



micore

Morphological Impacts
and COastal Risks induced
by Extreme storm events



www.micore.eu

SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA POR RIESGO DE TEMPORALES COSTEROS

Cinco resultados clave
del proyecto MICORE







MICORE: Impactos morfológicos y riesgos costeros inducidos por tormentas extremas

Los recientes desastres naturales en zonas costeras han puesto de relieve las consecuencias devastadoras que pueden tener los riesgos de origen marino. Las experiencias del huracán Katrina en Nueva Orleans y de los dos catastróficos tsunamis del Océano Índico y Japón son una trágica muestra de lo que puede suceder cuando las estructuras de ingeniería costera se someten a fuerzas que superan sus límites de diseño, y fallan los planes de gestión y evacuación civil.

El temporal de 1953 en el Mar del Norte, con grandes inundaciones y más de 2000 víctimas en Holanda, Inglaterra, Bélgica y Escocia, demuestra que Europa no es inmune a las amenazas costeras. Con unos 185.000 km de costa, Europa comprende una gran variedad de ambientes litorales: zonas naturales vírgenes, grandes urbes costeras protegidas por estructuras ingenieriles, costas bajas con playas arenosas y dunas, costas rocosas con acantilados escarpados, litorales expuestos al océano abierto y mares cerrados. Cada tipo de costa posee unas características únicas que deben ser tenidas en cuenta en la gestión del litoral.

Resulta económicamente inviable diseñar, financiar y construir esquemas de ingeniería costera que puedan proteger todas las áreas litorales vulnerables de Europa ante cualquier evento extremo. De hecho, el cambio climático implica una elevada incertidumbre acerca del futuro comportamiento de este tipo de eventos, especialmente en cuanto a la intensidad, frecuencia y duración de los temporales costeros. Por tanto, existe una creciente necesidad de desarrollar nuevas estrategias de gestión costera que puedan asumir esta incertidumbre y minimizar los impactos en caso de condiciones extremas que excedan los límites de diseño de las estructuras costeras presentes y futuras.

En este contexto, la capacidad de predecir eventos costeros resulta de gran utilidad para que las agencias de protección civil puedan, en caso necesario, adoptar las medidas adecuadas de reducción del riesgo. Los actuales avances en modelización climática permiten predecir la llegada, intensidad y otras variables de las tormentas costeras con una antelación aproximada de hasta tres días. Trabajar con estas predicciones permitiría conocer y difundir en tiempo real los resultantes impactos morfológicos y escenarios de riesgo costero. El trabajo desarrollado a lo largo del proyecto MICORE pretende constituir un avance significativo en este aspecto.

El proyecto MICORE

El proyecto MICORE (Impactos morfológicos y riesgos costeros asociados a los eventos extremos de temporal) es una iniciativa europea que implica a 16 centros de investigación, empresas e instituciones de nueve países. El objetivo general del proyecto consistió en desarrollar un sistema on-

line de alerta temprana (Early Warning System, EWS) para la predicción del impacto morfológico causado por temporales marinos, con el fin de apoyar las estrategias de mitigación de protección civil. El proyecto comenzó en junio de 2008, con una duración de 40 meses.

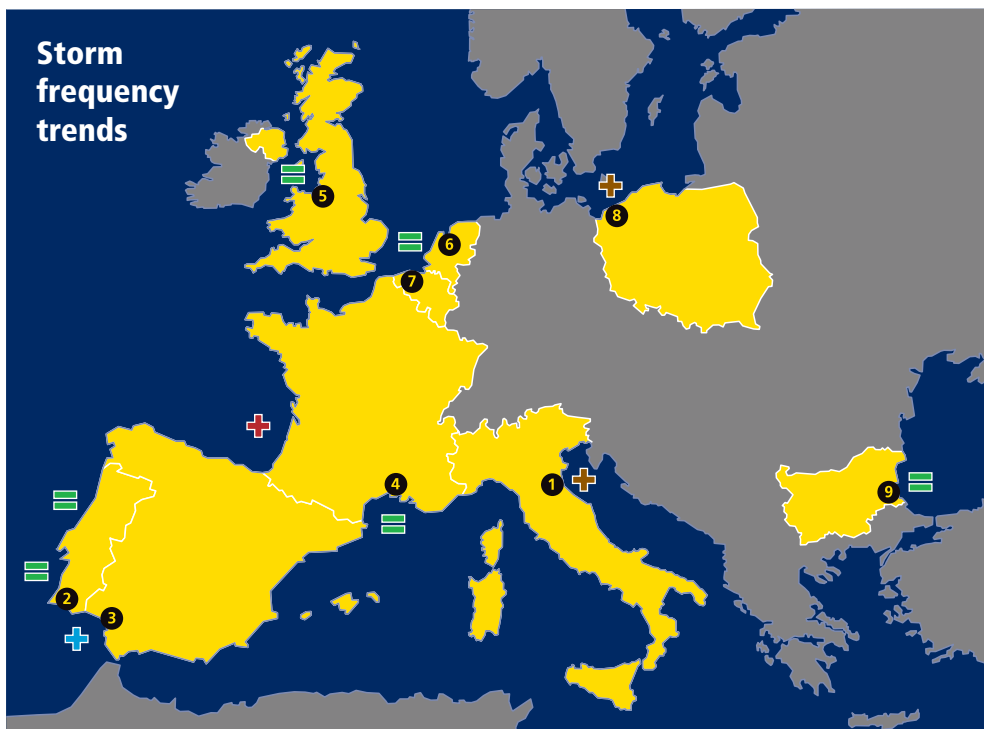
El proyecto se centró en nueve zonas piloto de características morfológicas diversas, una en cada país participante. En cada zona piloto el trabajo se llevó a cabo en varias fases encaminadas al objetivo final, incluyendo: **01** revisión de los temporales costeros históricos; **02** seguimiento de campo de las tormentas producidas durante el proyecto; **03** validación y prueba, con los resultados de campo, de modelos de comportamiento costero nuevos y existentes; **04** desarrollo de un prototipo de Sistema de Alerta Temprana por riesgo de temporales costeros; y **05** unión de las alertas tempranas con los protocolos de protección civil. El uso de las nueve zonas permitió que la aproximación desarrollada fuera lo más genérica posible y demostró la robustez de la metodología.

