenante.

3.4. Caso 4: Viento del cuarto cuadrante

En la figura 10 se muestra el instante seleccionado para los vientos del cuarto cuadrante. La situación climática se corresponde con el 27 de septiembre de 2001 donde los vientos son de 3 m/s con dirección N60W. La altura de ola es algo inferior a 1 m.

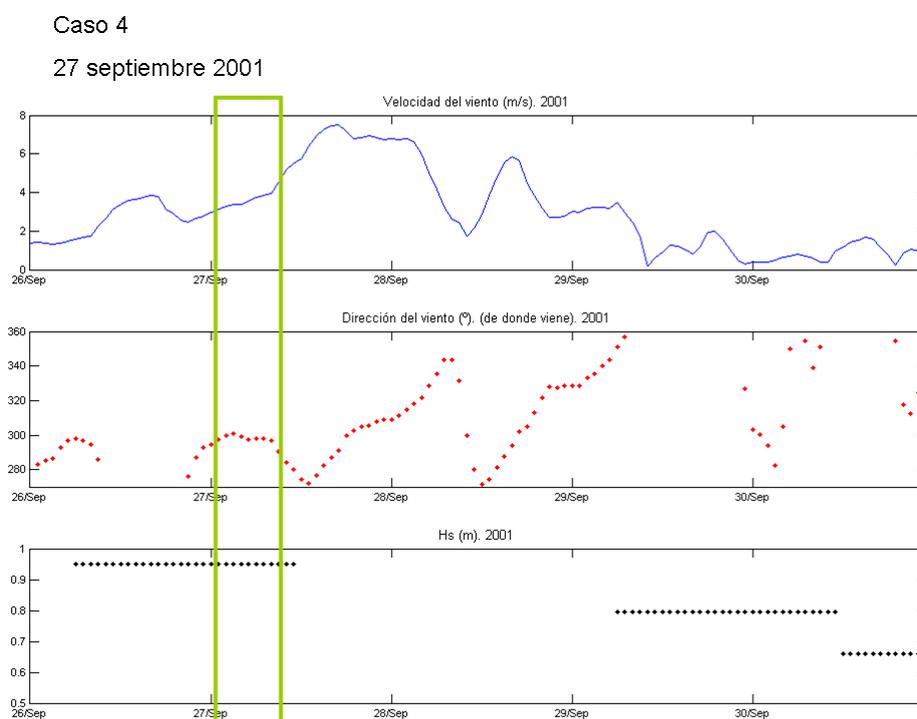


Figura 10. Características de oleaje y de viento seleccionadas para el caso 4

En la figura 11 se muestra la tasa de transporte potencial obtenida para las condiciones mostradas en la figura 10. De la misma manera que en el caso 2, no se muestran las tasas de transporte para distintos instantes de marea puesto que los valores alcanzados son muy pequeños, alrededor de un orden de magnitud inferiores a los obtenidos para los casos 1 y 3.

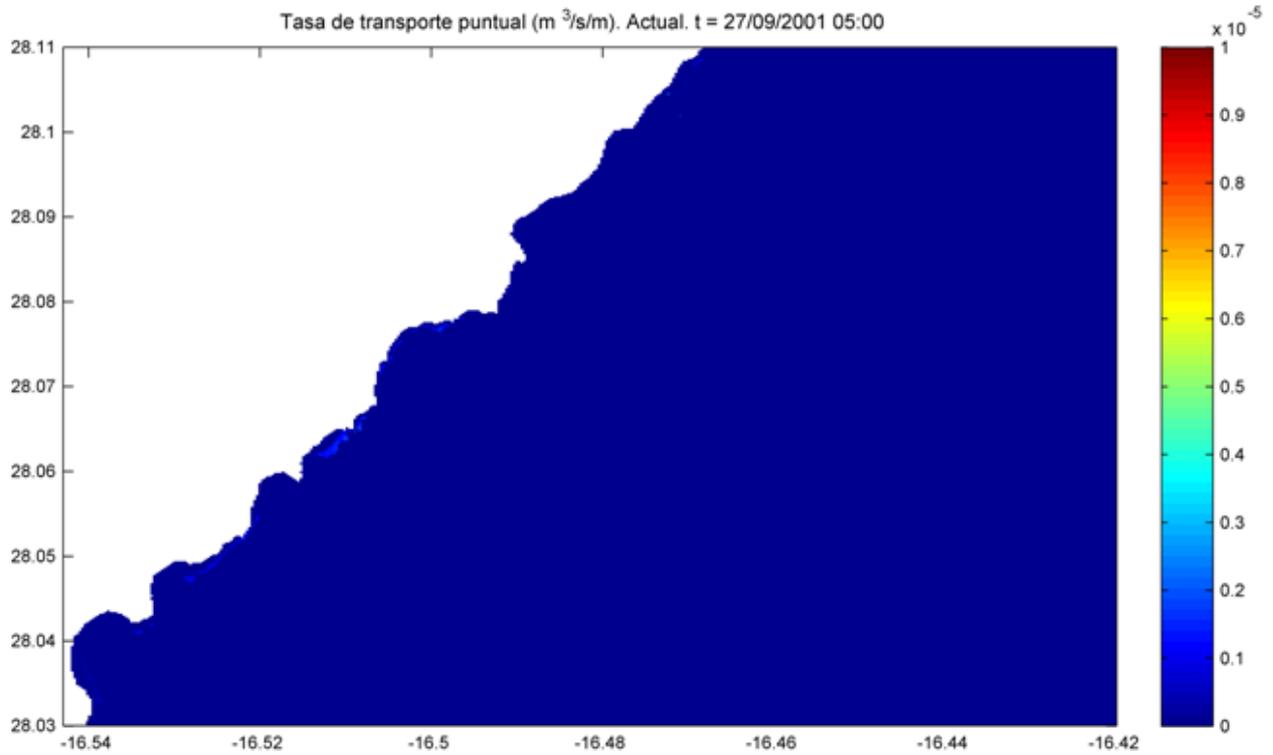


Figura 11. Tasa de transporte puntual para las condiciones de viento y oleaje mostradas en la figura 10 (caso 4).

