



micore

Morphological Impacts
and COastal Risks induced
by Extreme storm events



www.micore.eu

IL NUOVO SISTEMA DI ALLERTA PER L'ATTENUAZIONE DEI RISCHI DA MAREGGIATA

Cinque risultati chiave
dal progetto MICORE







MICORE: Impatto morfologico e rischi costieri indotti da eventi marini estremi

I disastri naturali avvenuti recentemente in molte aree costiere del Pianeta hanno evidenziato gli effetti devastanti provocati da eventi meteo-marini estremi. L'uragano Katrina, che ha colpito la città di New Orleans, così come i due tsunami verificatisi nell'Oceano Indiano e in Giappone, hanno mostrato le conseguenze di situazioni in cui la resistenza delle infrastrutture viene superata dalla violenza degli elementi e i piani di evacuazione e messa in sicurezza della popolazione falliscono.

L'Europa, con i suoi 185.000 km circa di coste, non è immune dai rischi generati dal mare. A tale proposito ricordiamo l'evento di acqua alta che nel 1953 nel Mare del Nord provocò 2000 morti e pericolosi allagamenti in Olanda, Inghilterra, Belgio e Scozia. I diversi ambienti costieri dell'Europa variano da aree naturali incontaminate a quelle protette artificialmente e includono spiagge sabbiose con cordoni dunali, falesie, coste affacciate sull'oceano e bagnate da bacini chiusi. Queste aree si contraddistinguono per caratteristiche e problematiche specifiche che devono essere affrontate con un sistema di gestione integrato della fascia costiera adattato alle peculiarità di ogni zona.

Restrizioni, soprattutto di tipo economico, rendono impossibile la progettazione, il finanziamento e la realizzazione di infrastrutture atte a proteggere adeguatamente le aree costiere europee vulnerabili. La rapidità delle variazioni climatiche a livello globale contribuisce ad aumentare il grado di incertezza nel prevedere le caratteristiche delle tempeste future. È pertanto necessario sviluppare nuovi sistemi di gestione costiera, flessibili e volti a minimizzare gli impatti in caso di condizioni meteorologiche particolarmente avverse.

La capacità di prevedere l'arrivo imminente di un evento estremo è molto importante per la Protezione Civile e, in tal senso, i progressi compiuti nel campo della modellistica consentono di ottenere previsioni di mareggiata con un livello di affidabilità elevato e con un preavviso di circa tre giorni, offrendo informazioni sul tempo di arrivo, sull'intensità e su una serie di altre importanti variabili meteo-marine. Le previsioni relative alle forzanti dell'evento sono un punto di partenza essenziale per prospettare gli effetti morfologici e gli scenari di rischio che interessano la zona costiera. La necessità di approfondire la conoscenza in questo ambito è stata alla base del lavoro svolto durante il progetto MICORE (acronimo di Morphological Impacts and COastal Risks induced by Extreme Storm events).

IL PROGETTO MICORE

MICORE è un progetto Europeo che ha coinvolto 16 partner, tra enti pubblici, Università e società di nove Paesi. L'obiettivo principale del progetto è stato la realizzazione di un sistema di allerta (EWS - Early Warning System) a supporto

delle strategie di intervento della Protezione Civile per ridurre i rischi costieri e in grado di fornire una stima affidabile degli impatti morfologici prodotti da tali fenomeni. Il progetto, avviato nel giugno 2008, ha avuto una durata di 40 mesi.