Dado que las predicciones de temporal se realizan con una antelación máxima de tres días, el proyecto MICORE se centró en la respuesta a emergencias a corto plazo, más que en objetivos estratégicos a largo plazo. En este sentido, es un claro ejemplo de investigación aplicada, que proporciona resultados prácticos para la gestión costera, útiles y aplicables a los usuarios finales

contenidos *cinco resultados clave*

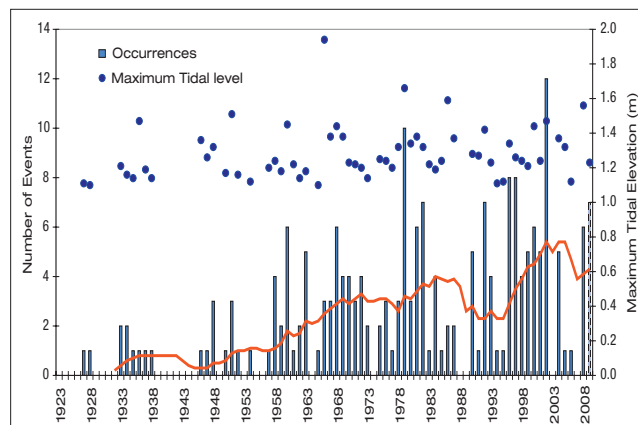
- 01** Comprensión de las tendencias históricas de los temporales costeros en Europa pág. 4
- 02** Demostración de nuevos protocolos de difusión de datos y conocimiento: OpenEarth pág. 5
- 03** Ampliación y validación de un nuevo modelo *open-source* del impacto de tormentas pág. 6
- 04** Creación de prototipos de Sistemas de Alerta Temprana *on-line* por riesgo de temporales pág. 7
- 05** Creación de puentes entre los expertos costeros y los usuarios finales pág. 10

Para una explicación más detallada de las metodologías empleadas y los resultados obtenidos en todas las fases del proyecto MICORE, consultar la pagina web del proyecto: www.micore.eu.



1	Italy	Lido di Dante Lido di Classe	Natural with dunes, river mouths - defended coastline, infrastructure, high touristic value, microtidal	8 km
2	Portugal	Praia de Faro	Barrier-islands, dunes, overwashes, inlets, high touristic value, infrastructure, mesotidal	8 km
3	Spain	La Victoria Camposoto Beach	Urban beach, high touristic value, defended coastline, infrastructure - natural sand spit with dunes, overwashes, river mouth, salt marsh, touristic value, mesotidal	10 km
4	France	Lido of Sète to Marseillan	Low barrier island, dunes, high touristic value, defended coastline, infrastructure, microtidal	13 km
5	United Kingdom	Dee Estuary	Estuarine site with high occupation and hard engineering, defended coastline, infrastructure, sand dunes, tidal flats, mud flats, salt marsh, high touristic value, river mouth, macrotidal	10 km
6	The Netherlands	Egmond	Nourished beach, dunes, high touristic value, mesotidal	5 km
7	Belgium	Mariakerke	Wide dissipative urban beach regularly nourished, infrastructure, defended coastline, high touristic value, macrotidal	11 km
8	Poland	Dziwnow	Sand spit with low dunes; river mouth, protected coastline, nourishments to protect infrastructure, high touristic value, non-tidal	15 km
9	Bulgaria	Kamchia Shkorpilovtsi	Open beach on the Black Sea, dunes, river mouths, touristic value, non-tidal	13 km

Con el fin de establecer las tendencias pasadas de las tormentas costeras en Europa, se recopilaron y analizaron 58 series temporales a largo plazo (como mínimo de los 30 últimos años) de varios indicadores de tormenta, en 12 zonas diferentes. Los indicadores incluyeron marea meteorológica, oleaje de alta energía y elevada velocidad del viento, y su selección se realizó en función de la disponibilidad de datos y de las condiciones de exposición en cada zona. Cabe destacar que, aunque se observaron algunas tendencias locales (ver figuras en esta página), **no se evidenció ninguna tendencia a nivel europeo en los temporales históricos**. Sin embargo, esto no significa que las consecuencias futuras del cambio climático no vayan a influir en las tormentas en Europa ni en sus impactos, sino que, para los datos disponibles, las fluctuaciones a corto plazo (anuales) prevalecen sobre las posibles tendencias a largo plazo.