4. SIMULACIÓN DEL MOVIMIENTO DE PARTÍCULAS

Otra cuestión suscitada es el seguimiento y evolución de las trayectorias de un vertido inicial de partículas a lo largo de 48 horas.

Para ello, se han seleccionado en concreto los instantes correspondientes a las horas 1, 3, 6, 9, 12, 24 y 48. La simulación se ha iniciado en 4 instantes de marea distintos (véase la figura 12) para valorar su influencia en el movimiento de las partículas.

El inicio de la simulación se ha hecho coincidir con las mareas vivas equinociales de septiembre, de esta forma se obtienen corrientes de marea importantes. En concreto se han seleccionado, como condiciones iniciales, los instantes de media marea llenante, pleamar, media marea vaciante y bajamar, correspondientes al 18 de septiembre de 2001 (véase la figura 13).

Para simular el transporte del vertido se ha utilizado un modelo lagrangiano que calcula el desplazamiento de N partículas utilizando las corrientes en la zona y teniendo en cuenta la dispersión debida a la turbulencia. En el caso de estudio N es igual a 1000 partículas y las corrientes utilizadas son las calculadas en el capítulo 3 del informe.

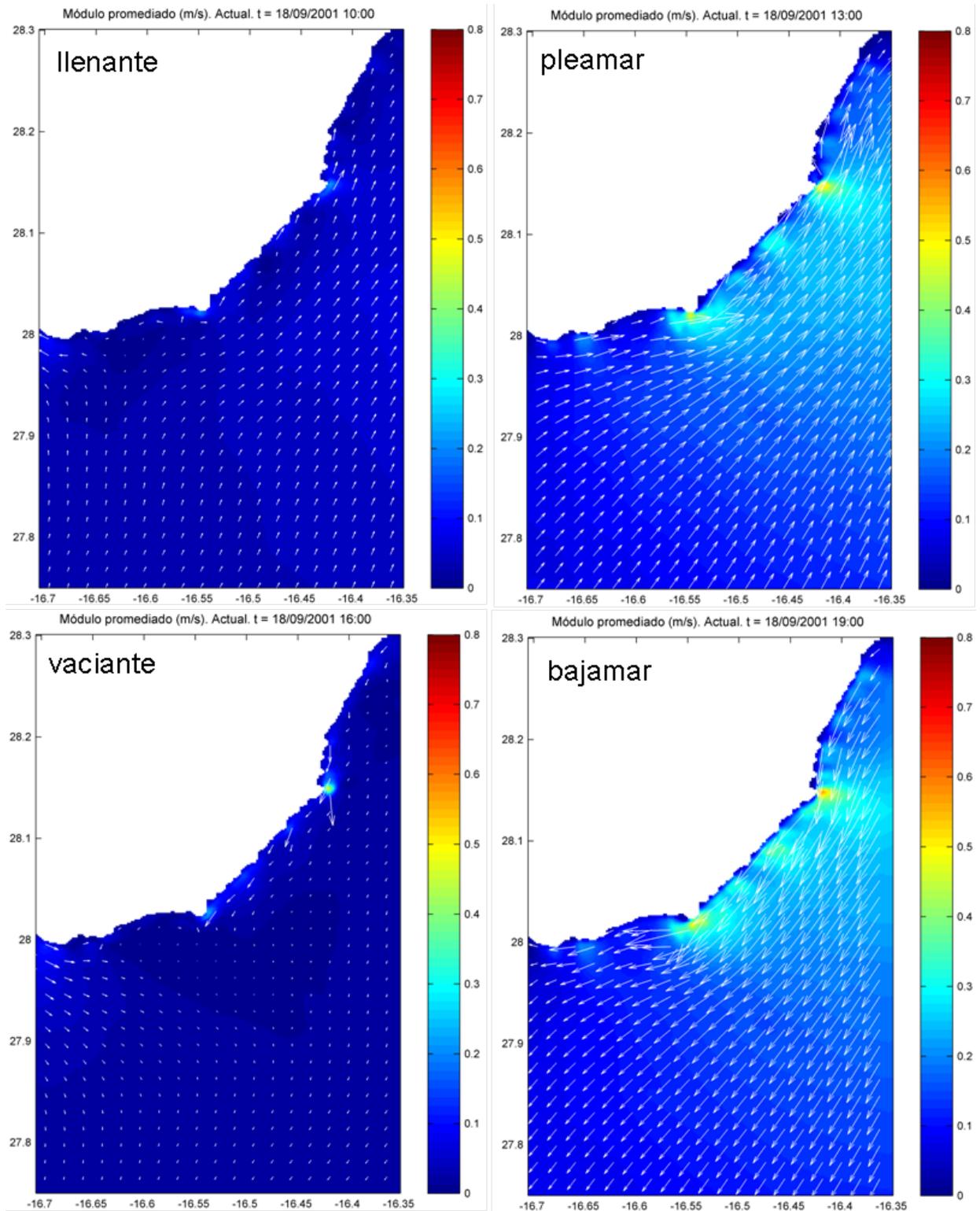


Figura 12. Condiciones iniciales de la simulación.

