



Modelado hidrodinámico de la zona costera: herramientas avanzadas de modelado para la optimización de soluciones en las estrategias de mitigación de proliferaciones de algas.

Pablo Carratalá, Carlos Peña, Raúl Martínez,
Jose vilarroig, **Sergio Chiva**

Ricardo Torres



Grupo de investigación

UNIVERSITAT JAUME I

Grupo Fluidos Multifásicos



HYDROALGAL



Sistema de prevención y mitigación de proliferaciones algales en aguas costeras basado en modelización hidrodinámica avanzada



Retos-Colaboración del programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016

Índice

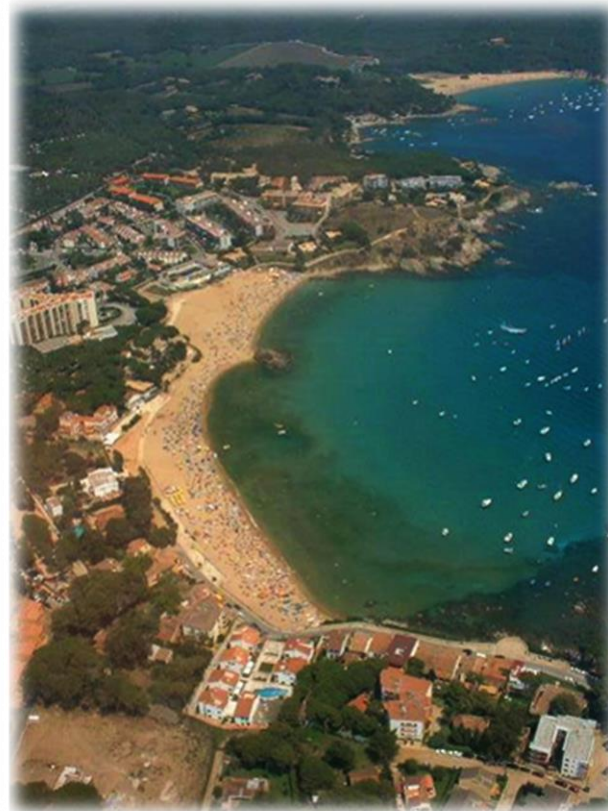
1. Introducción
2. Modelado Hidrodinámico de la zona costera
3. Modelado del efecto de las algas
4. Modelado de las soluciones actuales
5. Conclusiones y planes futuros

Introducción

Introducción

Proliferación de algas:

Proliferación y/o acumulación de algas a concentraciones en las que producen daños a los ecosistemas acuáticos, los recursos costeros o suponen un riesgo sanitario.



Fuente: Basterretxea G

Introducción

¿Porque ocurre ? Fenómenos Físicos

- Fenómeno costero de carácter local
- Favorecido en condiciones de verano y poco viento
- Aguas someras con renovación restringida
- Hidrodinámica (corrientes y turbulencia)
- Meteorología y clima
- Interacciones a nivel de ecosistema

Fuente: Basterretxea G



La hidrodinámica, la geografía y las condiciones marinas tiene una gran influencia

Introducción

¿Porque ocurre ? Bioquímica

- Nutrientes desde el litoral: principalmente de N y P
- Temperatura, Salinidad
- Tipo de sedimento
- Variaciones diurnas de biomasa por migración vertical
- Eutrofización

Fuente: <http://www.recercaenaccio.cat>



La bioquímica asociada a las algas ha de tenerse en cuenta

Introducción

¿Se puede comprender la proliferación?

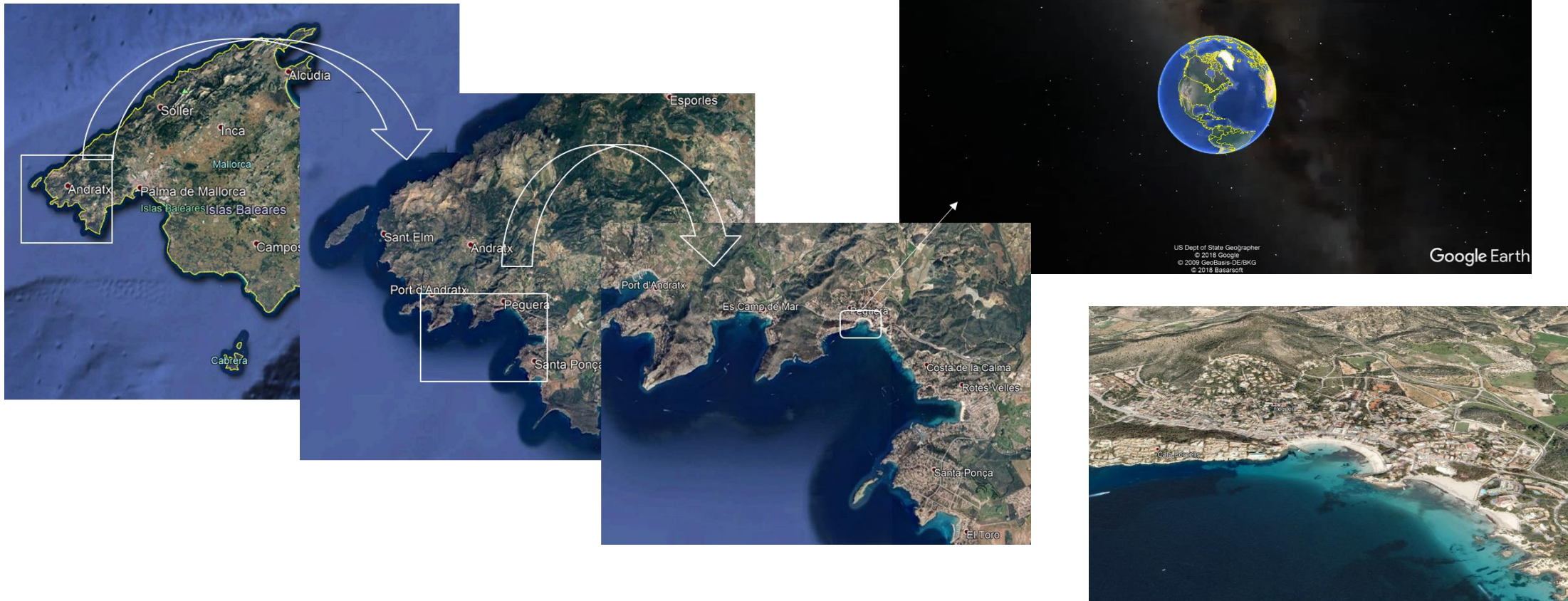
- ¿ Se puede modelar con detalle la hidrodinámica de la zona afectada ?
 - ¿Se puede utilizar los métodos tradicionales de modelado en zonas costeras ?

- ¿ Se conoce bien el comportamiento de las algas, su ciclo de vida ?
 - ¿Existen modelos que permitan predecir el comportamiento de las algas en función de los factores que les afecta?

- Las soluciones que se aporten. ¿ se pueden modelar para realizar diseños eficientes y adecuados para cada caso ?

Modelado Hidrodinámico de la zona costera

Caso de Estudio: playa de Palmira



Caso de Estudio: playa de Palmira

Condiciones de contorno

Estudio del viento



(Julio 2017)

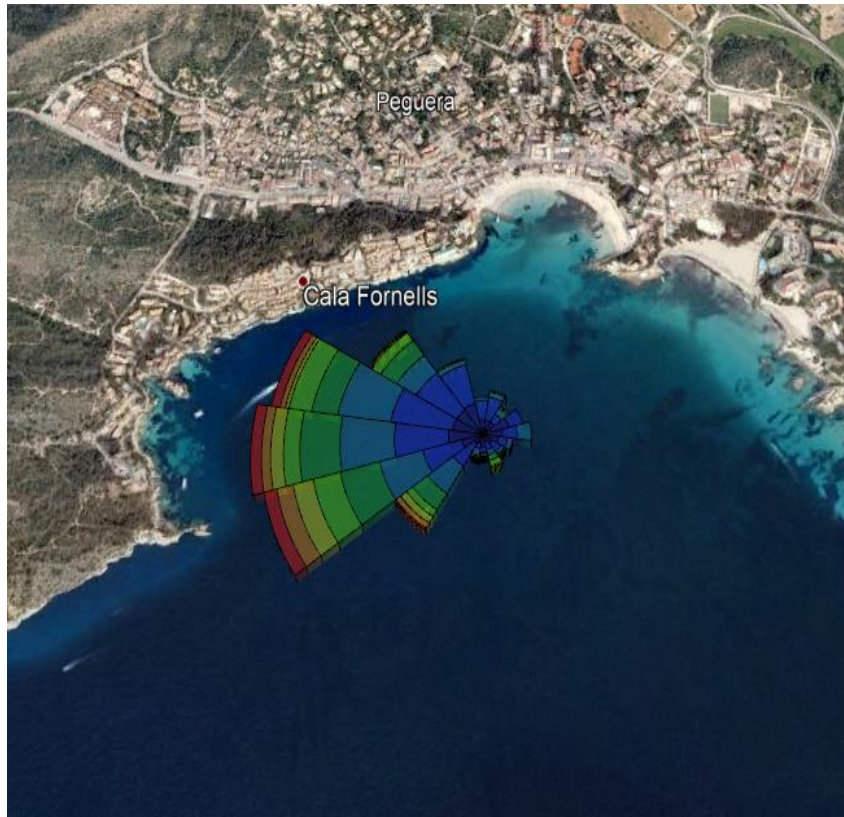


(Agosto 2017)

