

Herramientas para el conocimiento de la hidrodinámica en el Puerto de Barcelona y sus aplicaciones en operatividad portuaria y calidad del agua

M G Sotillo¹, M Grifoll^{2,5}, V Fernández³, J Romo⁴, J. Conde⁶, G Jordá², J López², M Espino², A Alonso-Martirena³, X Solé⁴, E Álvarez¹

1 Puertos del Estado 2 LIM/UPC 3 Qualitas Instruments 4 Autoridad Portuaria de Barcelona 5 AZTI-Tecnalia 6 AEMET

Resumen

Se presentan una serie de nuevas herramientas de monitorización y predicción del medio portuario que sirvan de base para un futuro sistema operacional de control y evaluación de la calidad del agua. Esto sistemas, que están siendo probados en los puertos de Tarragona, Barcelona y Bilbao, están demostrando ser de gran utilidad para la evaluación y minimización del impacto que las actividades portuarias puedan tener en sus aguas interiores y en el ecosistema circundante. Los desarrollos consisten en una combinación de toma de medidas en tiempo real y diferido (principalmente ADCPs, Radares HF, mareógrafos y campañas hidrodinámicas) y previsiones diarias basadas en modelado numérico tridimensional de alta resolución.

El Puerto de Barcelona: Monitorización Medioambiental



Imagen de la Bocana Sur con el efecto del viento sobre la superficie del mar y la sombra del dique del Este. Torre de control donde se reciben los datos océano-meteorológicos