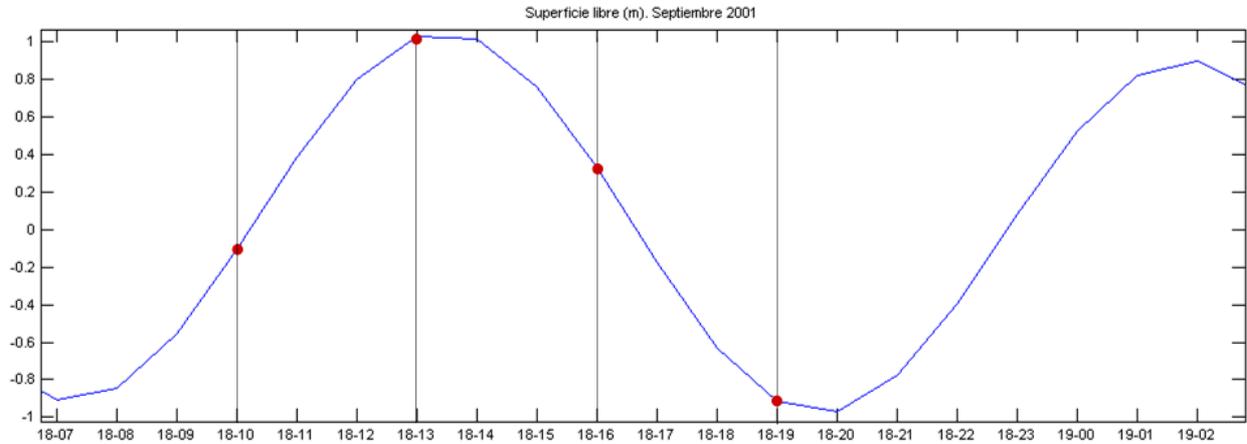


Figura 13. Superficie libre (m) del 18 de septiembre de 2011. Los puntos rojos muestran los instantes seleccionados para el inicio de la simulación (llenante, pleamar, vaciante y bajamar, respectivamente).

A continuación, en las figuras 13 a 19 se muestran los resultados para cada uno de los siete instantes seleccionados para cada una de las cuatro condiciones iniciales. El mapa de colores se corresponde con el módulo de la corriente en dicho instante.

Por ejemplo, la figura 14 muestra las partículas (punto de color rojo) en la situación inicial (hora 1 de la simulación), para cada una de las 4 condiciones iniciales antes mencionadas (a) llenante, b) pleamar, c) vaciante, d) bajamar). La figura 20 se corresponde con el final de la simulación (hora 48).

Como se observa en la sucesión de figuras, la evolución de las partículas es altamente dependiente de las condiciones iniciales del vertido y de las corrientes de cada momento.