Número de eventos de marea meteorológica (1923-2008) en Venecia, Italia. La línea roja representa una media móvil de 10 años del número anual de eventos, e indica una tendencia general de incremento en la frecuencia de los mismos.

Un problema habitual en los programas de I+D en los que participan instituciones de diferentes países es la necesidad de invertir en preparar infraestructuras básicas para compartir datos y conocimiento. Esta aproximación "proyecto a proyecto" es poco eficiente, e implica que el conocimiento desarrollado durante cada programa puede ser posteriormente de difícil acceso, resultar indescifrable o incluso perderse.

Para evitar este problema, en el proyecto MICORE se adoptó un nuevo protocolo para gestionar los datos y el conocimiento, llamado OpenEarth. Este protocolo (www.openearth.eu) no es específico de un proyecto, sino que constituye una base de datos general donde múltiples proyectos pueden almacenar y gestionar sus datos, modelos y/o herramientas de análisis. Consta de los mejores componentes open-source disponibles, con un flujo de trabajo bien definido, descrito en protocolos abiertos y basado en estándares internacionales de amplia aceptación. Al tratarse de una base de datos común para numerosos proyectos, OpenEarth impulsa la colaboración entre proyectos y el compartir destrezas, como la herramienta genérica de visualización de datos mediante Google Earth (imagen derecha). El gran número de personas implicadas en la base de datos permite asimismo garantizar su sostenibilidad futura.

El proyecto MICORE demostró las ventajas de almacenar e intercambiar datos de distintas organizaciones y países en

una base de datos multi-proyecto como OpenEarth, ya que se ahorró tiempo y recursos en el desarrollo de dicha infraestructura. Sin embargo, el mayor beneficio es que la gran cantidad de datos de calidad controlada recogidos durante el proyecto, como medidas de campo del impacto de los temporales (ver abajo) o datos de tormentas históricas (ver página anterior), estarán fácilmente disponibles para su uso en futuros programas de I+D, algo poco habitual tras la finalización de los proyectos.



Herramienta de visualización de datos mediante Google Earth, disponible en la base de datos de OpenEarth. Este ejemplo ilustra perfiles de playa y líneas de costa medidas en el litoral de Holanda

MEDIDA DE CAMPO DEL IMPACTO DE TEMPORALES

Para una mayor fiabilidad de la modelización del impacto de los temporales y del Sistema de Alerta Temprana, es necesario validar las simulaciones de los modelos con eventos reales. A lo largo de dos períodos invernales de temporal (2008 – 2010), los socios de MICORE llevaron a cabo medidas de campo antes y después de cada tormenta. Se emplearon diversas técnicas de trabajo en playas: levantamientos topográficos y batimétricos (mediante GPS, ecosondas y vuelos LiDAR), medidas de velocidad de la corriente en la zona de surf, uso de videocámaras y muestreo de sedimentos.

Un evento especialmente energético fue el grupo de cinco temporales registrado en torno al fin de año 2009/2010 en el sur de Portugal, con 18 días de mar de fondo de hasta 4 m, que causó una importante erosión en la playa y la destrucción de varias casas situadas en primera línea de playa. Durante este período, los investigadores de MICORE realizaron levantamientos casi diarios con GPS (ver derecha), con el fin de registrar en detalle la rápida respuesta de la playa. Se realizó una simulación del temporal con el modelo XBeach, obteniéndose resultados comparables a los cambios reales medidos en la playa.



Levantamiento topográfico de playa con GPS en Praia de Faro, Portugal

El módulo de predicción morfológica (erosión costera y desbordamiento) es esencial en un Sistema de Alerta Temprana por riesgo de temporales costeros. Este módulo (ver página siguiente) traduce las predicciones de los parámetros hidrodinámicos en mar abierto (altura de ola, marea meteorológica, etc.) a información sobre impacto en la costa. En el proyecto MICORE esto se ha realizado mediante el modelo numérico XBeach, un programa gratuito de código abierto (*open-source*).

Dentro de MICORE, el modelo XBeach se amplió y validó utilizando los numerosos datos de campo sobre impacto de temporales que fueron recogidos en las zonas piloto (ver cuadro en página anterior). Cada zona posee características muy diferentes, lo que permitió probar la funcionalidad del modelo bajo diversas condiciones, para su uso en toda Europa y en el mundo. Las imágenes inferiores muestran algunos resultados



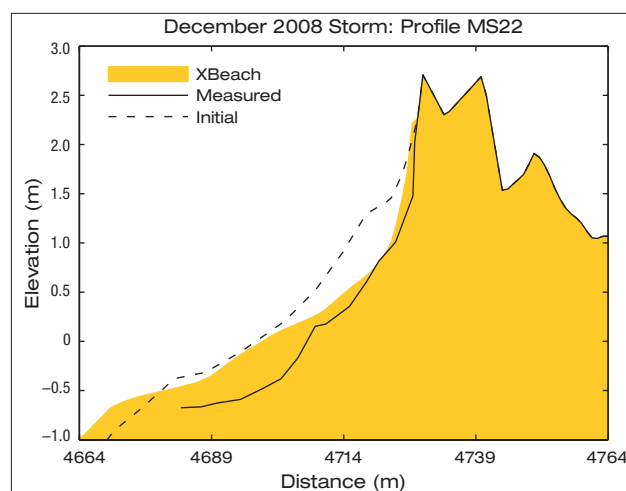
Evento de temporal en diciembre de 2008 en Lido di Classe, norte de Italia