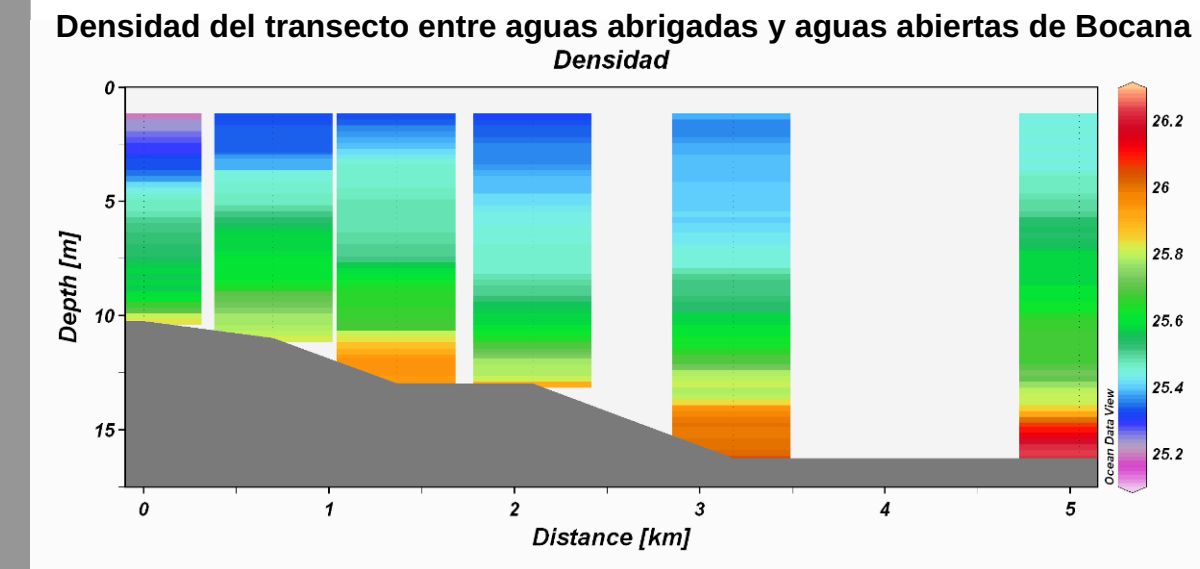
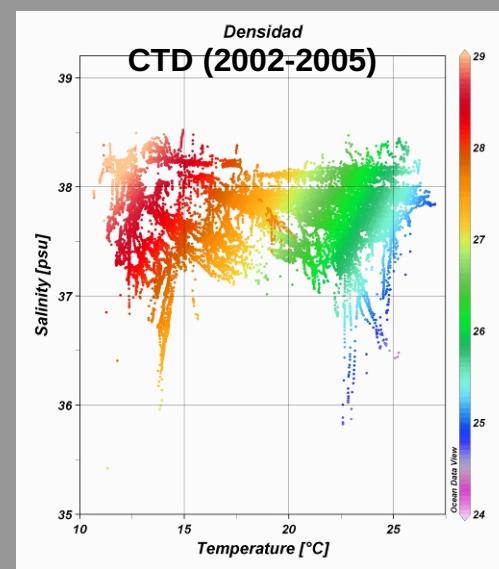
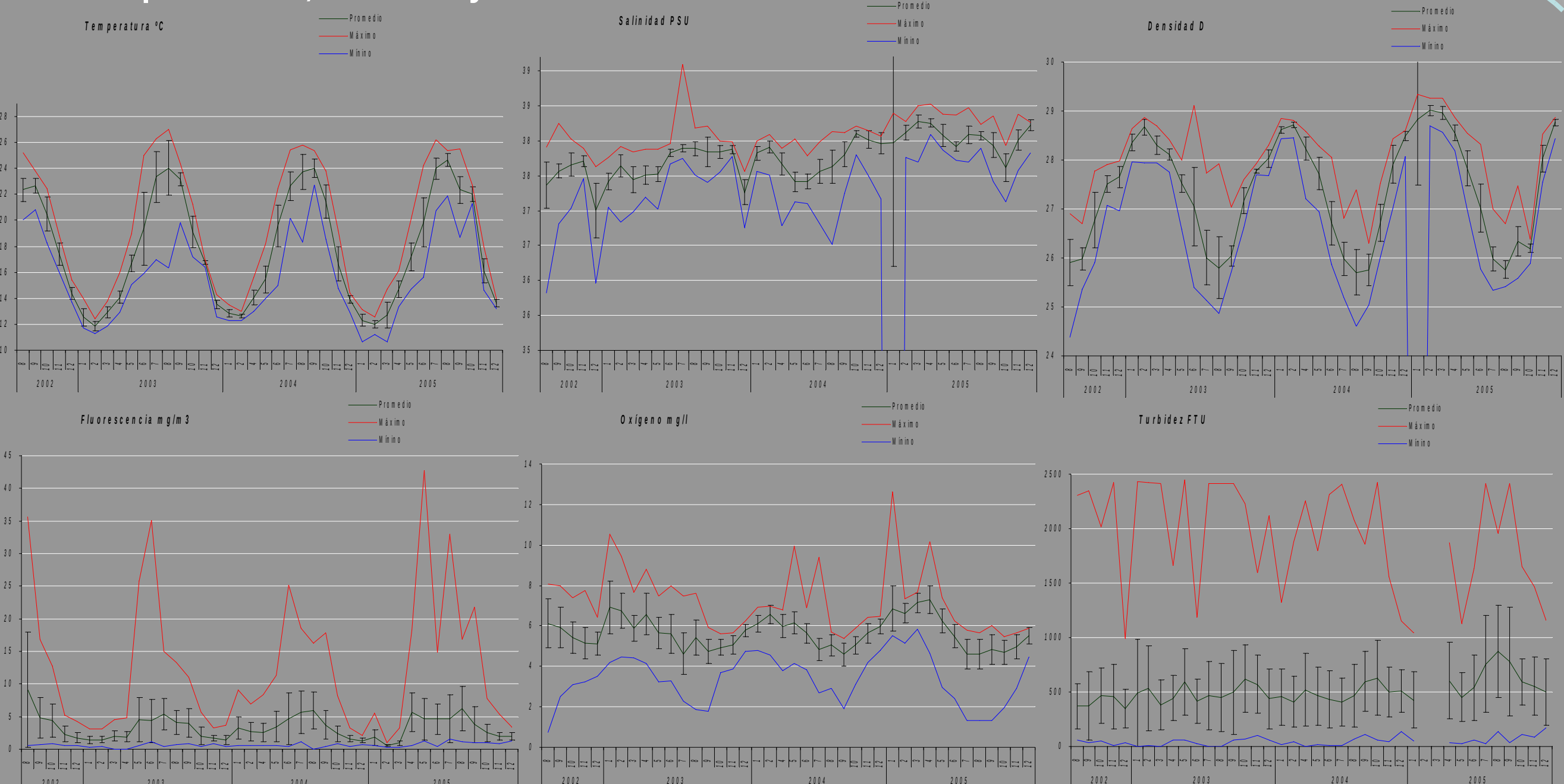
El Sistema Portuario busca la implementación de una gestión de su actividad que permita aunar la mejora de servicios y el incremento de la competitividad con el aumento de la sostenibilidad de la propia actividad. Para alcanzar este objetivo doble, resulta indispensable que el sistema portuario adquiera un mayor conocimiento del medio en que se desarrolla su actividad, para todo lo se están llevando a cabo múltiples trabajos para la consecución y desarrollo de herramientas de monitorización y predicción del medio portuario que sirvan de base para un futuro sistema operacional de control y evaluación de la calidad del agua en zonas portuarias. A continuación se presentan las herramientas y sistemas en desarrollo para el caso concreto de la Autoridad Portuaria de Barcelona (APB), las cuales han de jugar un papel clave. Disponer del conjunto de herramientas aquí descrito permitirá analizar y predecir de manera continua la calidad del agua en zonas portuarias y aledañas del Puerto de Barcelona, siendo de gran utilidad para la evaluación y minimización del impacto que las actividades portuarias puedan tener en el ecosistema circundante.