Caso de Estudio: playa de Palmira

Condiciones de contorno

Estudio de las corrientes



(Julio 2017)



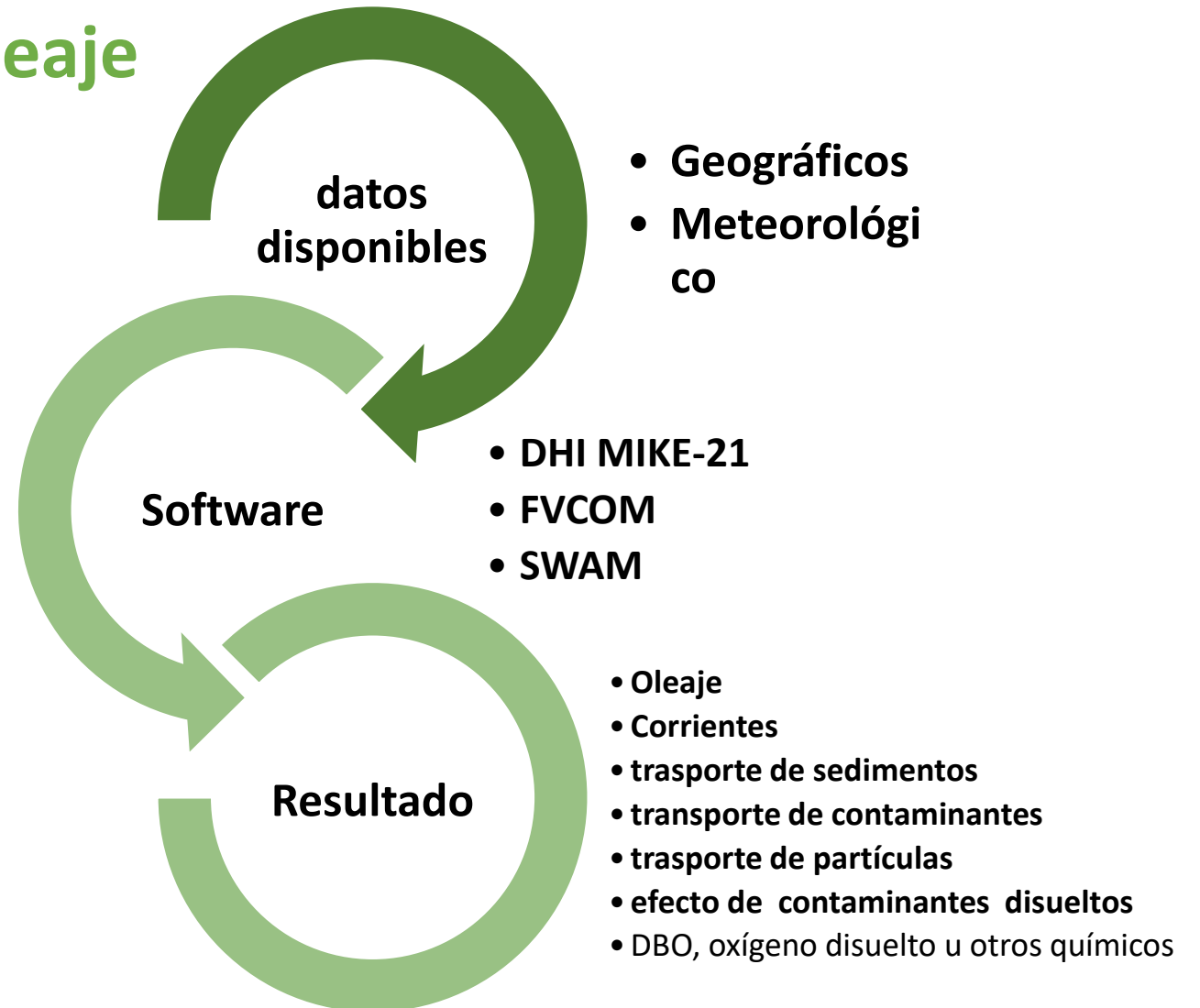
(Agosto 2017)