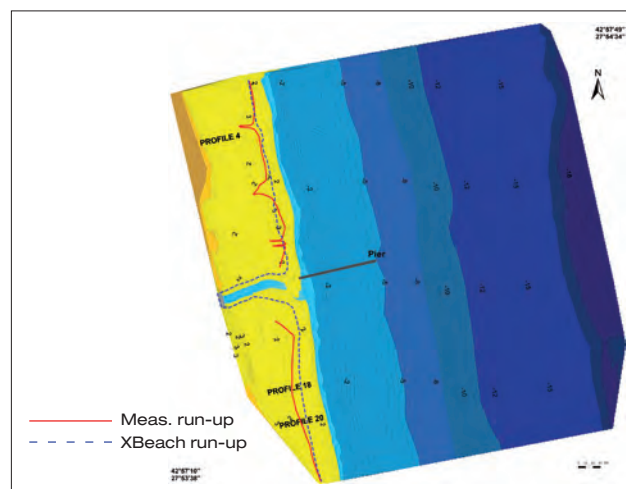
Run-up del oleaje durante un temporal en marzo de 2010 en Kamchia Shkorpilovtsi, Bulgaria

para los casos de estudio de Italia y Bulgaria. En el primero el modelo se centró en la simulación de la erosión dunar durante los temporales; en la imagen se puede observar, para un temporal en diciembre de 2008, que el modelo calcula de manera adecuada la nueva morfología del frente de duna tras el temporal. En el segundo caso el objetivo era modelizar el alcance del oleaje (*run-up*); en la imagen se aprecia, para un temporal en marzo de 2010, que los resultados del modelo se ajustan a los niveles medidos de *run-up*.

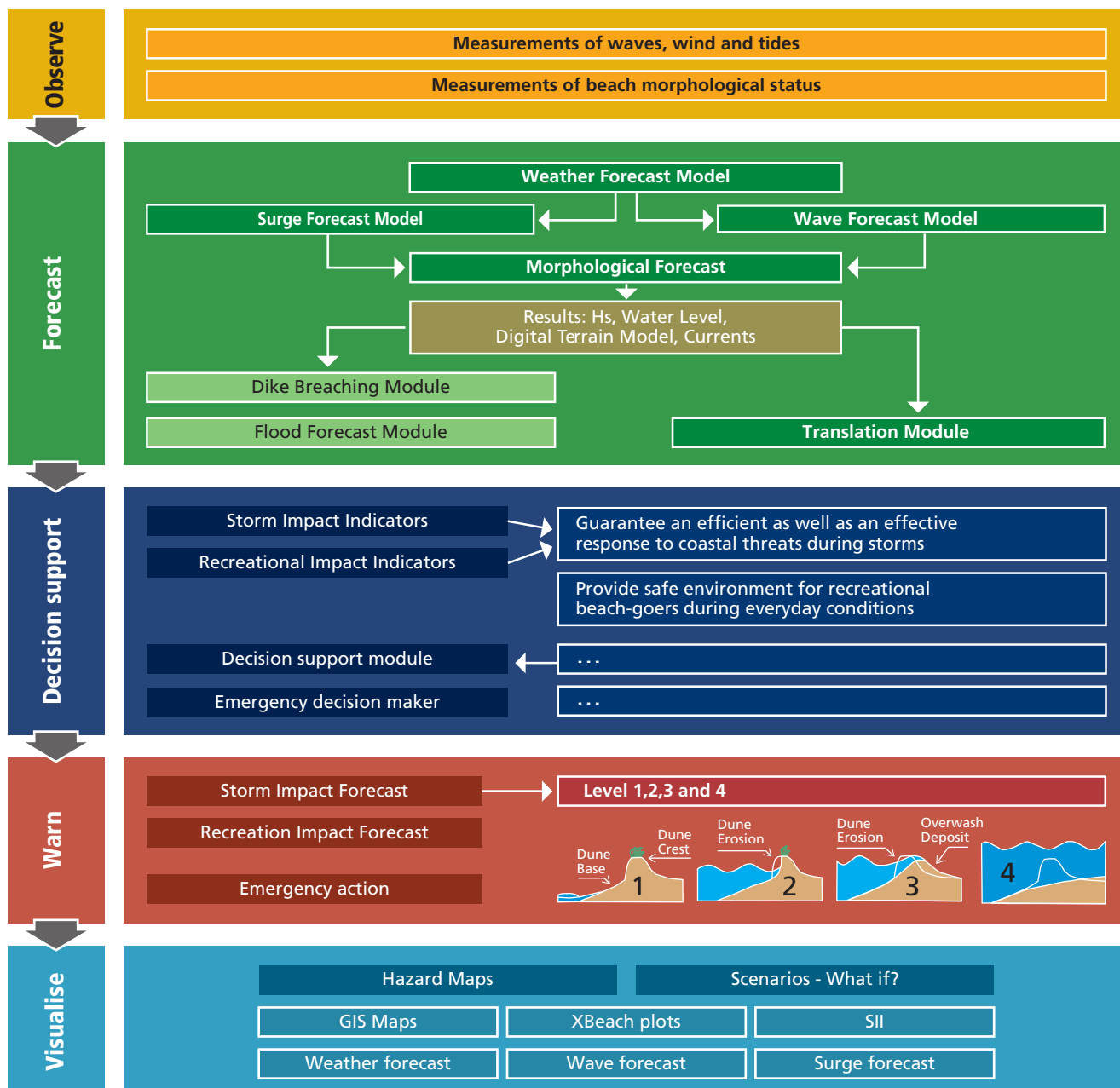
Cabe destacar que en el marco del proyecto se llevó a cabo una importante transferencia de conocimiento entre científicos expertos en las características costeras regionales y locales, y desarrolladores del modelo numérico. De esta forma se ha conseguido un modelo que se ha incorporado a todos los prototipos de Sistema de Alerta Temprana.