Monitorización de las aguas portuarias mediante medidas in-situ

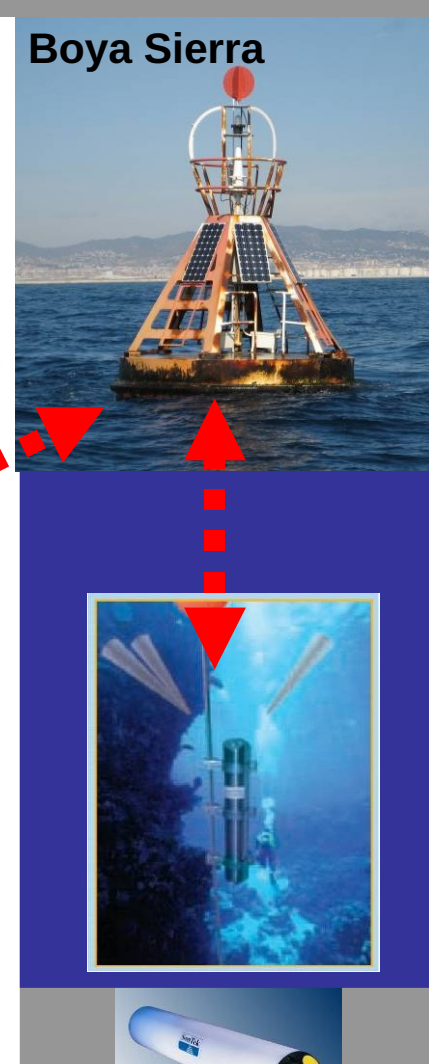
A partir de medidas (años 2002-2006) de varios correntímetros tipo doppler (fondeados en diferentes puntos del entorno del puerto y en diferentes periodos del año) y de las campañas semanales de medida de perfiles de temperatura y salinidad, realizadas por la propia APB como vigilancia ambiental de obras, se ha podido realizar una descripción de la hidrodinámica de las aguas interiores del Puerto de Barcelona y verificar que la circulación en un puerto micromareal mediterráneo como es el de Barcelona, responde a la tipología de estuario invertido, donde el agua más densa (más salada) del interior del puerto sale al mar por la bocana pegada al fondo, mientras el agua del mar (menos salada) entra al puerto por las capas superficiales de la bocana.

OBSERVACIONES CTD

Valores promedios, máximos y mínimos mensuales de los datos de CTD



Correntímetros ADCP



Aparte de la circulación interior del Puerto (con poca influencia en las aguas exteriores), existe una circulación exterior influida por las corrientes mesoescalares de la plataforma continental. Esta circulación puede tener posibles efectos en el tráfico marítimo, afectando a las maniobras de aproximación al puerto. Por todo ello, la APB ha instalado en la posición de la Boya Sierra, un equipo ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) que permitirá disponer de información en tiempo presente de estas corrientes.