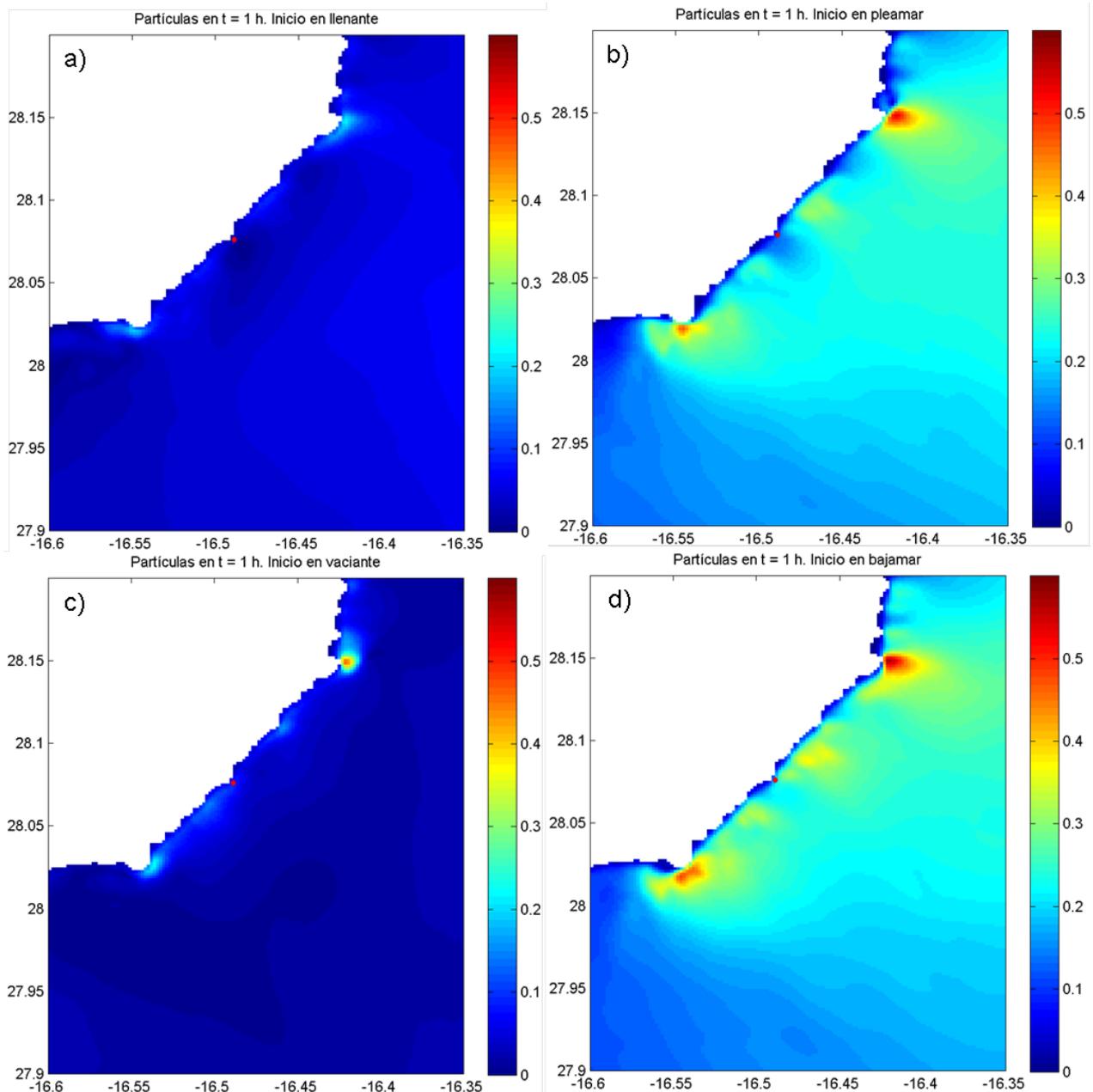


Figura 14. Instante inicial de la simulación (hora 1). a) inicio de la simulación en llenante. b) inicio de la simulación en pleamar. c) inicio de la simulación en vaciante. d) inicio de la simulación en bajamar.