Modelización de XBeach y validación de la erosión dunar causada por el evento en Lido di Classe



Validación de las estimaciones de *run-up* del oleaje mediante la modelización 2D del evento con XBeach



Se desarrolló una estructura genérica para un Sistema de Alerta Temprana de riesgo costero (ver arriba), adaptable a cada prototipo de EWS. Está basada en cinco módulos:

- Un **módulo de observación**, donde se recopilan las medidas de condiciones meteorológicas, oleaje, marea meteorológica y perfil inicial de playa necesarias para la modelización numérica.
- Un **módulo de predicción**, que incluye las predicciones del modelo numérico (XBeach).
- Un **módulo de apoyo a la toma de decisiones**, con herramientas para ayudar en la toma de decisiones sobre el riesgo (Indicadores del Impacto de Temporales y mapas de peligrosidad).

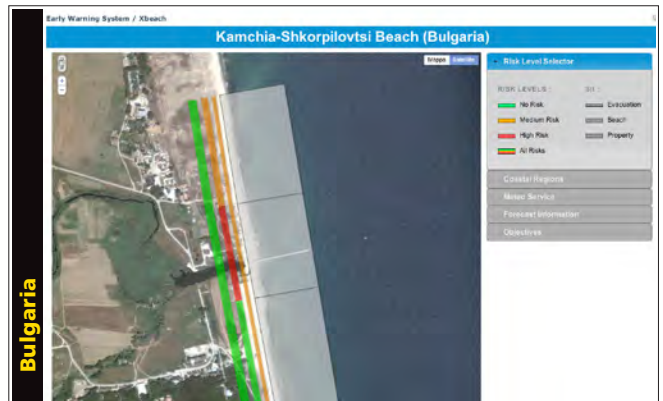
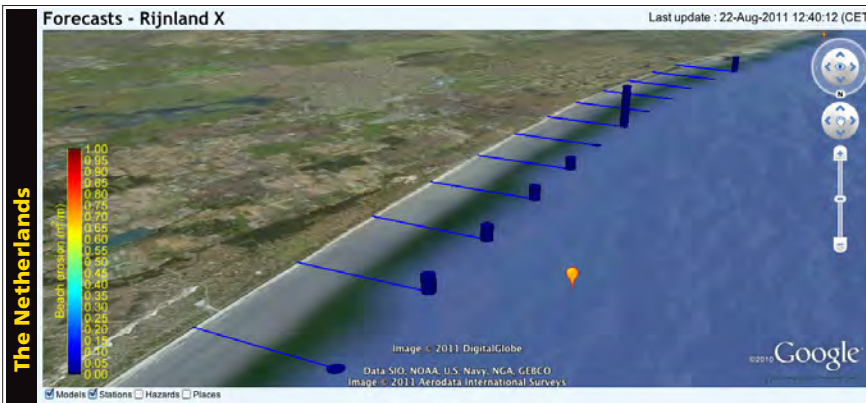
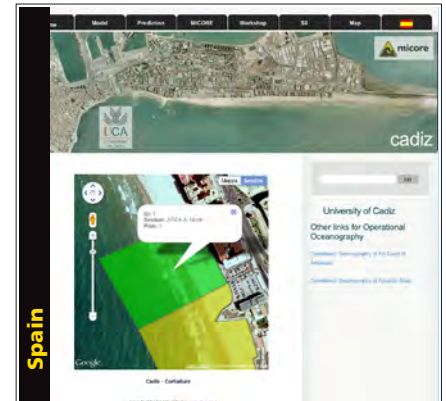
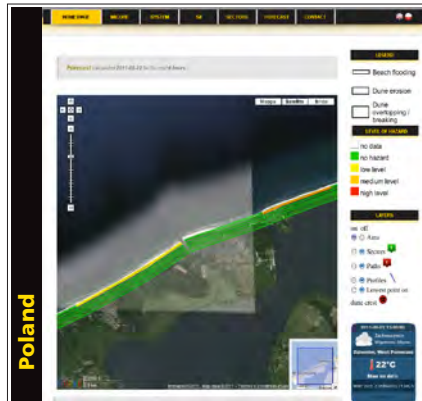
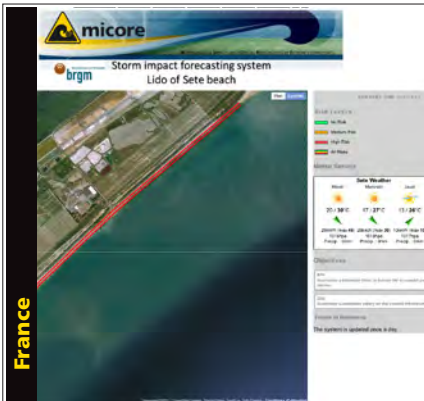
- Un **módulo de alerta**, donde se lanzan avisos en función de umbrales específicos de cada zona.