Aproximación Clásica

Modelo de propagación del oleaje

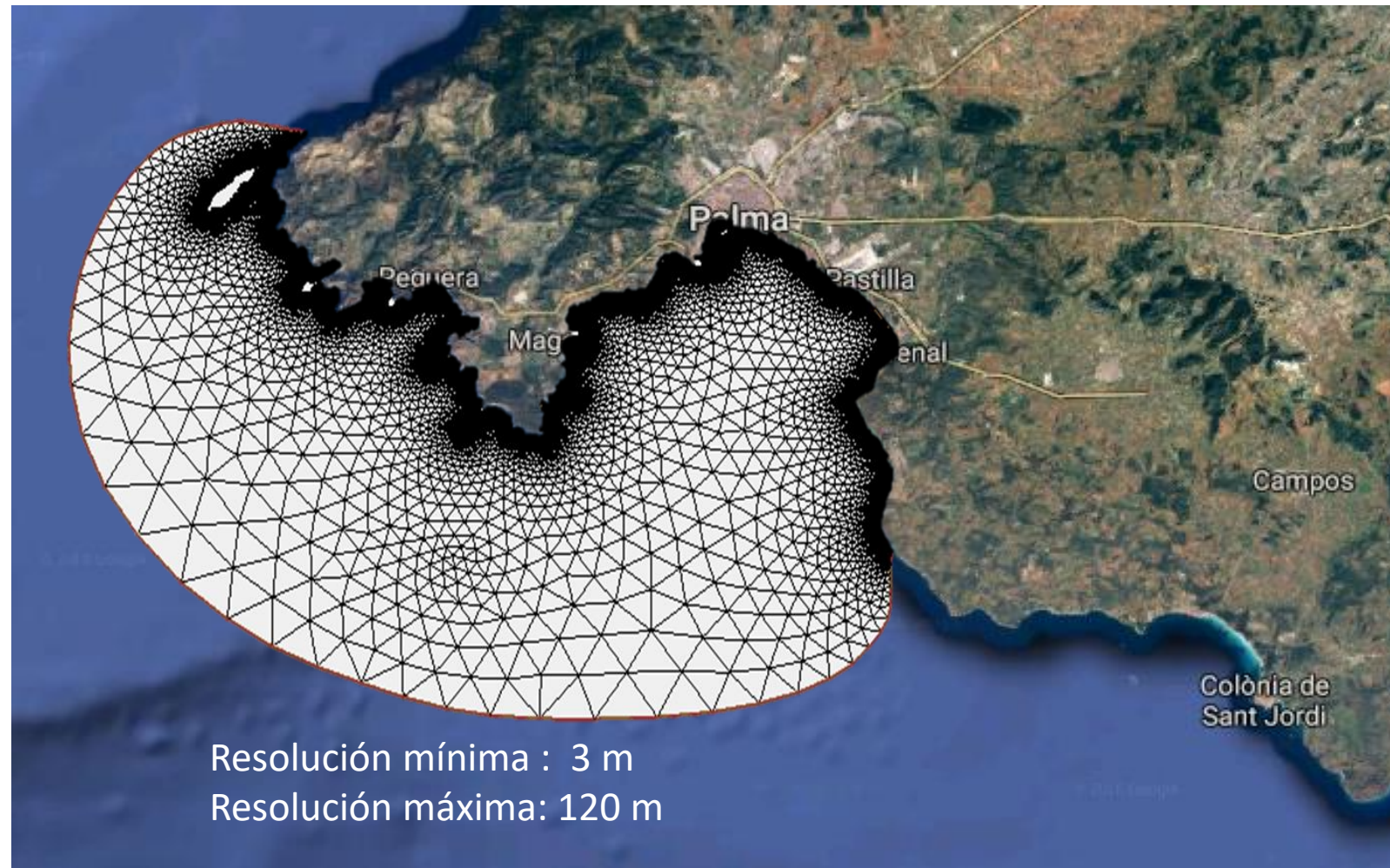


* Fuente: SAMS, 2017 <https://youtu.be/GI6F0MsQoQ8>



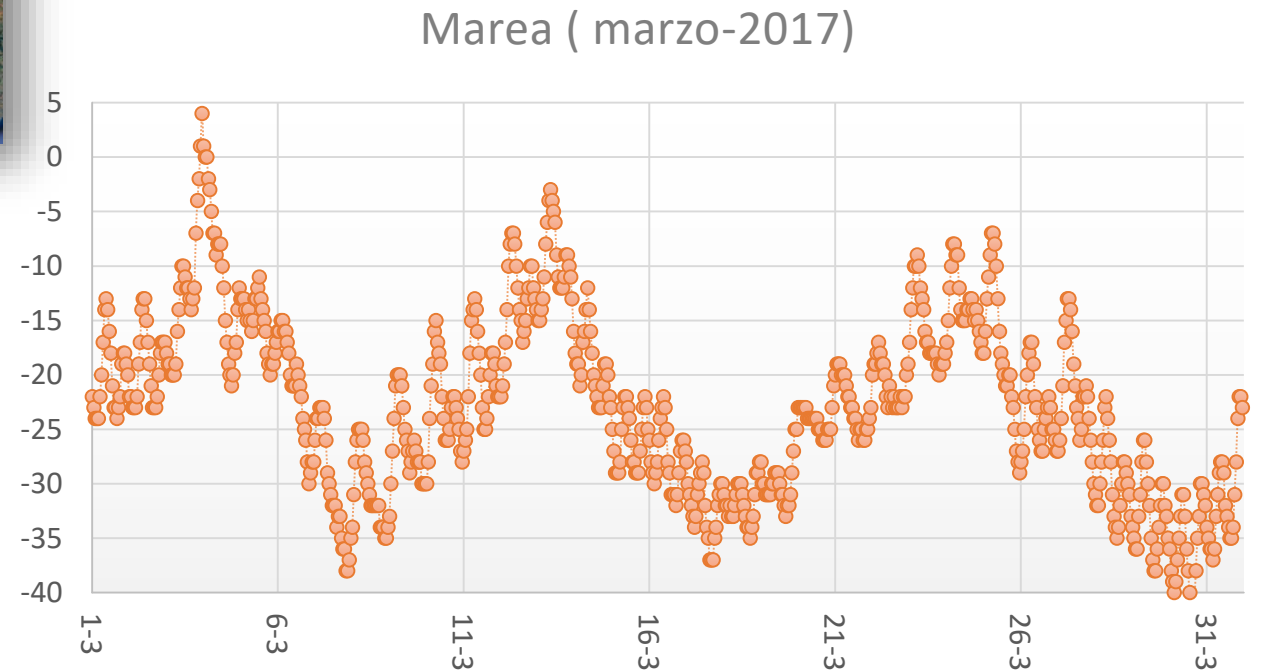
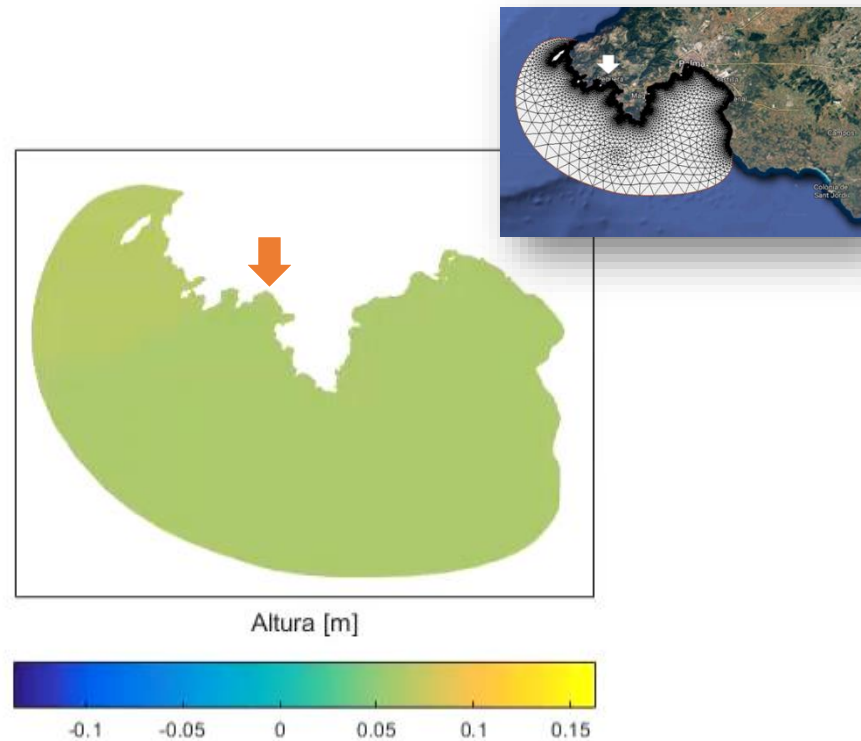
Modelado de la playa de Palmira

Aproximación clásica: FVCOM



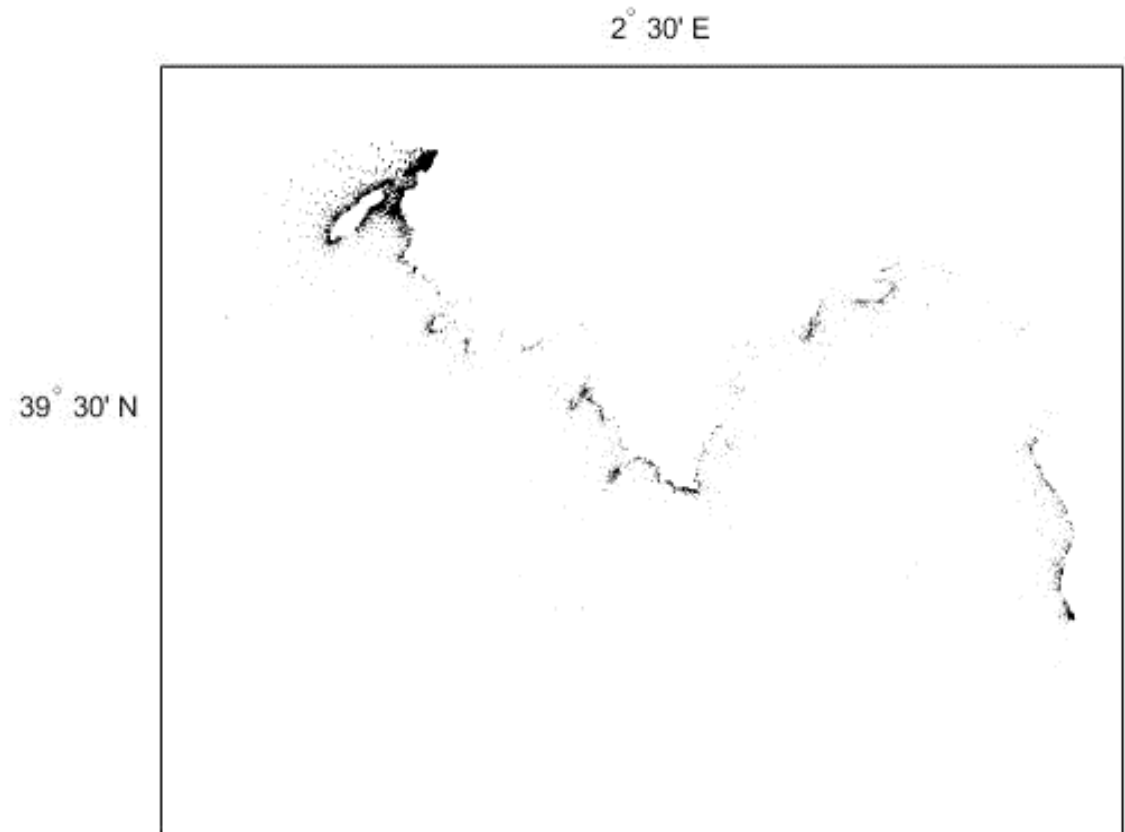
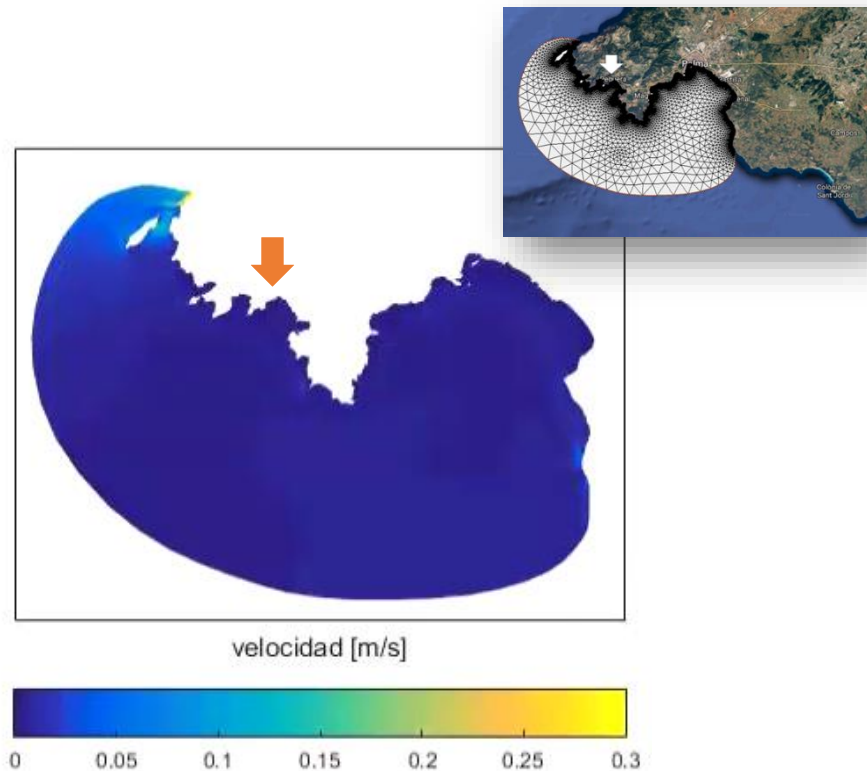
Modelado de la playa de Palmira

Aproximación clásica: FVCOM



Modelado de la playa de Palmira

Aproximación clásica: FVCOM



Modelado de la playa de Palmira

Aproximación clásica: FVCOM

- El modelado clásico ofrece muy buenos resultados: bien validados
- Puede contemplar grandes áreas de estudio
- Puede incorporar proceso bioquímicos, salinidad, temperatura, transporte de contenidos.