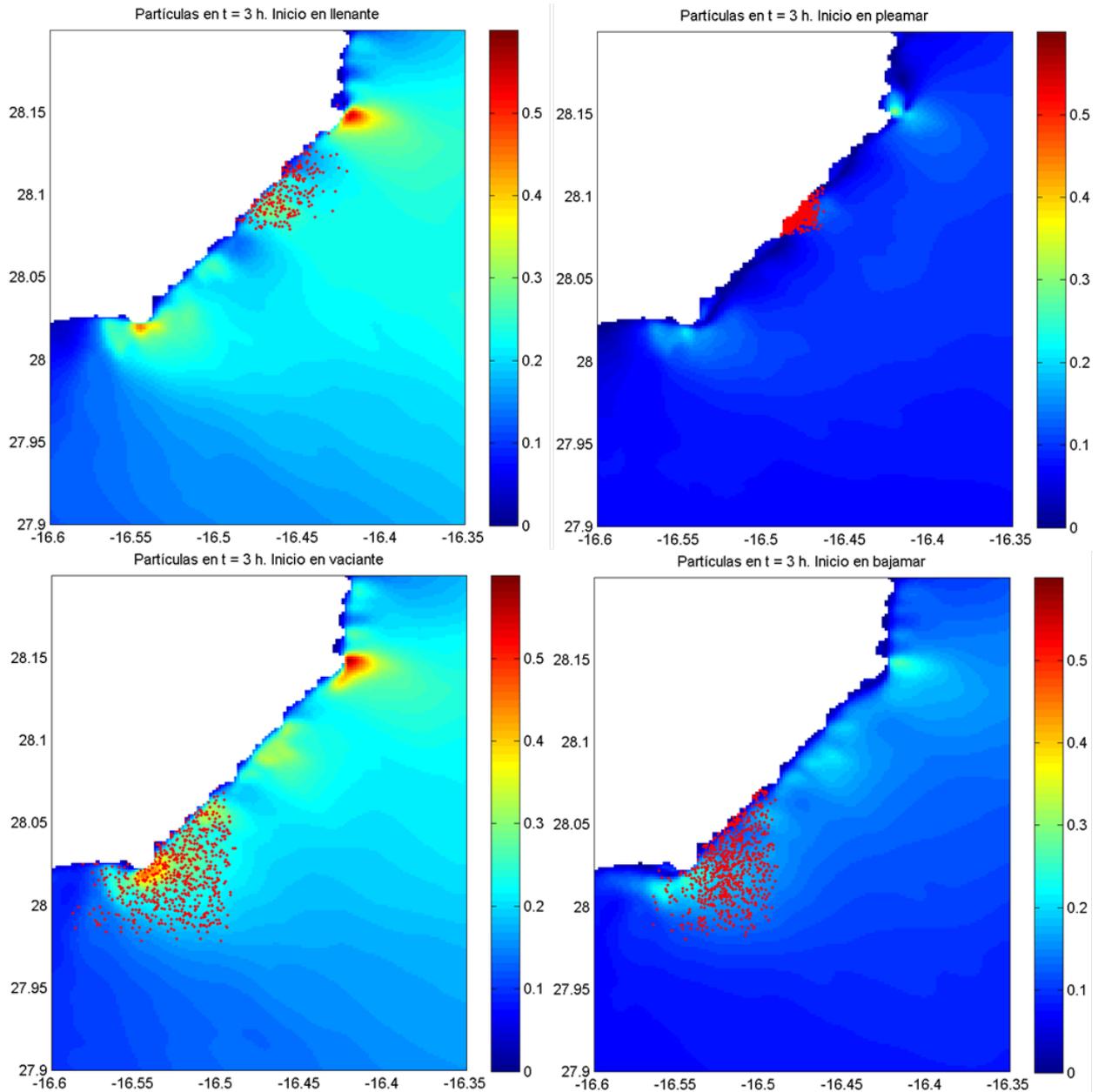


Figura 15. Hora 3 de la simulación. a) inicio de la simulación en llenante. b) inicio de la simulación en pleamar. c) inicio de la simulación en vaciante. d) inicio de la simulación en bajamar.

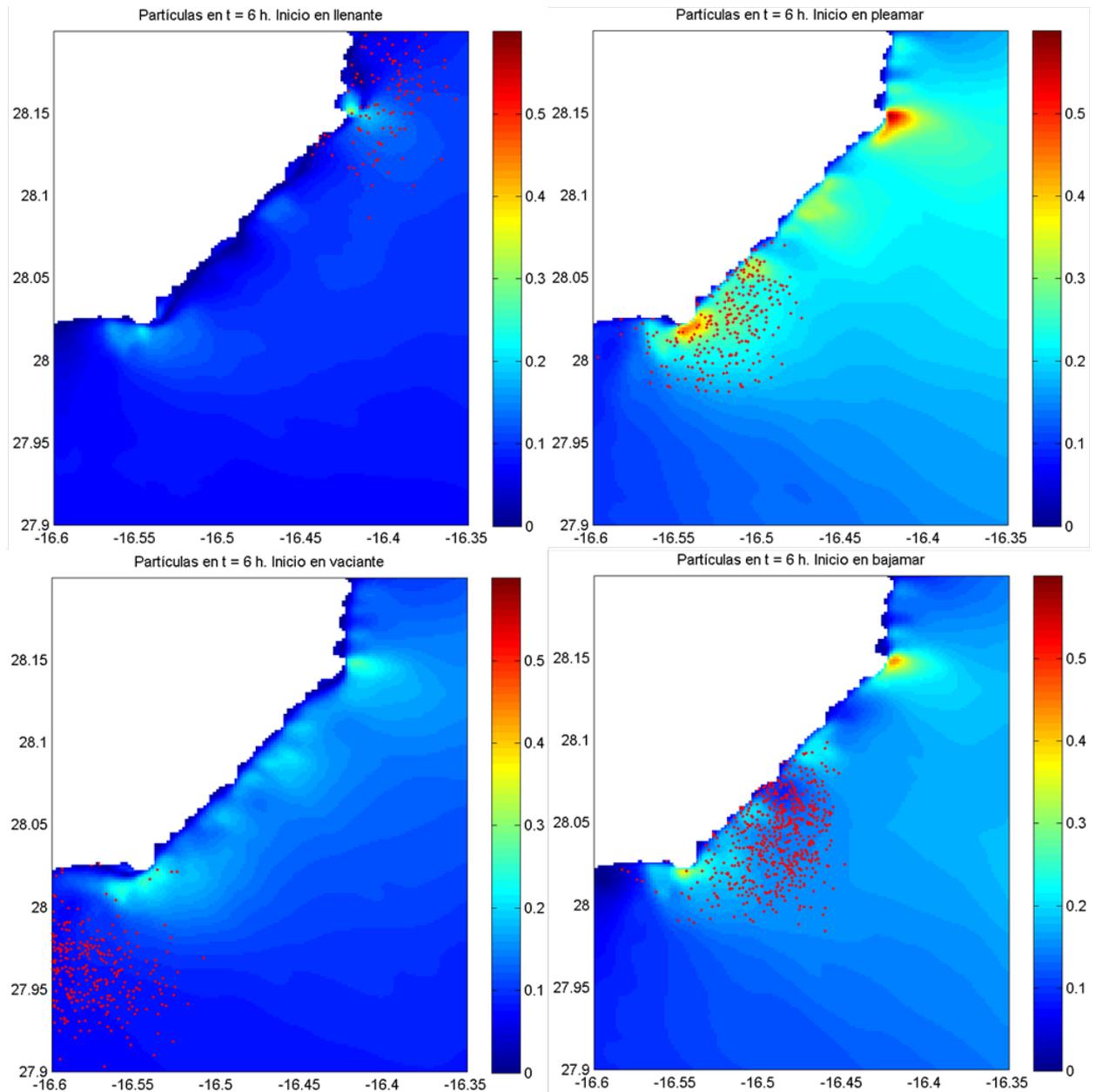


Figura 16. Hora 6 de la simulación. a) inicio de la simulación en llenante. b) inicio de la simulación en pleamar. c) inicio de la simulación en vaciante. d) inicio de la simulación en bajamar.