- Un **módulo de visualización**, que muestra información *on-line* para los usuarios.

Cada prototipo de EWS que se presenta en las páginas siguientes trabaja en modo *on-line* y ejecuta diariamente su cadena de módulos. Este funcionamiento diario, al contrario de los casos en los que únicamente se predicen condiciones extremas, resulta crucial para probar la robustez del sistema y aumentar la confianza de los usuarios finales en su fiabilidad general.



Early Warning Systems



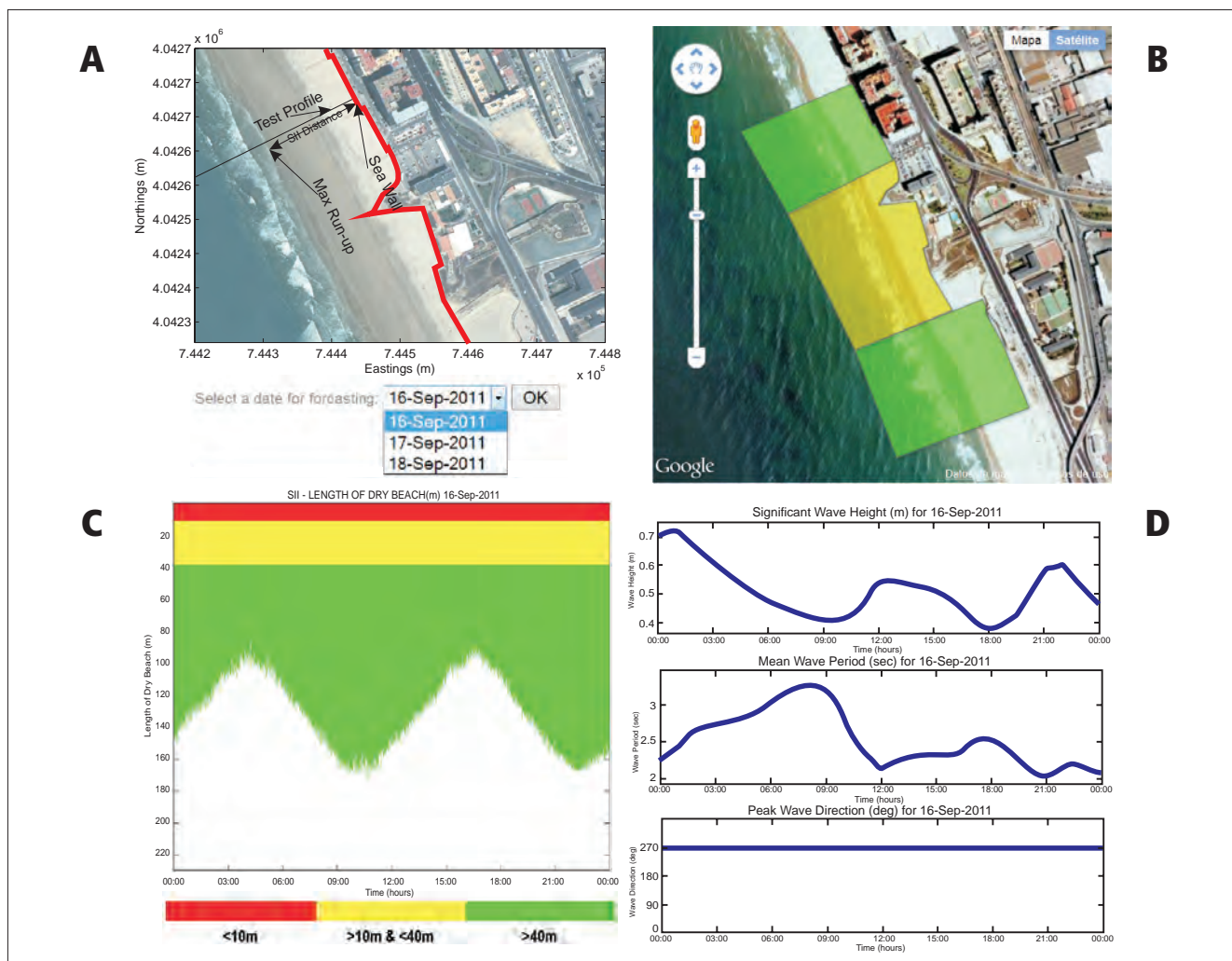
Situada en el centro de la costa SO de la Península Ibérica, la playa de La Victoria es la playa urbana de la ciudad de Cádiz, una zona densamente poblada con un paseo marítimo y numerosos edificios construidos sobre una barrera arenosa.

El EWS en esta zona constituye una herramienta de apoyo para la protección civil a la hora de predecir el estado del Indicador de Impacto de Temporal (SII), en este caso la anchura de la playa seca, medida entre la línea de agua y una infraestructura vulnerable (p. ej. los accesos a la playa).

El nivel máximo diario de riesgo asociado al indicador (**rojo** = alto, **amarillo** = medio, **verde** = sin riesgo) se muestra para un sector concreto de la costa mediante el

mencionado código de colores en un mapa interactivo de Google. De esta forma, las autoridades de protección civil pueden identificar rápidamente la localización de cualquier riesgo potencial a lo largo de la playa de La Victoria. En la página web aparecen también informaciones más detalladas acerca de las predicciones, incluyendo información sobre la evolución temporal del riesgo a lo largo del ciclo mareal, y de las condiciones asociadas de oleaje externo durante el mismo ciclo mareal.