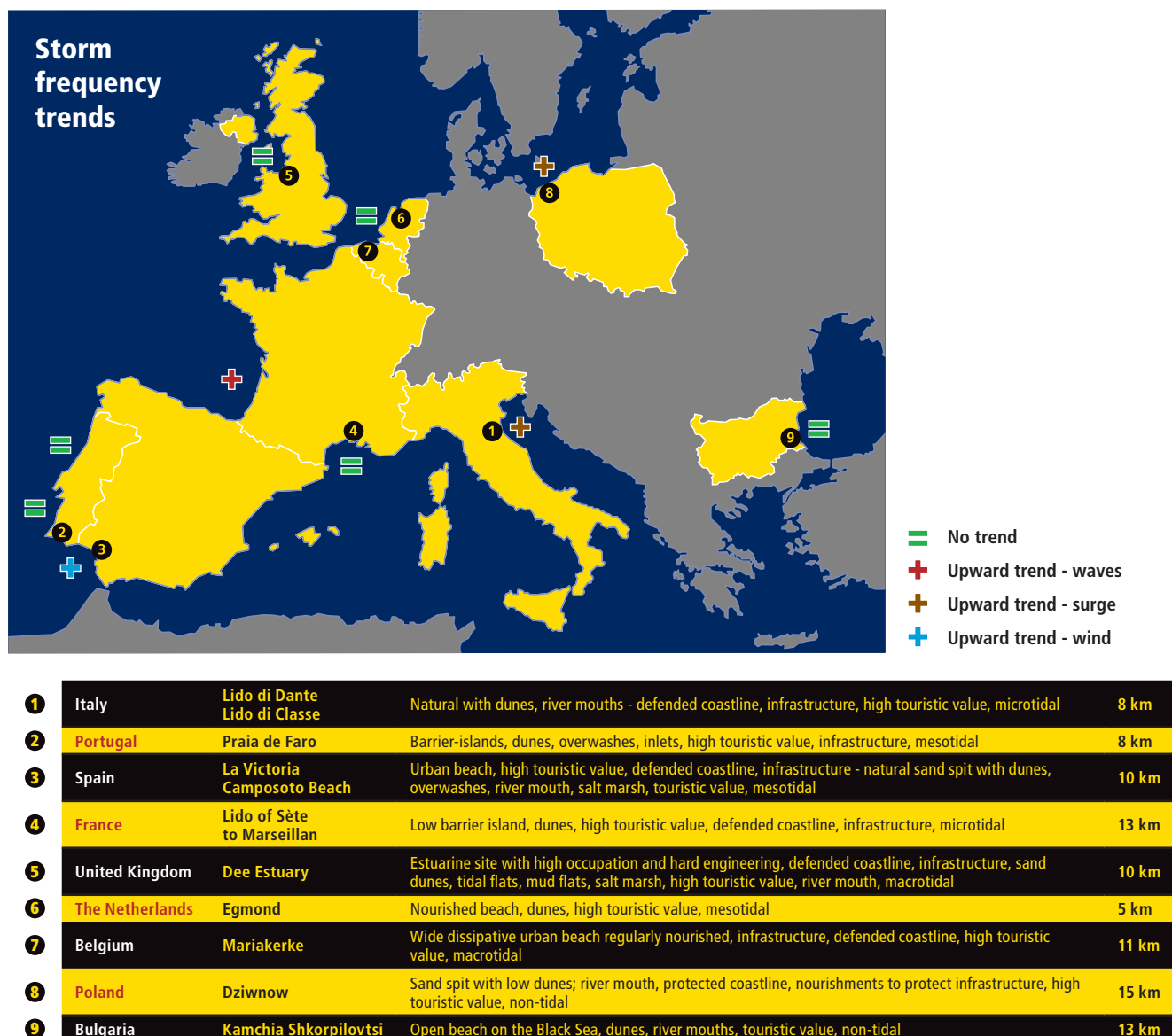
Nel progetto sono state considerate nove aree di studio, una per ciascun paese europeo coinvolto. Per ogni sito è stato sviluppato un sistema di allerta al quale si è giunti attraverso le seguenti fasi: **01** creazione o revisione dell'archivio storico delle mareggiate; **02** monitoraggio degli eventi di tempesta verificatisi durante il periodo di svolgimento del progetto; **03** convalida e sviluppo di un nuovo modello morfologico mediante informazioni ottenute da rilievi in sito; **04** sviluppo di un nuovo sistema di allerta e **05** implementazione del sistema nei protocolli operativi della Protezione Civile. L'utilizzo di nove siti, diversi tra loro e unici per gli aspetti che li caratterizzano, conferisce una potenziale universalità all'approccio adottato e mette in evidenza l'efficacia del metodo utilizzato.