Modelado de la playa de Palmira

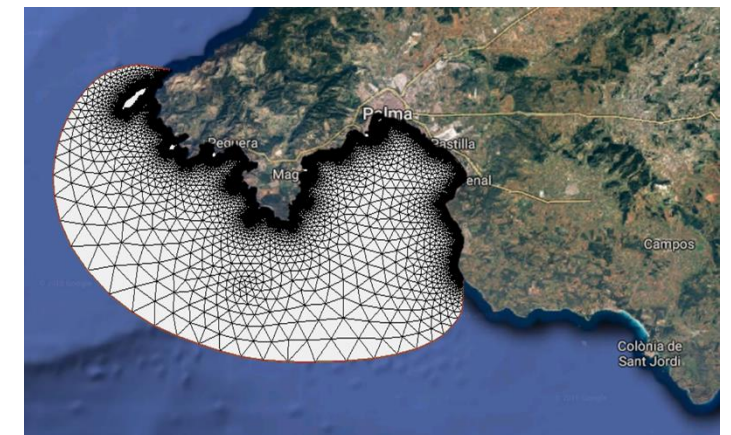
Aproximación clásica: FVCOM

Limites de la aproximación estándar

- La resolución espacial no es suficiente para captar la hidrodinámica en detalle cerca de la zona costera
- El modelo suele ser 2D, no se detalla la dimensión vertical
- No se sencillo añadir elementos como bombas, u otros equipos.
- No se sencillo incluir el movimiento de las microalgas



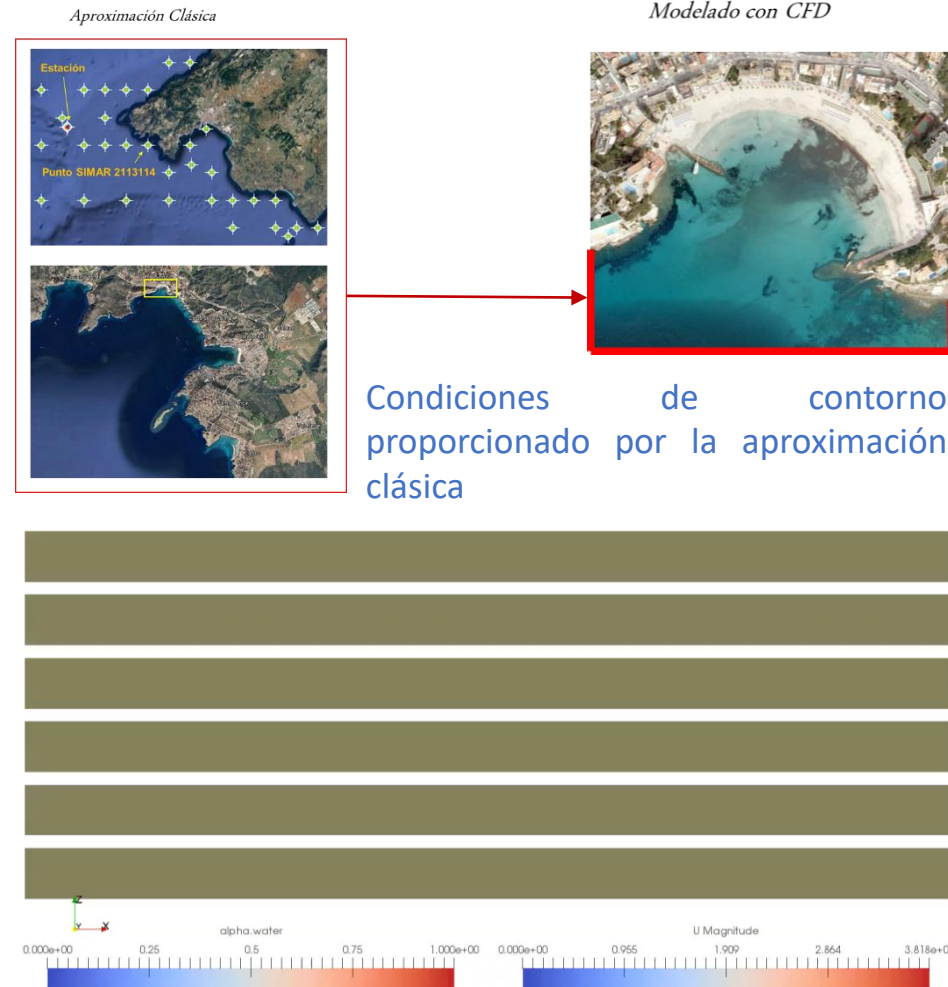
* Fuente: SAMS, 2017, https://youtu.be/l-MP7u_INy4



Aproximación con CFD

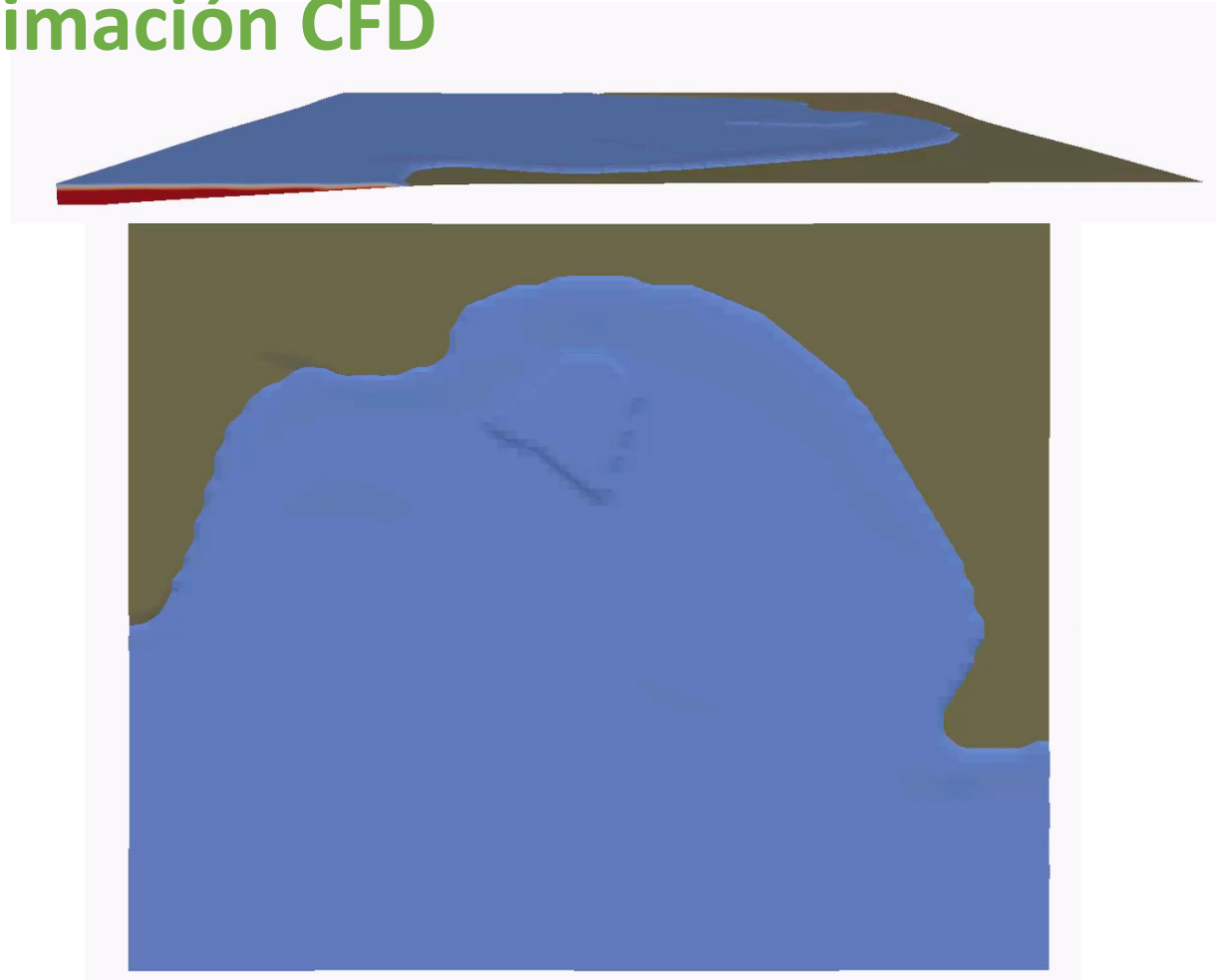
Modelo de propagación del oleaje

- La nueva metodología **comparte en gran parte la misma filosofía que la aproximación clásica.**
- Condiciones de contorno: mediante la aproximación clásica
- Se añade la **simulación detallada mediante CFD de la zona costera a estudiar.**