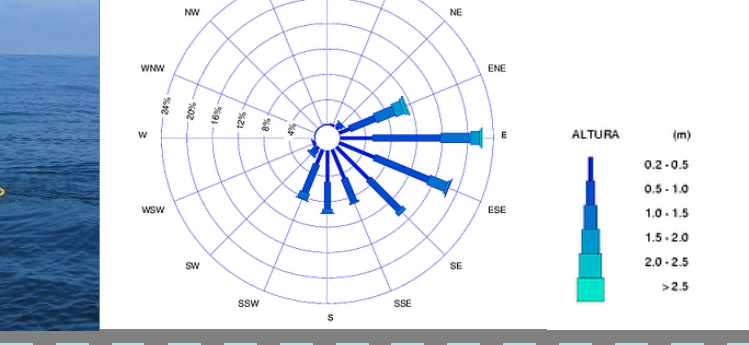
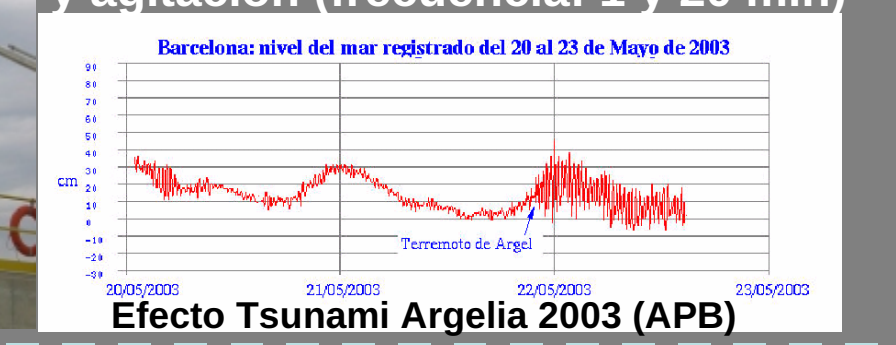
Instrumentación Permanente

Mareógrafo MIROS
Red REDMAR (PdE)

La estación mide nivel del mar, oleaje y agitación (frecuencia: 1 y 20 min)

Boya Oleaje Direccional (Red Costera, PdE)