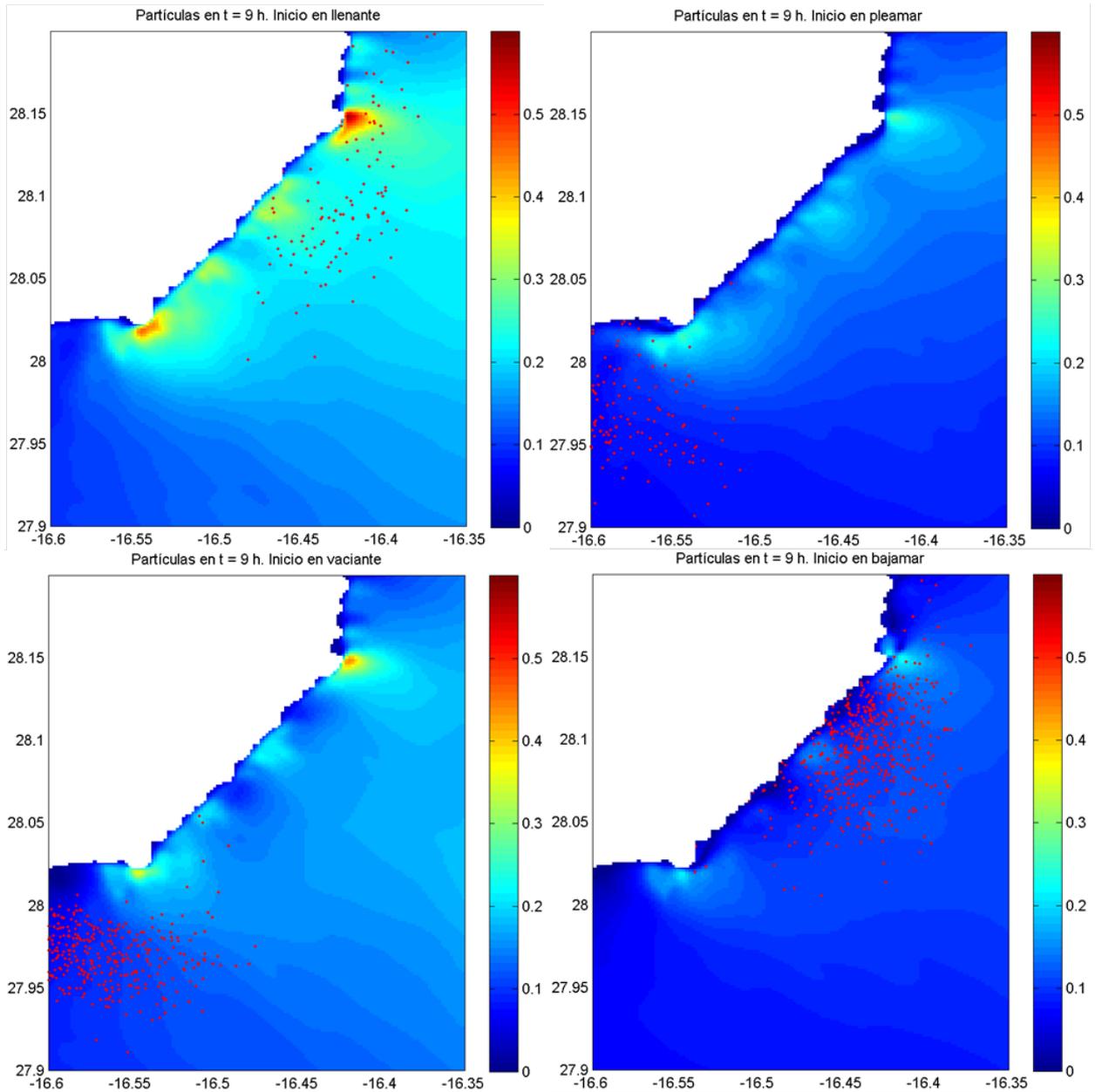


Figura 17. Hora 9 de la simulación. a) inicio de la simulación en llenante. b) inicio de la simulación en pleamar. c) inicio de la simulación en vaciante. d) inicio de la simulación en bajamar.