Esta forma de visualización del EWS puede ser ampliada en un futuro para cubrir la totalidad de la línea de costa gaditana.



EWS para la playa de La Victoria (Cádiz): **A**) Esquema del área de estudio explicando el Indicador de Impacto de Temporal (SII en inglés) utilizado, en este caso la anchura de playa seca, y el

menú de 72 horas de predicción. **B**) Pantalla del mapa de Google interactivo, indicando el nivel de riesgo máximo diario asociado a cada SII para tres sectores de la playa. **C**) Información detallada,

para un perfil seleccionado, del nivel de riesgo asociado a cada marea (los umbrales del SII están marcados en la figura). El ejemplo presentado es el resultado genera-

do automáticamente para el 16 de septiembre de 2011. **D**) Altura de ola significativa, periodo medio y dirección de pico usados como condiciones de contorno.

Un aspecto crítico revelado por el proyecto MICORE es que en la actualidad muy pocos países europeos cuentan con esquemas de protección civil para el riesgo de temporales costeros. Los escasos protocolos existentes se basan en alertas meteorológicas, que no siempre tienen en cuenta la vulnerabilidad de una determinada zona costera y sus características particulares (como el tipo de morfología o el grado de urbanización). Una de las razones de la ausencia de este tipo de esquemas para temporales costeros, al contrario de lo que sucede en las inundaciones en zonas continentales, es el escaso contacto entre los usuarios finales que toman las decisiones sobre protección civil y los expertos costeros con conocimiento acerca de los procesos que tienen lugar en la costa.

En MICORE se buscó activamente impulsar una mayor cooperación entre los expertos costeros y los usuarios finales, colaborando a lo largo de todo el proyecto. Esta cooperación consistió en el mantenimiento de reuniones para tratar las necesidades de los usuarios finales y cómo pueden contribuir los expertos costeros, haciendo uso de los Indicadores del Impacto de Temporal (ver cuadro inferior) e incorporando los EWS en páginas web existentes, desarrolladas por los usuarios finales. De esta forma, los EWS resultantes están contruidos a la medida de las necesidades de los responsables de tomar las decisiones, y por tanto es más probable que puedan adoptarse como una herramienta del día a día.



INDICADORES DEL IMPACTO DE TEMPORAL (*Storm Impact Indicators, SIIs*)

Al cuantificar el impacto de temporales es frecuente la utilización de parámetros físicos como volúmenes de erosión de duna, velocidades de flujo, niveles de run-up del oleaje, etc. Para el usuario final estos parámetros son de difícil manejo operativo a la hora de tomar decisiones basadas en la información disponible. Los módulos de predicción y de apoyo a la toma de decisiones de los EWS se centraron, por tanto, en proporcionar Indicadores del Impacto de Temporal (SIIs), que representan una cuantificación del sistema costero de forma adecuada para la toma de decisiones. Junto con los SIIs se establecen niveles

de umbral que implican varios grados de intervención por parte de las autoridades.

En la tabla inferior se muestra un ejemplo de un SII, la Anchura de Pasillo Seguro, empleado en el EWS italiano como medida de la anchura de playa seca existente entre el pie de duna y la orilla del mar para permitir el paso seguro de los usuarios de la playa. Si esta franja es demasiado estrecha, existe un riesgo para los usuarios, al no poder escapar de condiciones del mar peligrosas. En este caso la acción apropiada es cerrar los accesos a la playa mediante señalización.

Objetivo Estratégico	Objetivo Operacional	Concepto de Estado Cuantitativo	Estado Deseado del Indicador	Estado Actual del Indicador	Procedimiento de Intervención	Procedimiento de Evaluación
Prevenir la pérdida de vidas debida a condiciones del mar peligrosas	Señalar que la playa está cerrada en condiciones peligrosas	Anchura de Pasillo Seguro (APS) , definida como la distancia entre el pie de duna y la orilla del mar	Peligrosidad baja: APS mayor de 10 m; Peligrosidad media: APS entre 5 y 10 m; Peligrosidad alta: APS menor de 5 m	Series temporales de APS predicha	Colocar señalización en la playa para indicar que está cerrada	Comprobar que la señalización se instaló y que no se produjo pérdida de vidas



Conclusión y recomendaciones

El proyecto MICORE ha conseguido innovaciones significativas en el ámbito de la gestión del riesgo de temporales costeros y de los esquemas de protección civil en zonas litorales. El desarrollo de nueve Sistemas de Alerta Temprana (EWS) operacionales para el riesgo por temporales costeros demuestra que es factible realizar, para las zonas vulnerables de Europa, una herramienta on-line basada en la adquisición de datos en tiempo real y su integración en diversos modelos hidrodinámicos y morfológicos. Estos prototipos de EWS sientan las bases para una mayor expansión en Europa, mediante la adopción de los siguientes principios:

- Utilizar una estructura genérica adaptable a una variedad de ambientes costeros diferentes.
- Emplear programas libres y de código abierto sin necesidad de licencias comerciales.
- Adaptar las funcionalidades de los EWS a las necesidades de los usuarios finales.