Boya Cost. Barcelona Año 2007

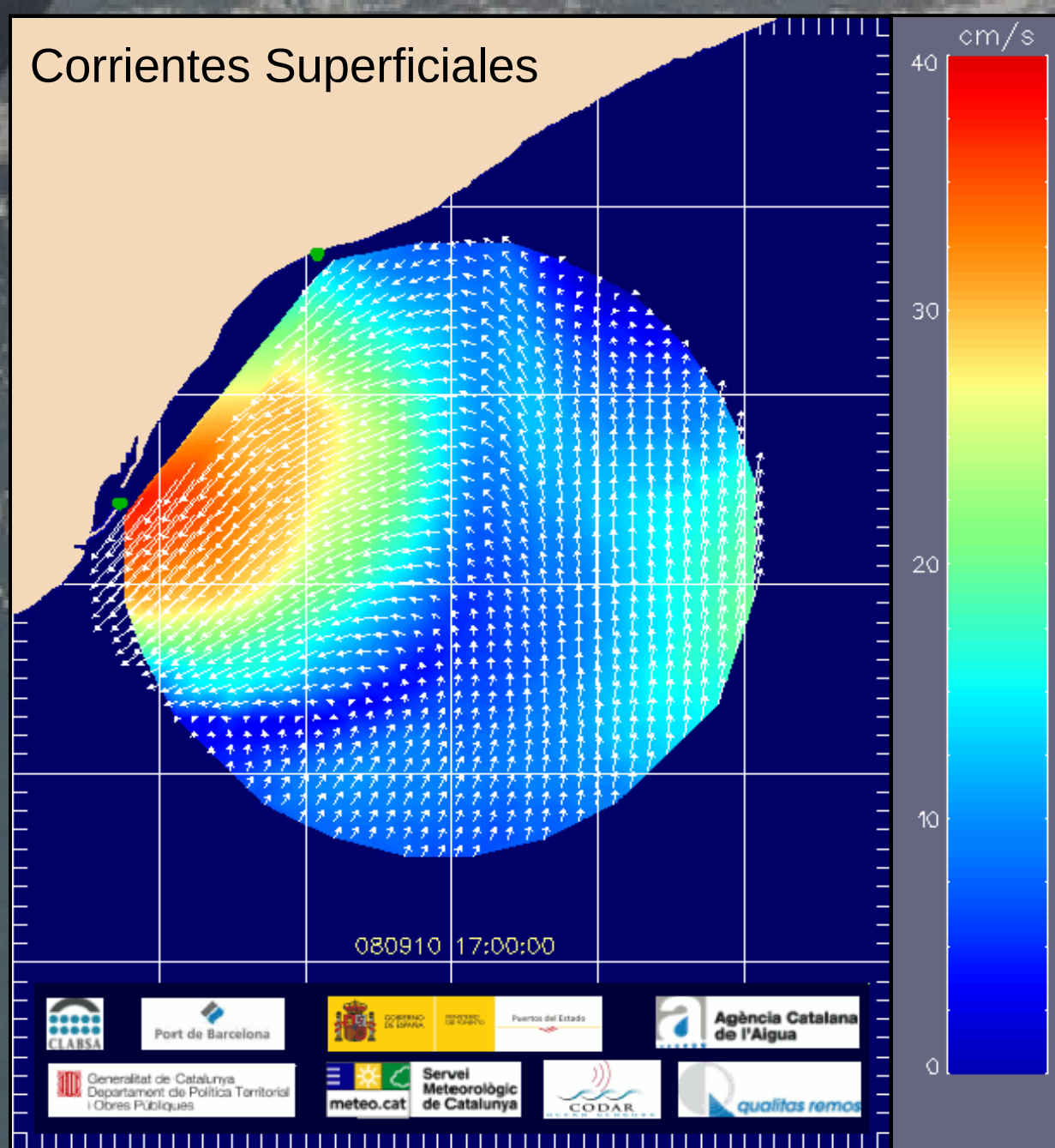


Monitorización de las aguas portuarias mediante teledetección: Radar HF

¿Qué es el Radar HF?

La tecnología de radar HF (High Frequency) permite monitorizar de forma remota, y en tiempo real, las corrientes superficiales y el oleaje en un área extensa de la zona costera.

Un sistema radar HF operativo requiere al menos dos estaciones, que se encargan de la medida de vectores radiales de corrientes y de la medida de oleaje, y una estación central en la que estos vectores radiales se combinan en vectores totales de corriente superficial.



El Sistema de Radares HF de Barcelona

La red de radares HF que dará completa cobertura al área litoral de Barcelona, consta de dos estaciones localizadas en los Puertos de Barcelona y del Masnou. Con este sistema se consiguen alcances de hasta 35-40 km mar adentro con una resolución radial de 1 Km y una resolución angular de 1 a 5 grados.



La instalación de los radares en el litoral de Barcelona es fruto de un convenio de colaboración entre las siguientes instituciones: Clabisa (Clavegueram de Barcelona, S.A.), la Autoridad Portuaria de Barcelona, Puertos del Estado, Agència Catalana de l'Aigua, Departament d'Obres Públiques i Política Territorial de la Generalitat de Catalunya, Servei Meteorològic de Catalunya y Qualitas Instruments.

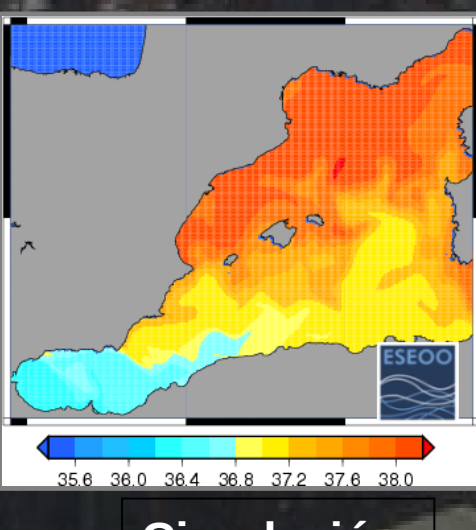
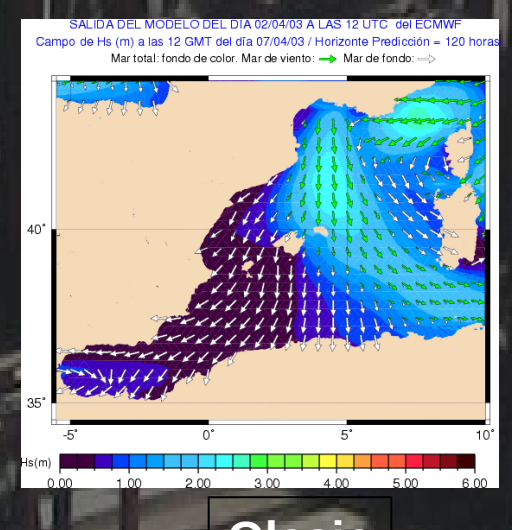
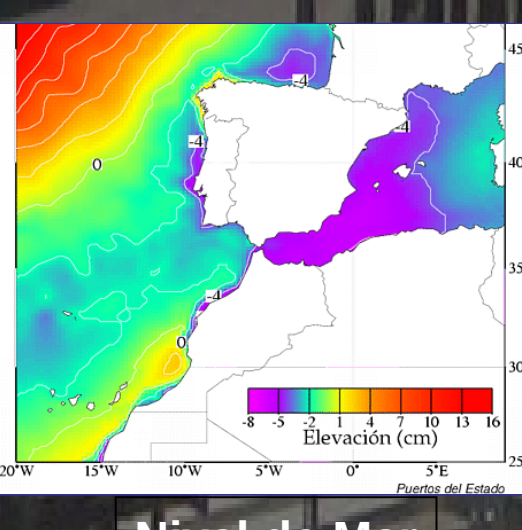
Predicción Numérica: Sistemas y Aplicaciones Potenciales