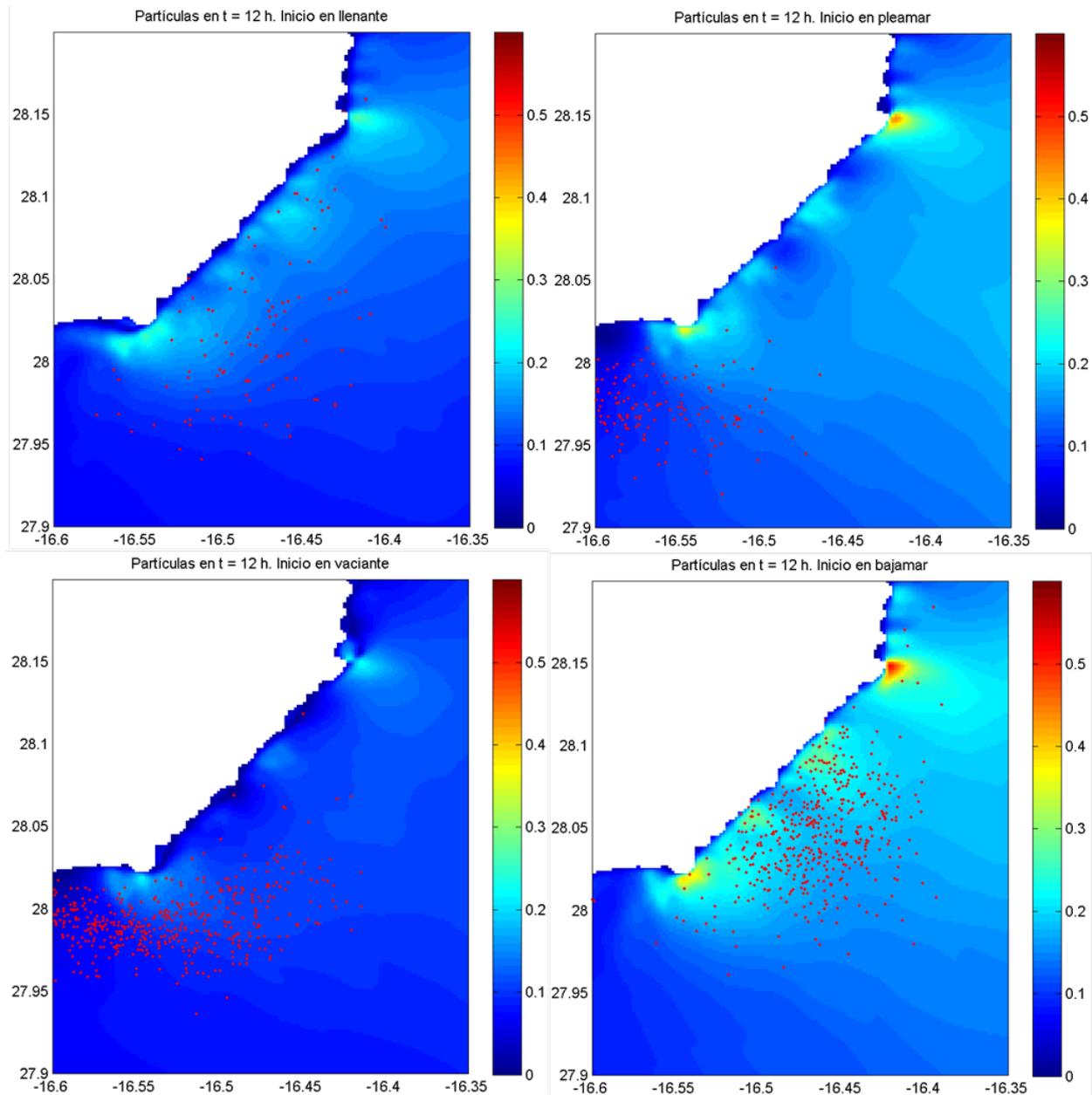


Figura 18. Hora 12 de la simulación. a) inicio de la simulación en llenante. b) inicio de la simulación en pleamar. c) inicio de la simulación en vaciante. d) inicio de la simulación en bajamar.