Tenendo presente che le previsioni di eventi di mareggiata sono valide per una finestra temporale di tre giorni, i risultati del progetto MICORE sono adatti per situazioni d'emergenza e sul breve termine, piuttosto che per fini strategici a lungo termine. MICORE è un chiaro esempio di programma di ricerca orientato a fornire strumenti pratici e concretamente utili per la gestione della zona costiera.

Sommario *cinque punti chiave*

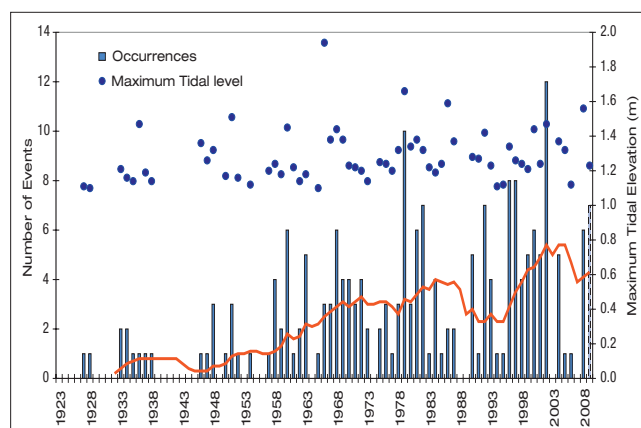
- | | |
|---|-------|
| 01 Comprendere il trend storico delle mareggiate in Europa | p. 4 |
| 02 Condividere nuovi protocolli per dati e informazioni: l'approccio OpenEarth | p. 5 |
| 03 Sviluppare e convalidare un nuovo modello open source per la stima dell'impatto da mareggiata | p. 6 |
| 04 Realizzare prototipi operativi on-line dei sistemi di allerta | p. 7 |
| 05 Costruire un dialogo migliore tra esperti della costa e utenti finali | p. 10 |

Ulteriori informazioni sono disponibili sul sito www.micore.eu, dal quale è possibile scaricare informazioni dettagliate per ogni *workpackage* (WP).



Per comprendere il trend degli eventi di mareggiata che hanno interessato l'Europa in periodi recenti (ultimi 30 anni), sono state analizzate 58 serie temporali di indicatori di mareggiata. Questi indicatori (livelli del mare elevati, altezze d'onda e velocità del vento significative) sono stati selezionati sulla base della disponibilità dei dati nonché delle specifiche condizioni di esposizione di ogni sito.

È importante evidenziare che, se alcune tendenze sono state osservate localmente (vedi figure), **non è stato individuato a livello europeo un trend globale negli eventi di mareggiata**. Ciò non significa che alcune conseguenze del cambiamento climatico (es. aumento della temperatura e del livello del mare) non influenzeranno le mareggiate e i loro impatti sulle coste europee, bensì che dai dati disponibili risulta che le variazioni sul breve periodo (da un anno all'altro) dominano su quelle a lungo termine.



Eventi di acqua alta verificatisi a Venezia tra il 1923 e il 2008. La linea rossa rappresenta la media mobile a 10 anni basata sulle ricorrenze e mostra un aumento della frequenza del fenomeno col passare degli anni.

Uno dei problemi riscontrabili nei programmi di ricerca e sviluppo (R&D) multi-istituzionali/multi-nazionali riguarda il grande dispendio di risorse per la creazione di nuovi sistemi di condivisione di dati e informazioni. Questo approccio comporta la proliferazione di sistemi non collegati tra loro e rende difficile o addirittura impossibile la reperibilità delle informazioni acquisite nei precedenti progetti soprattutto una volta che essi siano conclusi.

Per superare questi ostacoli, l'archiviazione di dati e di informazioni del progetto MICORE sono state gestite con un nuovo approccio: il metodo OpenEarth (www.openearth.eu). Si tratta di un database che consente il salvataggio e la gestione dinamica dei dati, dei modelli e degli strumenti di analisi. OpenEarth è costituito dalle migliori componenti open source disponibili, in associazione ad un procedimento ben definito, descritto in protocolli aperti e basati, quanto più possibile, su standard internazionali ampiamente accettati. Un database unico, utilizzabile per progetti differenti, quale OpenEarth, fornisce la possibilità di condividere conoscenze e strumenti come, ad esempio, la visualizzazione di dati mediante l'utilizzo di Google Earth (vedi immagine a lato). Il mantenimento nel tempo del database è garantito dalla moltitudine di utenti che usano e aggiornano la banca dati le cui azioni sono rintracciabili dal gestore dell'archivio.