Modelado de la playa de Palmira

Aproximación CFD



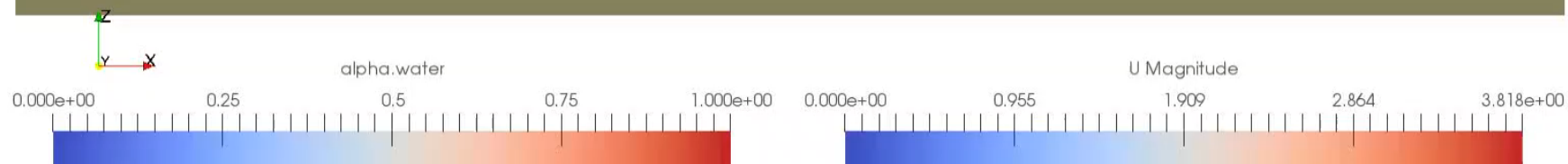
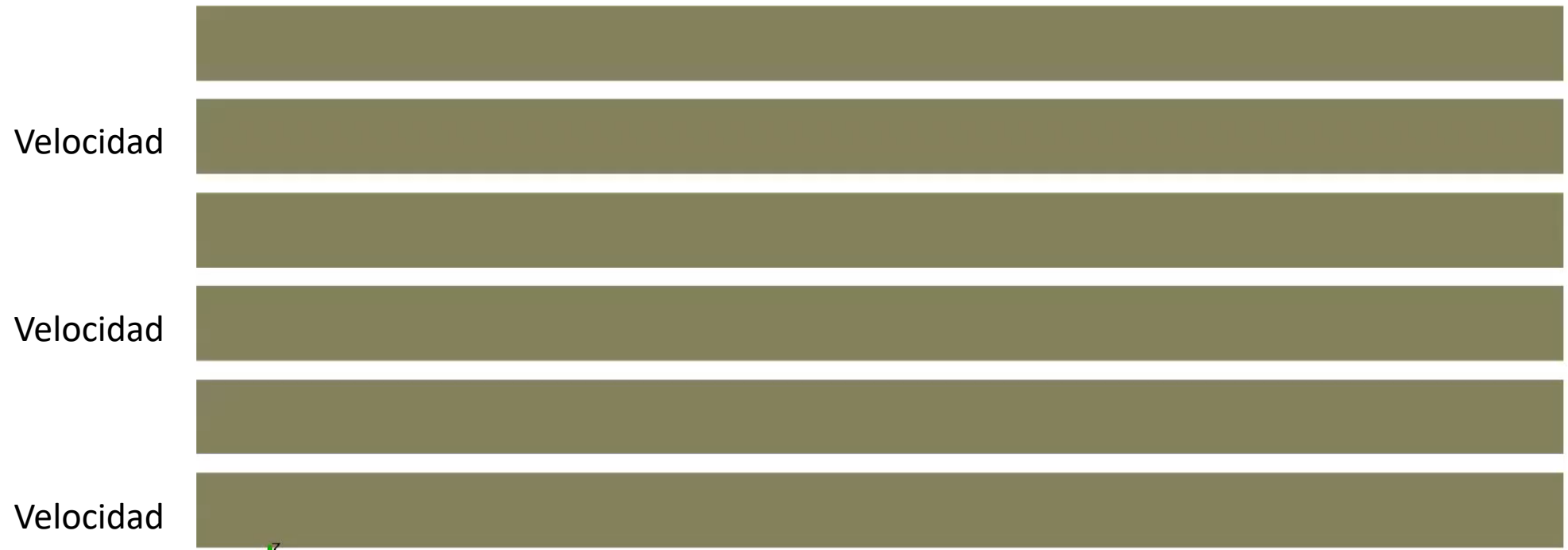
Resolución: 10 cm



Modelado de la playa de Palmira

Aproximación CFD

Efecto de las olas ante cambios de pendiente

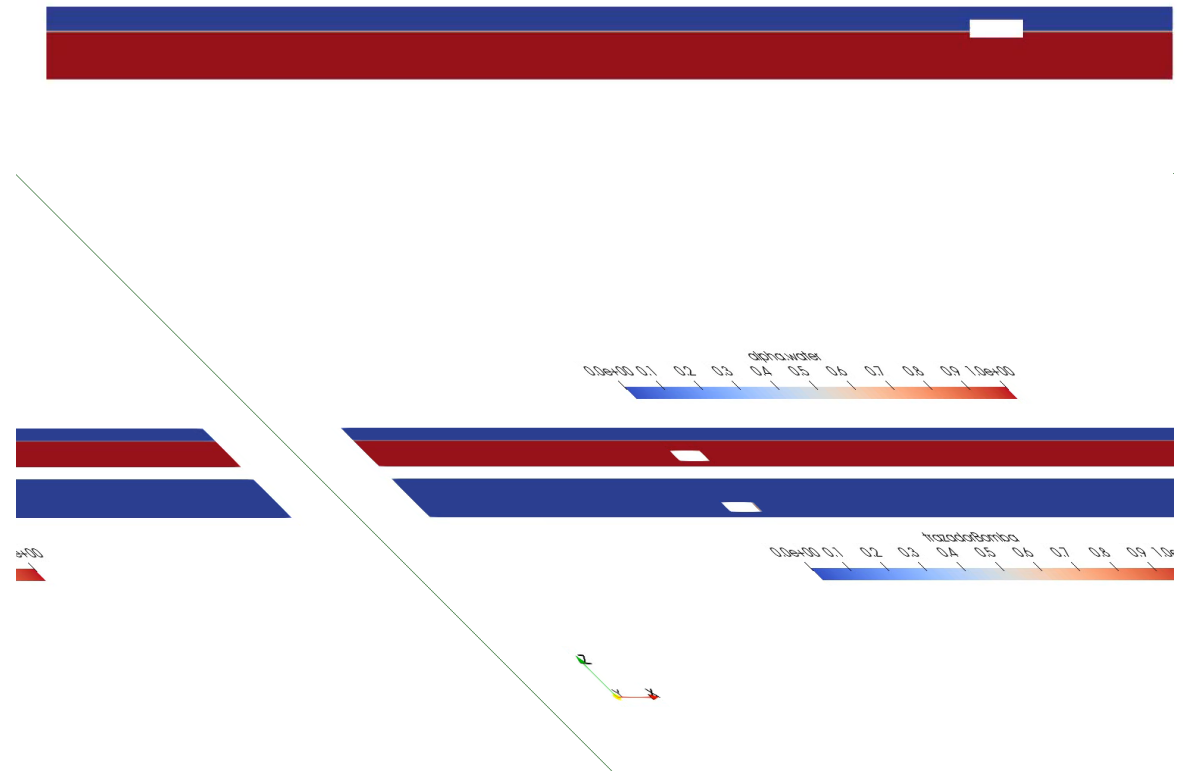


Aproximación con CFD

Modelo de propagación del oleaje

Ventajas frente a la aproximación estándar

- Representación Geométrica muy realista
- Se le pueden añadir corrientes de nutrientes aportadas desde la costa
- Movimiento vertical de las microalgas.
- Se pueden incluir las **soluciones tecnológicas** que sirvan para mitigar las PAN , con el ánimo de **estudiar su efecto, y optimizarlas.**

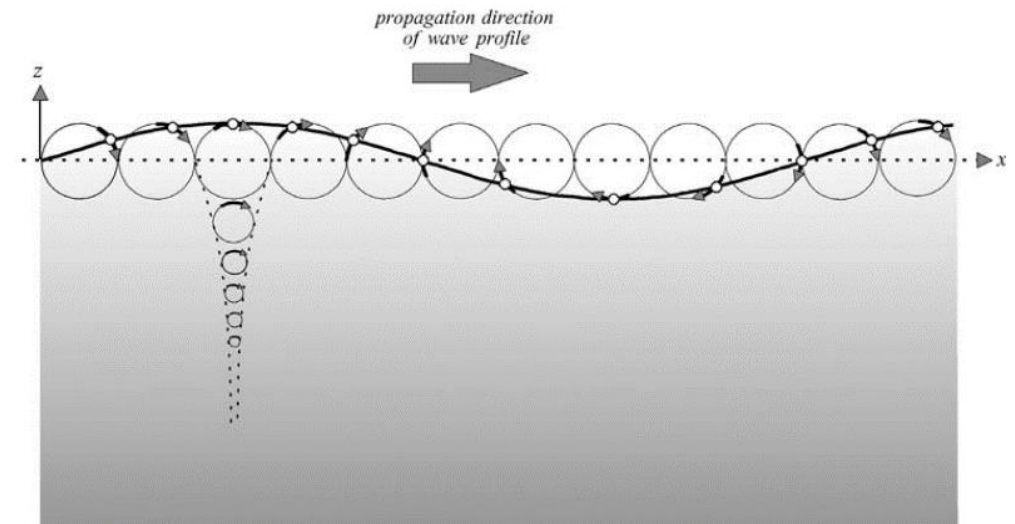


Modelado del efecto de las algas

Modelo CFD: Consideraciones sobre el efecto de las algas

Inclusión de las microalgas

- Estudio de la migración vertical de las microalgas
- Efecto de la hidrodinámica sobre el comportamiento de la microalga