Por tanto, se recomienda la asignación de recursos al desarrollo a mayor escala de EWS para el riesgo de temporales costeros, a nivel regional, nacional y europeo. Estos sistemas podrían unirse a los ya existentes, como los esquemas de alerta para tsunamis e inundación terrestre. Asimismo, el seguimiento continuo de futuros temporales costeros empleando sistemas precisos y de rápida instalación resulta crucial para profundizar en la comprensión de la naturaleza cambiante de los temporales en Europa, y para continuar la evaluación de los EWS.





Prof. Paolo Ciavola
Coordinator | WP7 Leader
Italy

Dipartimento di Scienze della Terra
Università degli Studi di Ferrara

Phone: +39.0532.97.46.22
Fax: +39.0532.97.47.67
E-mail: cvp@unife.it



Mr. Marco Deserti
Italy

Hydro-Meteorological and Climatological Service
of the Emilia Romagna ARPA-SIMC

Phone: +39.051.52.59.15 +39.051.649.7511
Fax: +39.051.649.75.01
E-mail: mdeserti@arpa.emr.it



Mrs. Luisa Perini
WP6 Leader
Italy

Geological Survey of the Emilia-Romagna Region

Phone: +39.051.527.4212
Fax: +39.051.527.4208
E-mail: lperini@regione.emilia-romagna.it



Prof. Oscar Ferreira
WP1 Leader
Portugal

University of Algarve
CIACOMAR-CIMA

Phone: +351.289.800.900
Fax: +351.289.800.069
E-mail: offerreir@ualg.pt



Prof. Rui Taborda
Portugal

University of Lisbon
Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade
de Lisboa

Phone: +351.217.500.357 +351.217.500.066
Fax: +351.217.500.119
E-mail: rtaborda@fc.ul.pt



Dr. Javier Benavente
Spain

University of Cadiz
Department of Earth Sciences

Phone: +34.956.016.447 +34.956.016.276
Fax: ++34.956.016.195
E-mail: javier.benavente@uca.es



Dr. Balouin Yann
WP3 Leader
France

BRGM-French Geological Survey
Regional Geological Survey
of Languedoc-Roussillon Montpellier

Phone: +33.467.157.972
Fax: +33.467.157.972
E-mail: y.balouin@brgm.fr



Mr. Piet Haerens
WP5 Leader
Belgium

International Marine Dredging Consultants

Phone: +32.327.092.94
Fax: +32.323.567.11
E-mail: piet.haerens@imdc.be



Prof. Jon Williams
Active partner months 1-30
United Kingdom

University of Plymouth
School of Geography

Phone: +44.2380.711.840
Fax: +44.2380.711.841
E-mail: jwilliams@abpmer.co.uk



Prof. Kazimierz Furmanczyk
Poland

University of Szczecin INoM
Laboratory of Remote Sensing and Marine Carto-
graphy

Phone: +48.91.444.23.51
Fax: +44.2380.711.841
E-mail: kaz@univ.szczecin.pl



Dr. Nikolay Valchev
Bulgaria

Institute of Oceanology, Bulgarian Academy of
Sciences

Phone: +359.52.370.493 +359.52.370.486
Fax: +359.52.370.483
E-mail: valchev@io-bas.bg



Dr. Albertus "Ap" Van Dongeren
WP4 Leader
The Netherlands

Stichting Deltares

Phone: +31.15.285.8951
Fax: +31.15.285.8951
E-mail: ap.vandongeren@wldelft.nl



Dr. Mark Van Koningsveld
WP2 Leader
The Netherlands

Technical University of Delft
Civil Engineerin

Phone: +31.6.53.246.297 +31.10.447.8767
Fax: +31.10.447.8100
E-mail: M.vanKoningsveld@tudelft.nl



Dr. Alejandro Jose Souza
United Kingdom

Natural Environment Research Council
Proudman Oceanographic Laboratory

Phone: +44.15.17.954.820
Fax: +44.15.17.954.801
E-mail: ajso@pol.ac.uk



Dr. Pedro Ribera
Spain

University Pablo de Olavide
Department of Physical, Chemical and Natural
Systems

Phone: +34.954.349.131
Fax: +34.954.349.814
E-mail: pribrod@upo.es



Mrs. Stefania Corsi
Italy

Consorzio Ferrara Ricerche

Phone: +39.0532.76.24.04
Fax: +39.0532.76.73.47
E-mail: stefania.corsi@unife.it

Further Information

Review of climate change impacts on storm occurrence, MICORE Deliverable 1.4. Available for download at www.micore.eu

Ciavola P. et al. (2011) Storm impacts along European coastlines. Part 1: the joint effort of the MICORE and ConHaz Projects, *Environmental Science & Policy*, doi:10.1016/j.envsci.2011.05.011

Ciavola P. et al. (2011) Storm impacts along European coastlines. Part 2: lessons learned from the MICORE project, *Environmental Science & Policy*, doi:10.1016/j.envsci.2011.05.009

Ferreira O. et al. (2009) Coastal storm risk assessment in Europe: Examples from 9 study sites, *Journal of Coastal Research*, SI56, 1632 - 1636

MICORE Project documentary: 13 min video presentation. Available for download at www.micore.eu

Roelvink et al. (2009) Modelling storm impacts on beaches, dunes and barrier islands, *Coastal Engineering*, 56, 1133-1152

Van Koningsveld M. and Mulder J.P.M. (2004) Sustainable coastal policy developments in the Netherlands. A systematic approach revealed, *Journal of Coastal Research*, 20, 375-385