Mediante il progetto MICORE sono stati dimostrati gli effettivi vantaggi derivanti dall'utilizzo di un database condiviso da

diversi paesi e progetti. L'utilizzo di un sistema come OpenEarth ha permesso di risparmiare tempo e risorse economiche.

Il vantaggio principale deriva sicuramente dalla possibilità di poter accedere efficacemente alla grande quantità di informazioni e di dati acquisiti durante il progetto, come le misure sul campo degli impatti delle mareggiate (vedi sotto) e l'archivio storico degli eventi di mareggiata (vedi pagina precedente) anche dopo la fine del progetto in questione.



Esempio di visualizzazione di dati topobatimetrici in Google Earth, disponibile all'interno del database OpenEarth.

MISURAZIONE SUL CAMPO DEGLI EFFETTI DELLE MAREGGIATE

La possibilità di comprendere, utilizzare e implementare strumenti di modellazione degli effetti delle mareggiate, nonché un sistema di allerta, richiede necessariamente la convalida dei risultati ottenuti mediante simulazioni con informazioni derivanti da misure sul campo. A tale proposito i diversi partner hanno effettuato una serie di misure pre-evento e post-evento durante i due periodi invernali (2008-2010) per ogni episodio meteo-marino rilevante. Sono stati eseguiti rilievi topografici e batimetrici (mediante l'utilizzo di GPS, LIDAR, ecoscandaglio), misure delle correnti, campionamento di sedimenti e monitoraggio dell'area costiera col supporto di sistemi video.

Una mareggiata di notevole rilievo ha interessato l'area costiera situata a sud del Portogallo tra la fine del 2009 e l'inizio del 2010: cinque mareggiate hanno colpito la costa provocando un'importante erosione della spiaggia e arrivando a danneggiare edifici e abitazioni presenti nell'area. Durante tale periodo, sono stati condotti rilievi GPS tridimensionali giornalieri, al fine di acquisire quante più informazioni possibili sulla rapida evoluzione della spiaggia. L'evento è stato poi simulato mediante l'utilizzo del modello XBeach, ottenendo risultati comparabili con le misure effettuate sul campo.



Rilievo con tecnologia DGPS-RTK a Praia de Faro, Portogallo.

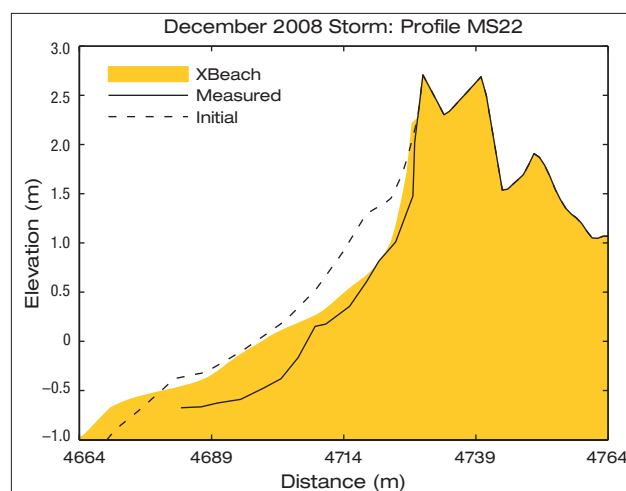
Il modulo previsionale è un elemento fondamentale all'interno di un sistema di allerta. Come è mostrato nello schema a pagina seguente, questo modulo traduce le previsioni relative allo stato del mare al largo in informazioni riguardanti gli impatti delle mareggiate sulla spiaggia. Nel progetto MICORE la previsione degli impatti sulla fascia costiera è stata ottenuta utilizzando il modello numerico XBeach, un codice gratuito e aperto, inizialmente sviluppato con il supporto del Corpo degli Ingegneri dell'Esercito Americano.