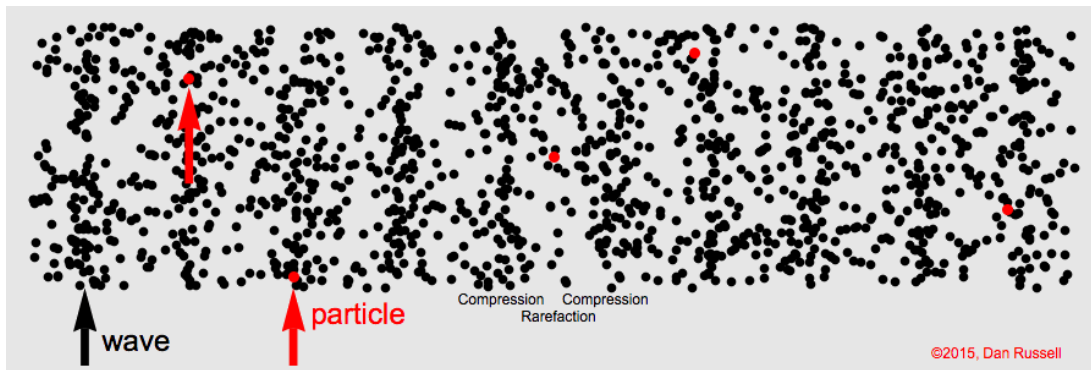
Mov. Longitudinal + Mov. Transversal = **Mov. Orbital**



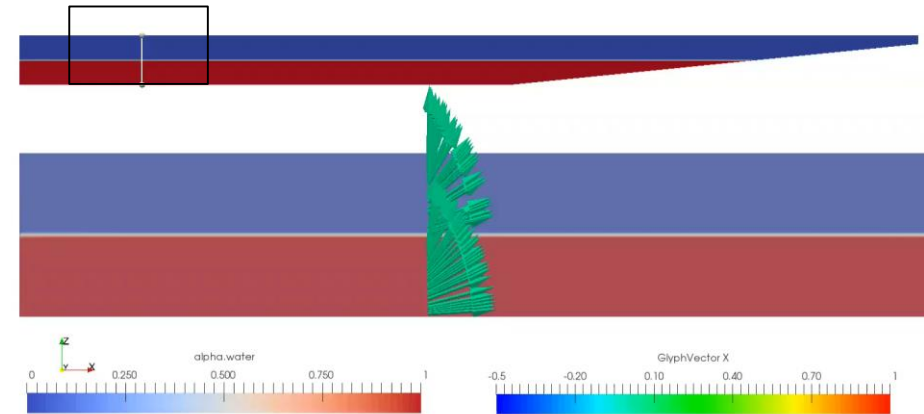
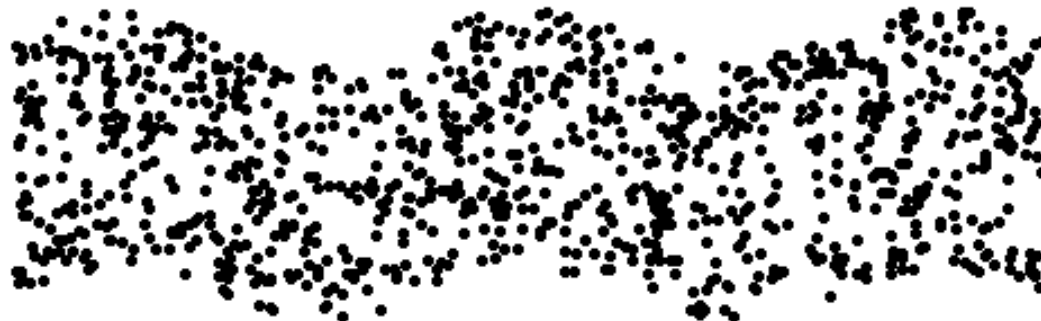
Modelo CFD: Consideraciones sobre el efecto de las algas

Inclusión de las microalgas

• Movimiento longitudinal:



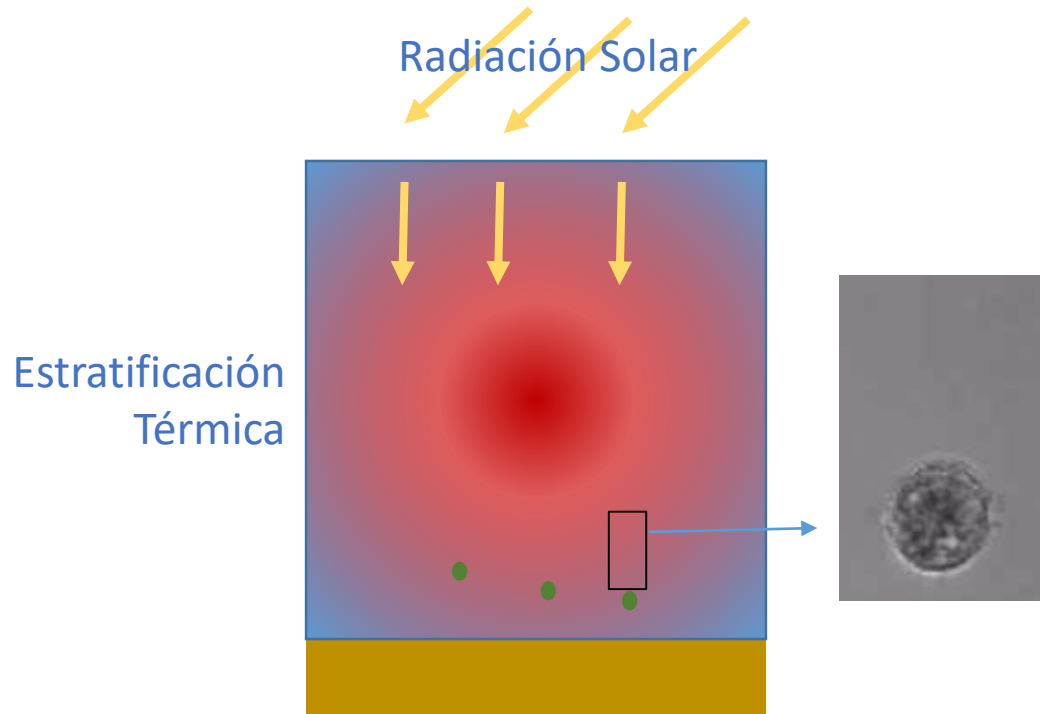
• Movimiento transversal:



El modelo en CFD reproduce correctamente el fenómeno

Modelo CFD: Consideraciones sobre el efecto de las algas

Inclusión de la bioquímica, la radiación solar y la estratificación térmica en la zona costera

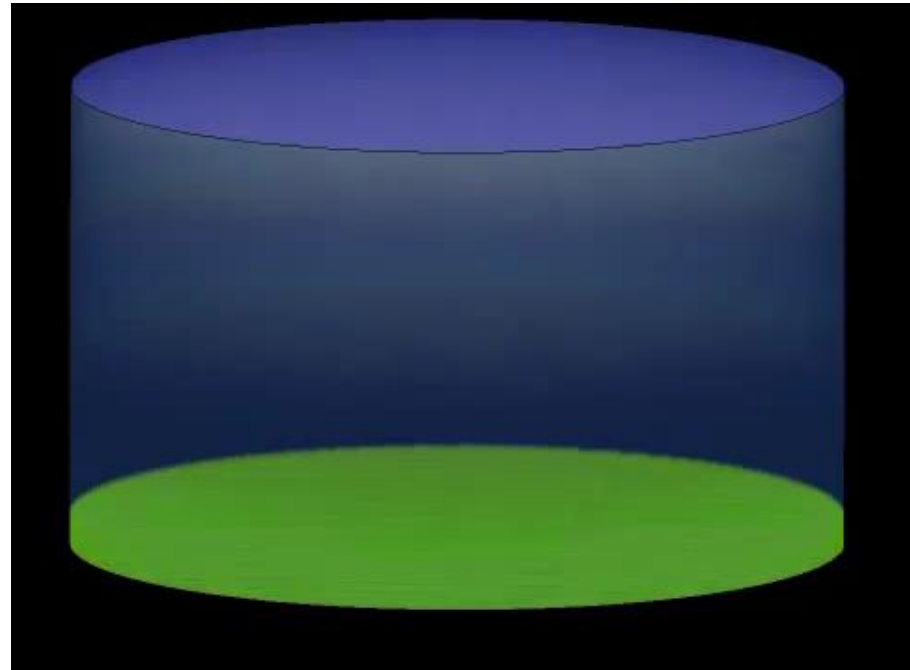


- Estudio de la radiación solar , si es necesario.
- Inclusión del estudio de la estratificación térmica
- Inclusión de modelos bioquímicos para modelar el ciclo de vida
- Estudio de las corrientes con la variable temperatura.

Modelo CFD: Consideraciones sobre el efecto de las algas

Inclusión de la bioquímica, la radiación solar y la estratificación térmica en la zona costera

- La presencia de luz solar hace que las algas crezcan en la superficie.
- Se puede reproducir en CFD el ciclo de las algas con los modelos adecuados.