Sistemas Operativos actuales

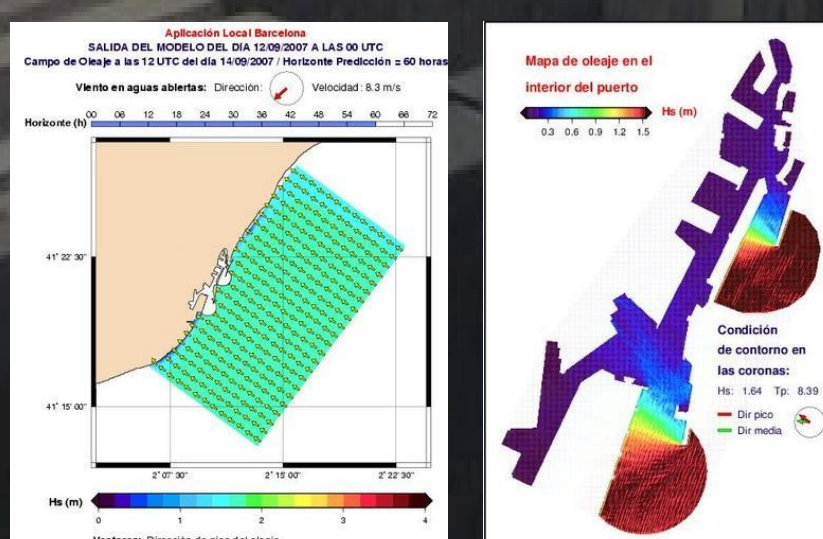
La monitorización basada en sistemas operacionales de observación ha sido combinada con el empleo de información producida por modelos numéricos que permiten entender los procesos físicos en el litoral y establecer sistemas de previsión de gran utilidad para la organización y planificación de la actividad portuaria.

Sistemas de Predicción a Escala Regional

La APB tiene acceso a los sistemas de predicción existente a escala regional y de cuenca, contando con valiosa información de oleaje, nivel del mar y corrientes.