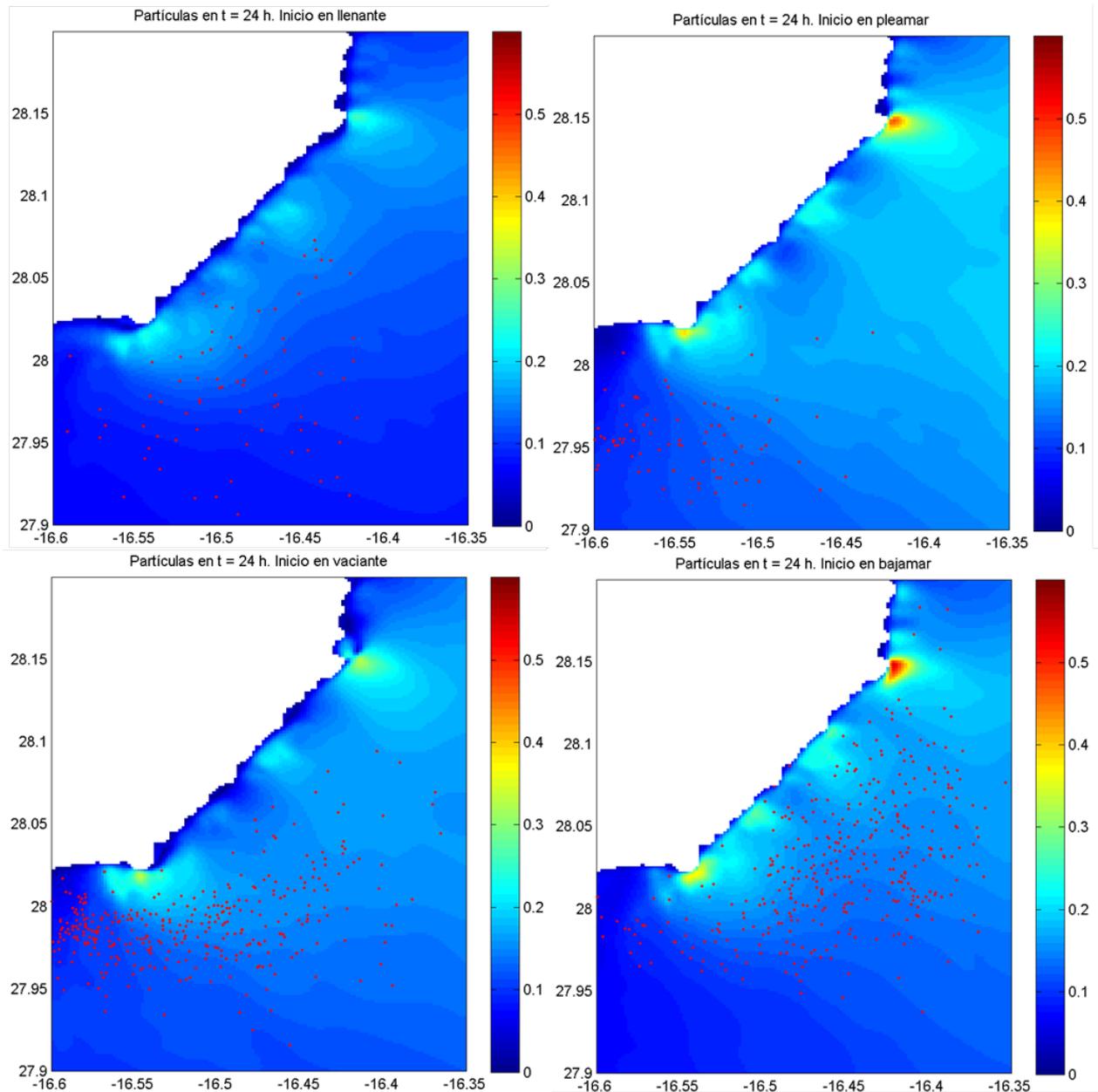


Figura 19. Hora 24 de la simulación. a) inicio de la simulación en llenante. b) inicio de la simulación en pleamar. c) inicio de la simulación en vaciante. d) inicio de la simulación en bajamar.

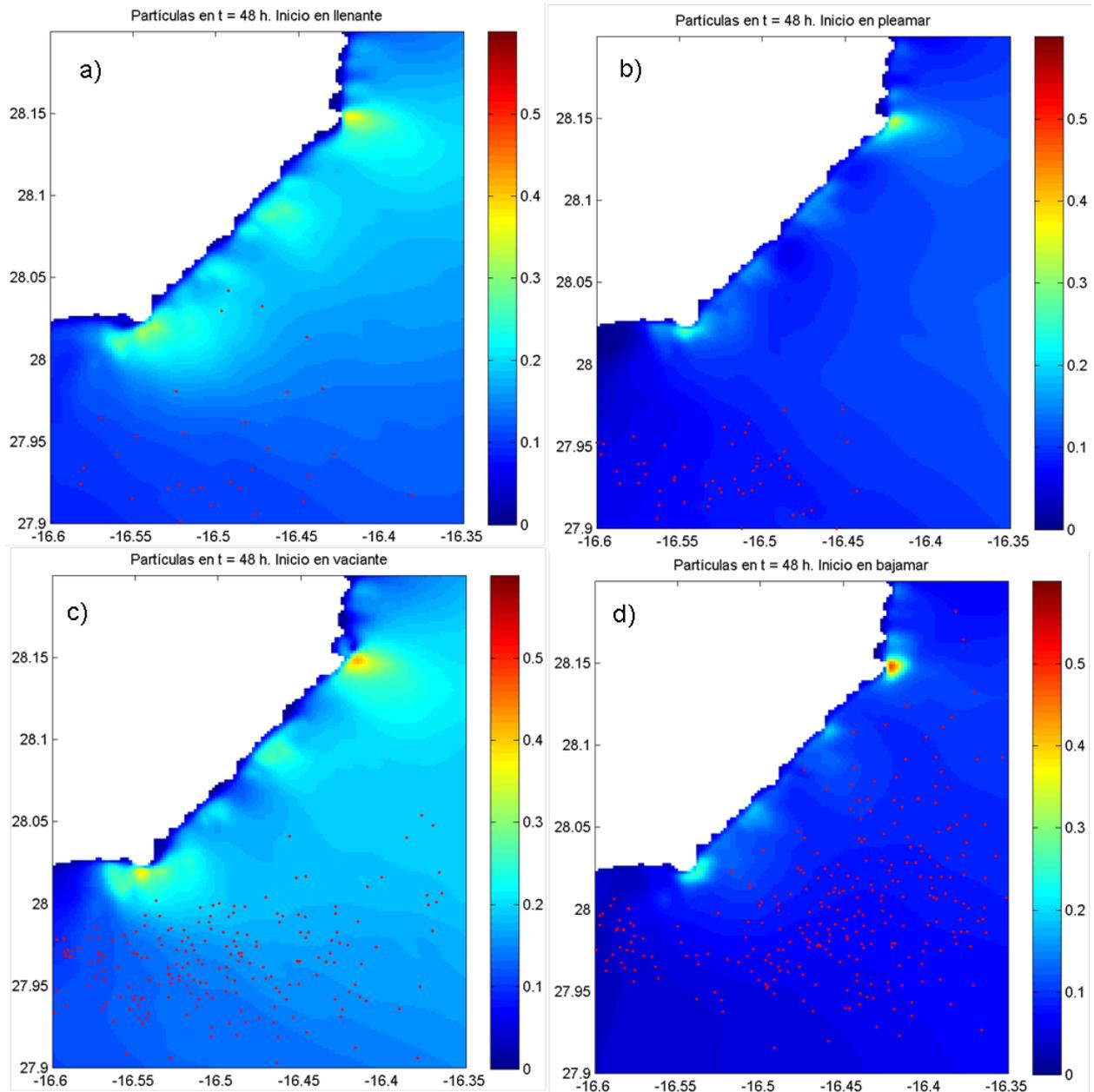


Figura 20. Hora 48 de la simulación. a) inicio de la simulación en llenante. b) inicio de la simulación en pleamar. c) inicio de la simulación en vaciante. d) inicio de la simulación en bajamar.