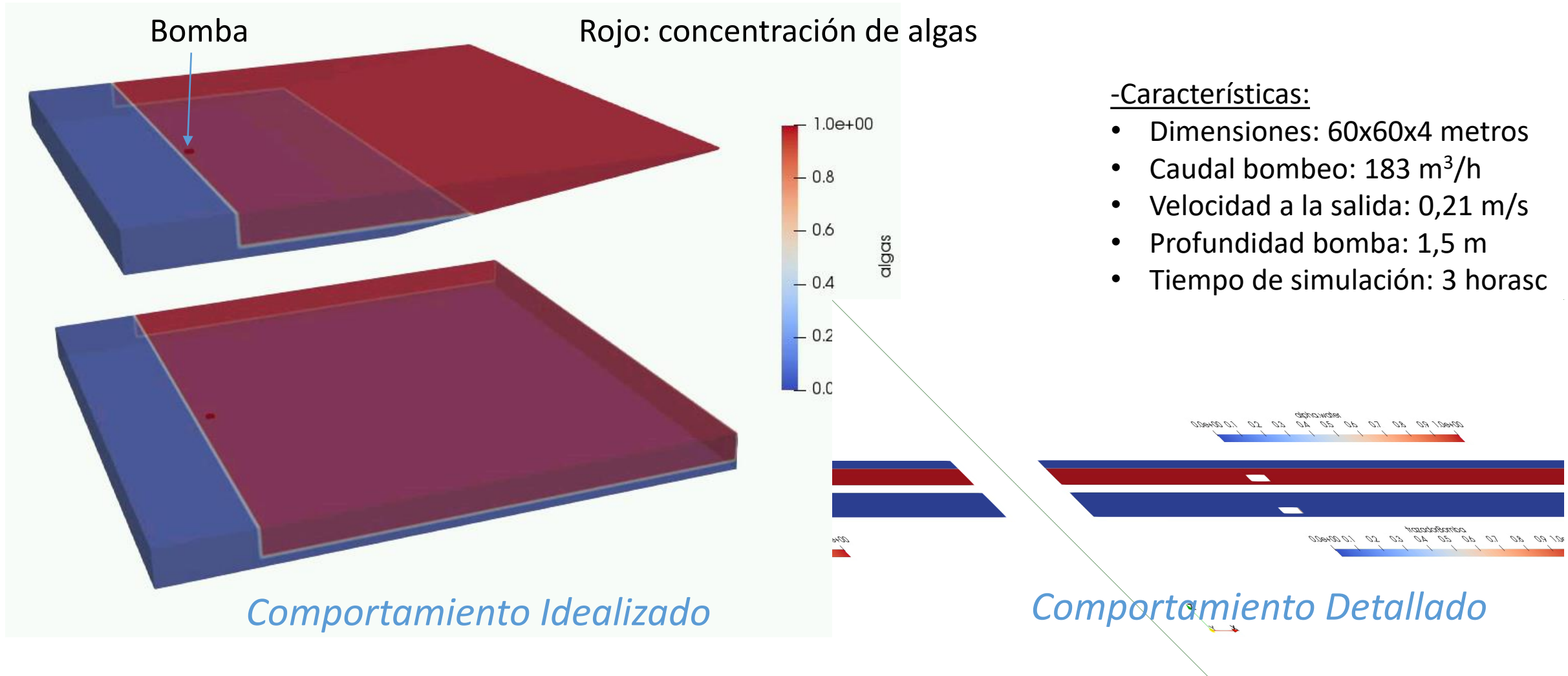


- Cuando la radiación solar disminuye, las algas inician el descenso
- El descenso se produce lentamente.

Modelado de las soluciones actuales

Soluciones actuales

Sistema de bombeo: mar abierto / zona de playa



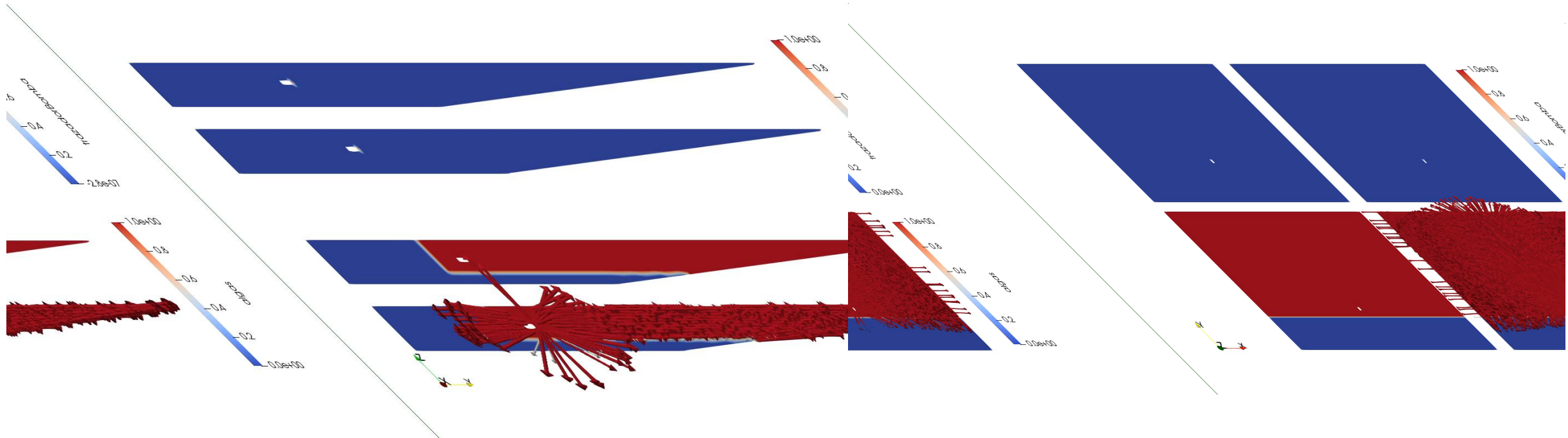
-Características:

- Dimensiones: 60x60x4 metros
- Caudal bombeo: 183 m³/h
- Velocidad a la salida: 0,21 m/s
- Profundidad bomba: 1,5 m
- Tiempo de simulación: 3 horas

Soluciones actuales

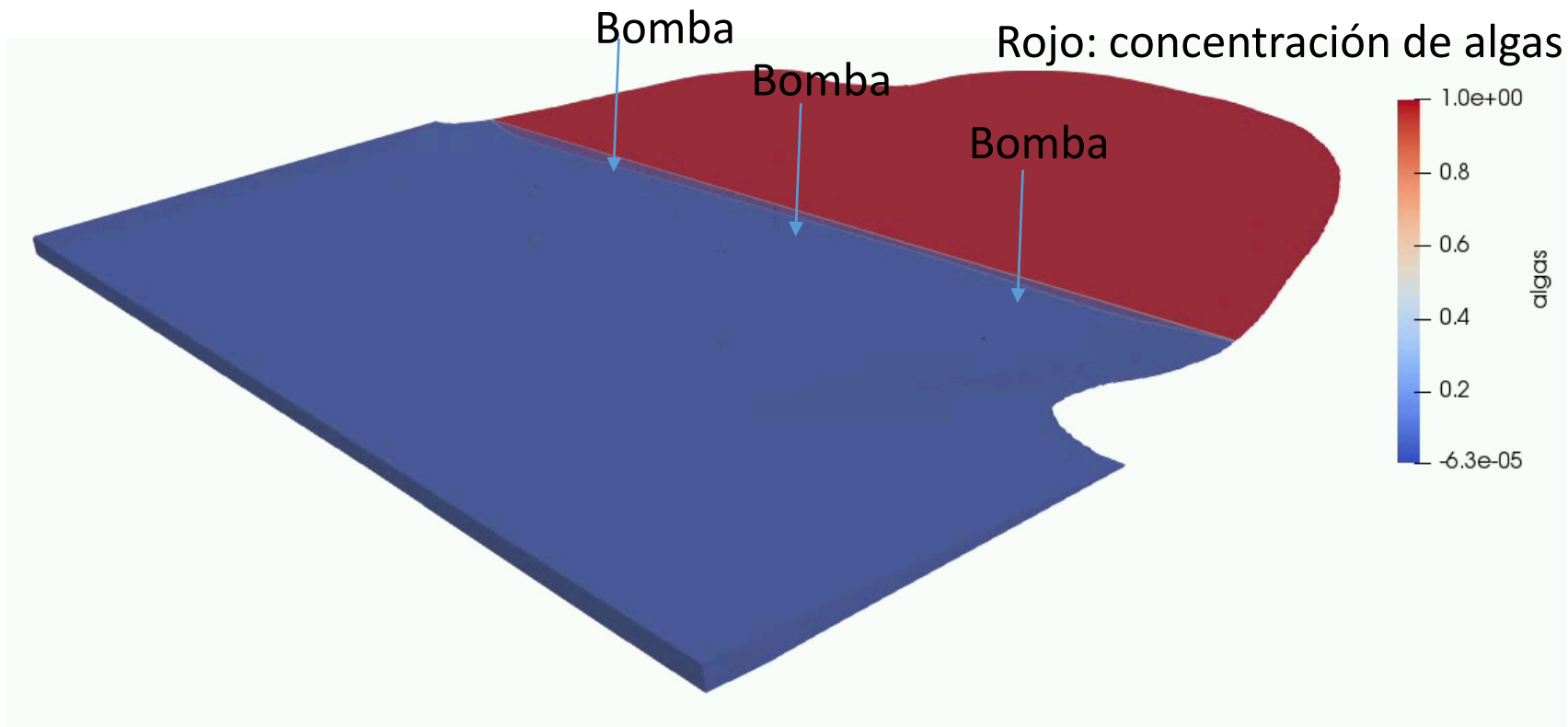
Sistema de bombeo: mar abierto / zona de playa