All'interno del progetto MICORE XBeach è stato ulteriormente sviluppato e convalidato utilizzando i dati di terreno raccolti per ognuno dei nove casi di studio (vedi figura nella pagina precedente). Le caratteristiche topografiche e ambientali specifiche e uniche di ciascun sito hanno contribuito a migliorare le funzionalità del modello, rendendolo utilizzabile in futuro,

non solo sulle coste europee, ma anche su scala globale. Vengono presentati, di seguito, alcuni risultati ottenuti per i siti di studio italiano e bulgaro. Per quanto riguarda l'Italia, l'attenzione è stata rivolta ai fenomeni di erosione delle dune a causa degli eventi di mareggiata, nello specifico a seguito dell'evento del dicembre 2008. I risultati dimostrano una buona capacità del modello di stimare l'erosione del fronte dunale. Buoni risultati sono stati ottenuti anche per il caso bulgaro, dove è stato confrontato il livello di *run-up* con quello misurato durante la mareggiata del marzo 2010. Il progetto è stato caratterizzato da una continua ed importante interazione tra geologi e ingegneri impegnati sul campo nella raccolta dati e i modellisti incaricati dello sviluppo dei codici. Il risultato finale è stata la piena integrazione del modello morfologico in ciascun prototipo di sistema di allerta sviluppato per i casi studio.



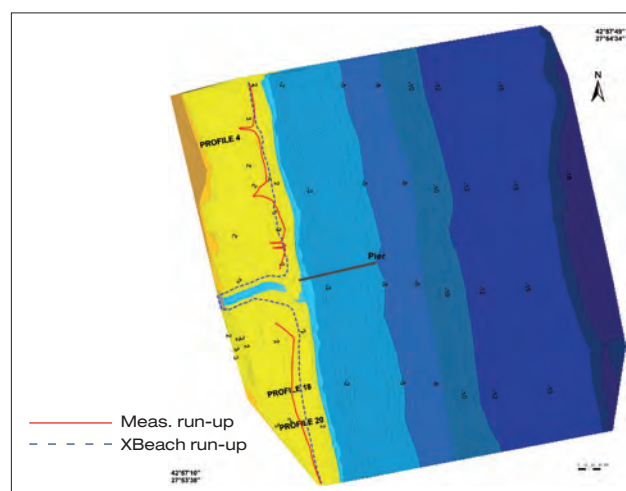
Evento di mareggiata a Lido di Classe (Ravenna), dicembre 2008.