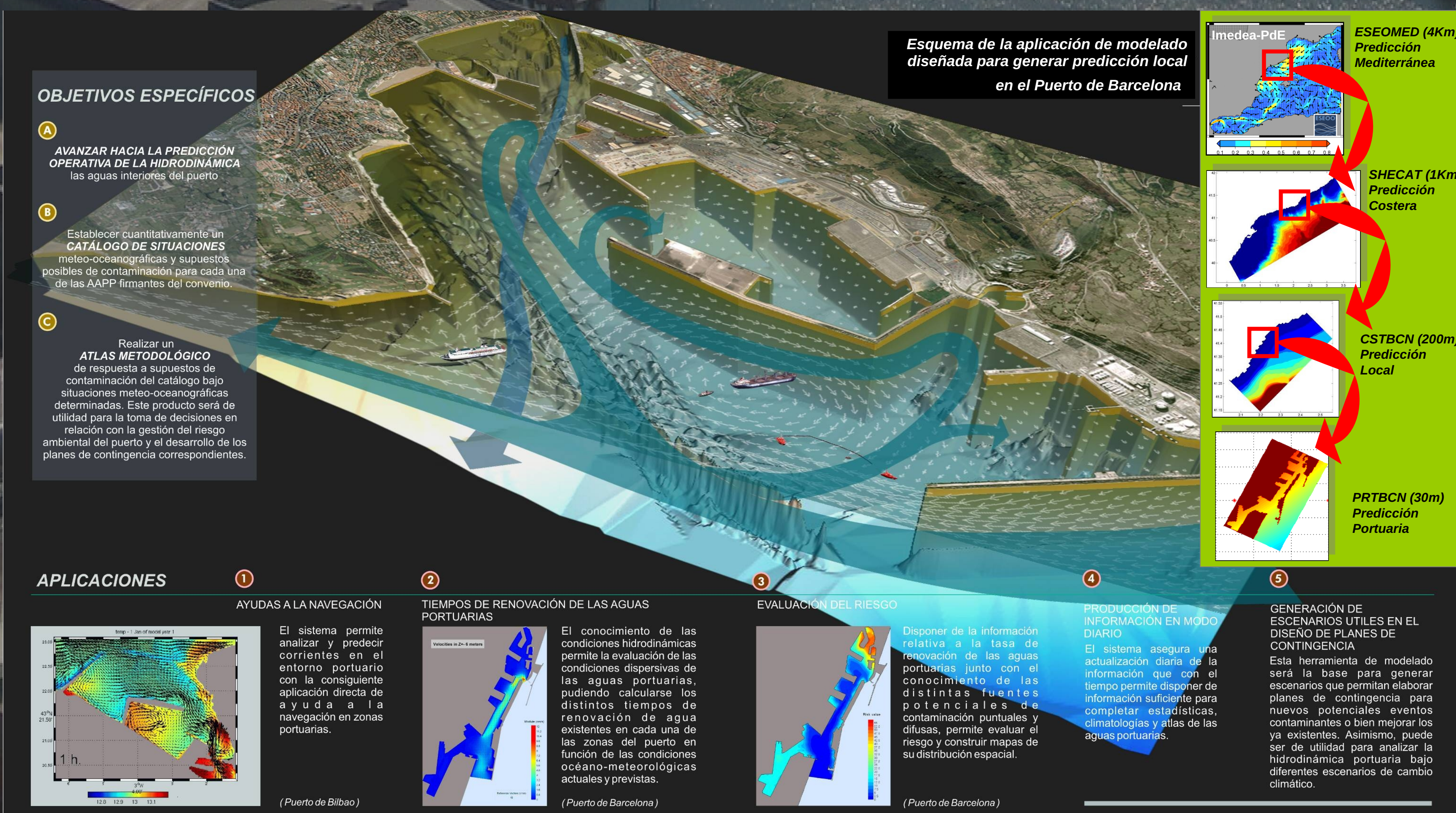
Sistemas de Predicción a Escala Local



Las predicciones regionales caracterizan procesos en aguas abiertas pero tienen limitaciones para reproducir la dinámica costera y portuaria. Para suplir estas carencias se avanza en el desarrollo de aplicaciones portuarias de alta resolución anidadas en las aplicaciones regionales. El SAPO de Barcelona es un ejemplo de esta filosofía.

Sistemas en Desarrollo: Una nueva herramienta para la predicción hidrodinámica local en el Puerto de Barcelona

En el marco de un convenio de colaboración interinstitucional que incluye entre otros participantes a la APB, PdE y el LIM/UPC, se está desarrollando una herramienta operacional de predicción continua de las condiciones hidrodinámicas y de los intercambios de masas de agua para zonas portuarias y adyacentes para el Puerto de Barcelona. Este sistema integrado permitirá conocer y predecir la hidrodinámica del Puerto de forma operacional y ser capaz de simular la renovación y calidad del agua en función de la geometría del puerto y de las condiciones oceano-meteorológicas existentes en cada momento. Ayudando a la gestión eficiente del riesgo asociado a eventos contaminantes producidos por accidentes potenciales y reales.



El sistema de modelización local para el Puerto de Barcelona se basa en el anidamiento de tres aplicaciones numéricas de resolución creciente: Un primer nivel consiste en una aplicación de plataforma que cubre todo el litoral Catalán (forzamiento proveniente de la predicción regional Mediterránea ESEOMED y las predicciones atmosféricas de alta resolución de AEMET). Un segundo nivel de anidamiento, consiste en una aplicación costera que proporciona predicciones con una resolución de 200m en las zonas adyacentes al Puerto. Estas aplicaciones parten, no ya de la información ESEOMED de 4 Km, sino de la información de resolución 1Km producida por la aplicación SHECAT anteriormente referida. Al tiempo, estas aplicaciones costeras proporcionan la información necesaria para ejecutar la aplicación estrictamente portuaria de alta resolución (30m).