Efecto del bombeo sobre las algas



Soluciones actuales

Sistema de bombeo: múltiples bombas



-Características:

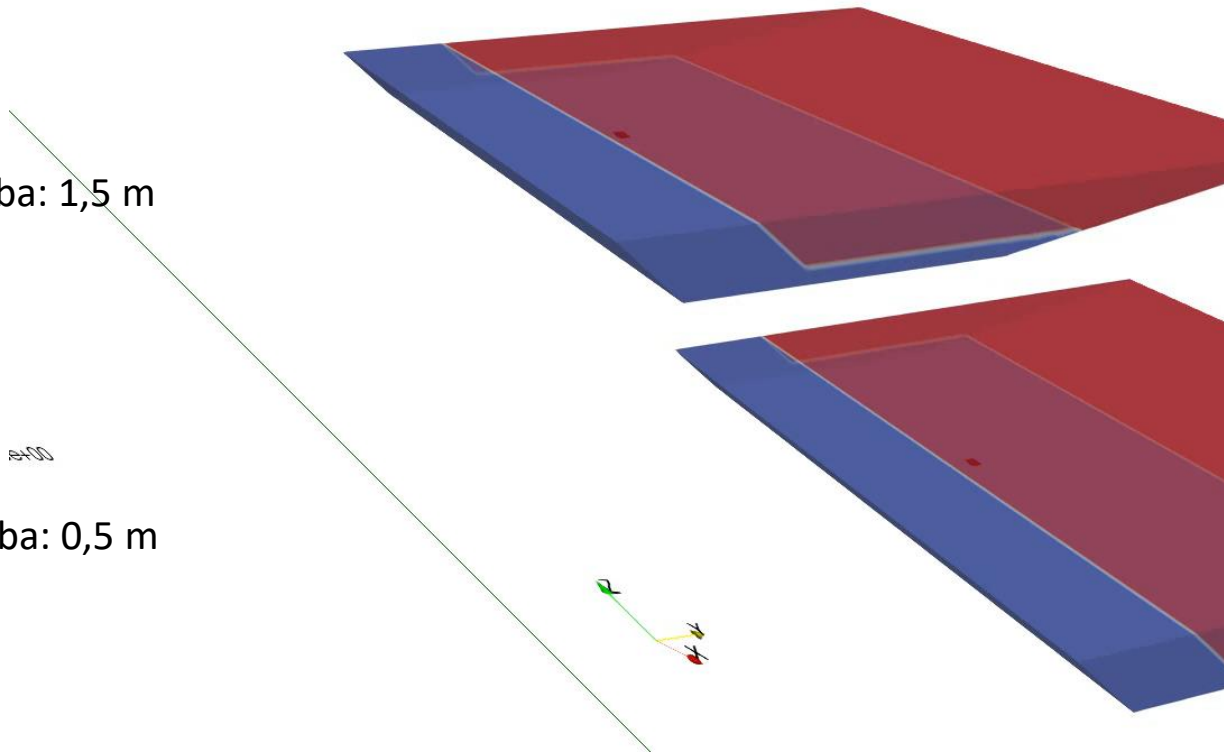
- Dimensiones: 370x300x7 metros
- Caudal bombeo: 183 m³/h
- Velocidad a la salida: 0,21 m/s
- Profundidad bomba: 1,5 m
- Tiempo de simulación: 4 horas

Soluciones actuales

Sistema de bombeo: Profundidad de bombeo

- Profundidad bomba: 1,5 m

- Profundidad bomba: 0,5 m



-Características:

- Dimensiones: 60x60x4 metros
- Caudal bombeo: 183 m³/h
- Velocidad a la salida: 0,21 m/s
- Profundidad bomba: 0,5 /1,5 m
- Tiempo de simulación: 3 horas

Soluciones actuales

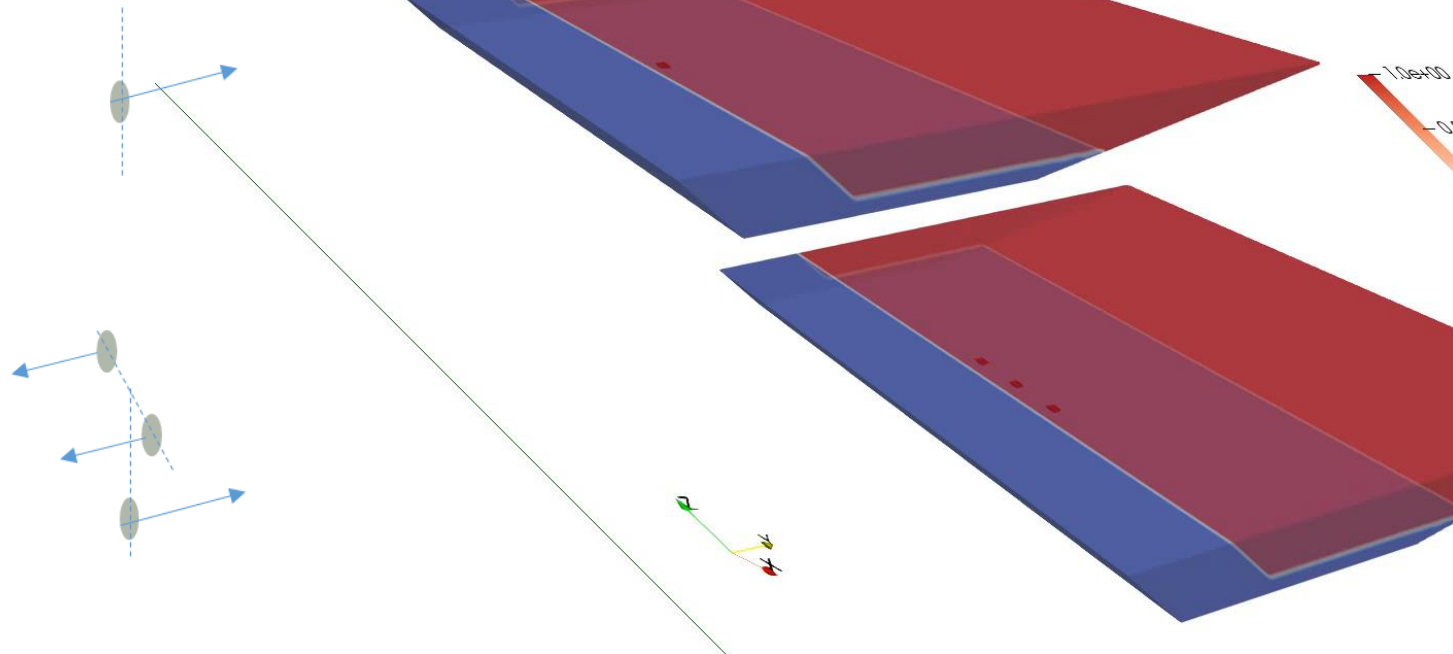
Sistema de bombeo: configuración conjunto bombeo

-Características:

- Dimensiones: 60x60x4 metros
- Caudal bombeo: 183 m³/h
- Velocidad a la salida: 0,21 m/s
- Tiempo de simulación: 3 horas

Configuración con 1
bomba : $h=1,5$ m

Configuración con 3
bombas, sentidos alternos:
 $2 h= 0,5$ m + $1 h = 1,5$ m



Conclusiones y planes futuros

- Se ha de mejorar los modelos para predecir el comportamiento hidrodinámico, combinando la aproximación clásica y CFD, e incorporando la bioquímicas a estos modelos. Estas nuevas estrategias de modelado podría ayudar a comprender la aparición de los blooms y su comportamiento en la zona costera.
- Se han de diseñar las estrategias de mitigación con aplicación limitada para no dañar el ecosistema, y ni a la zona de actuación colindante. Los sistemas elegidos han de ser muy eficientes energéticamente.
- Un objetivo ha de ser acercarnos a la predicción y actuar lo antes posible en su mitigación.

Modelado hidrodinámico de la zona costera: herramientas avanzadas de modelado para la optimización de soluciones en las estrategias de mitigación de proliferaciones de algas.



Grupo de investigación

UNIVERSITAT JAUME I

Grupo Fluidos Multifásicos

Universitat Jaume I

CIF: Q-6250003-H

Av. de Vicent Sos Baynat, s/n

12071 Castellón de la Plana, España

Contacto:

Sergio Chiva Vicent

Director del grupo de Fluidos Multifásicos

Email: schiva@uji.es

Telf: +34 964 72 81 41

Raúl Martínez Cuenca

Grupo de Fluidos Multifásicos

Email: rcuenca@uji.es

Telf: +34 964 72 81 41