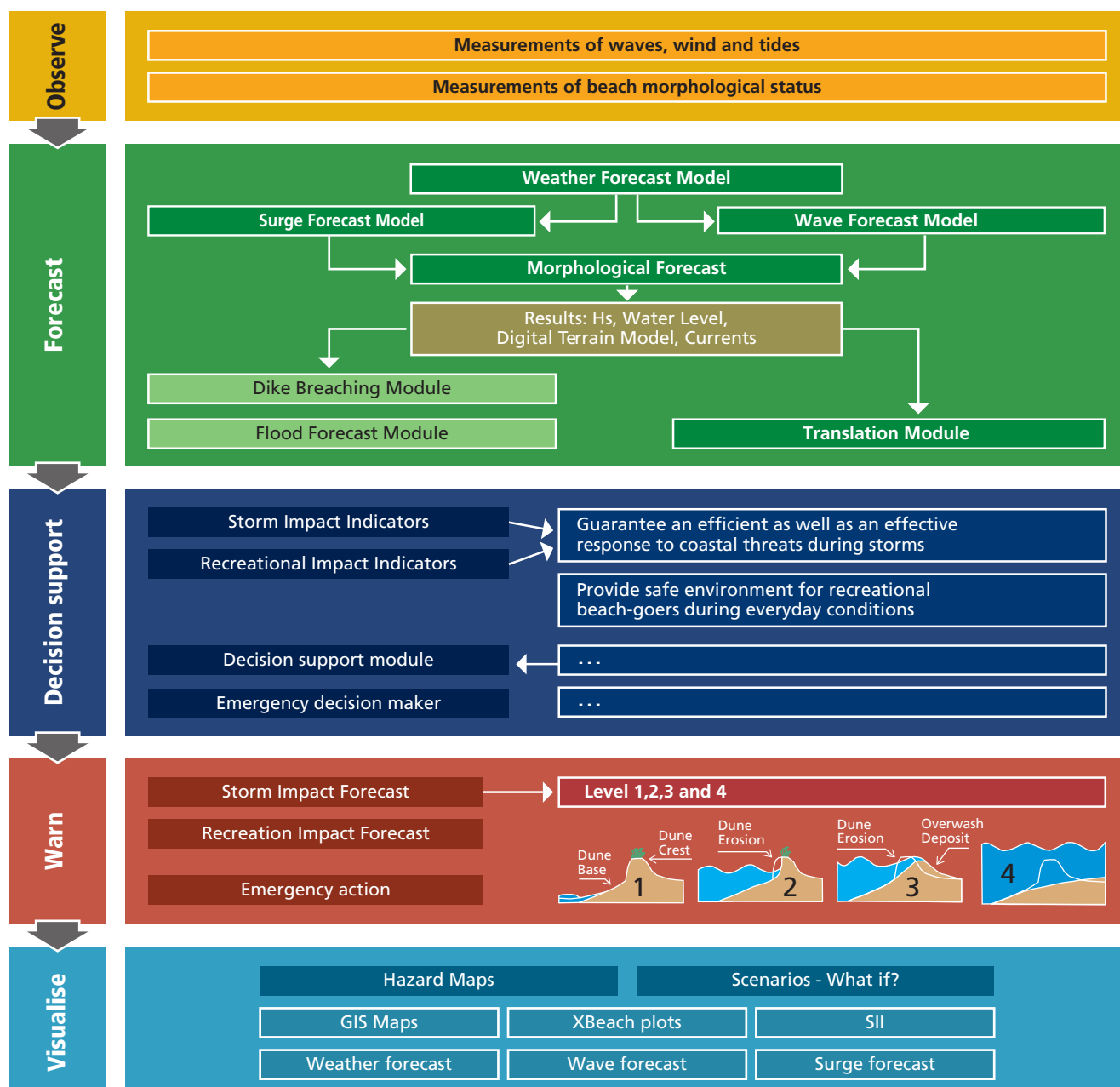
Modello di variazione del profilo tramite l'applicazione di XBeach e conferma dell'erosione della duna durante tale evento.



Run-up durante l'evento di mareggiata a Kamchia Shkorpilovtsi, Bulgaria, marzo 2010.



Conferma delle stime di *run-up* ottenute dall'applicazione di XBeach per lo stesso evento di mareggiata.



Nell'ambito del progetto è stato sviluppato uno schema generale di sistema di allerta che è stato poi adattato ai nove sistemi prototipo. La struttura è costituita da cinque moduli fondamentali:

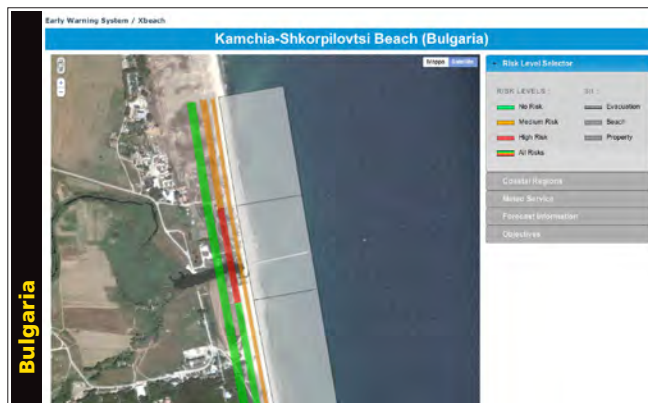
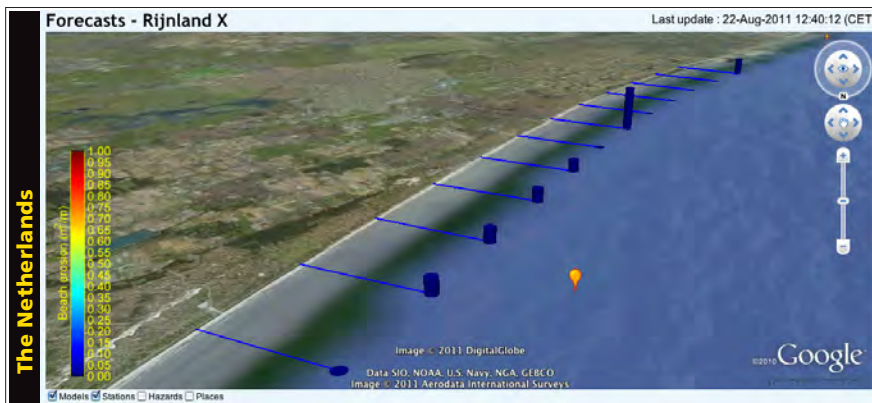
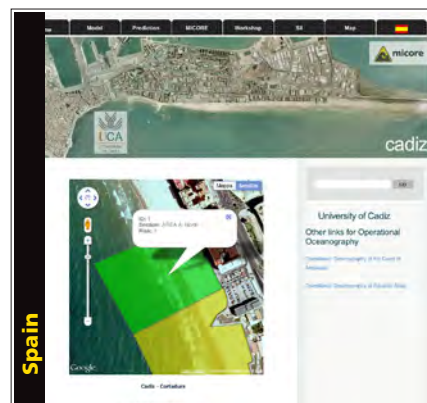
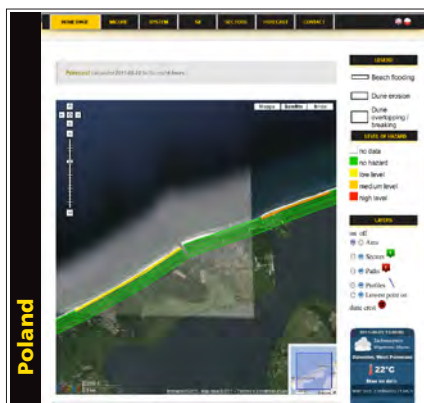
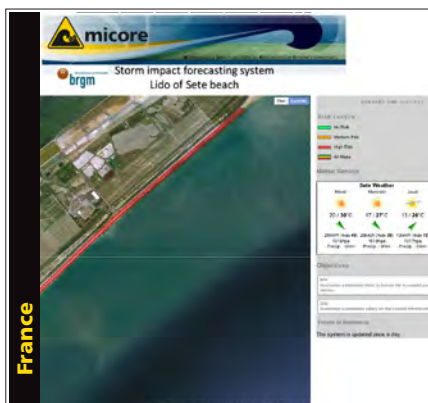
- un **modulo di osservazione**, contenente le misure dello stato del mare e i rilievi del profilo di spiaggia necessari per la modellazione;
- un **modulo di previsione**, costituito da previsioni meteorologiche, di moto ondoso, altezza di marea e variazione del profilo di spiaggia calcolata dal modello morfologico (XBeach);
- un **modulo per il supporto decisionale**, che comprende strumenti (i.e. SII, vedi oltre, e mappe di rischio) da utilizzare

in fase decisionale da parte dell'utilizzatore istituzionale;

- un **modulo di allerta**, dove vengono emessi segnali di allerta in base a valori soglia specifici per ogni sito di studio;
- un **modulo di visualizzazione**, per la visualizzazione delle informazioni on-line da parte degli utenti finali.

Ogni prototipo funziona in modalità on-line, eseguendo giornalmente questa serie di operazioni. È stato costruito un sistema di allerta operativo in continuo, funzionante anche in condizioni di mare calmo, per testare non solo l'efficacia del sistema stesso, ma anche per acquisire maggiore confidenza sul suo funzionamento da parte degli utenti finali.

I nove sistemi di allerta (EWS)



L'area di sperimentazione, ubicata nel ravennate nella parte meridionale del Parco del Delta del Po, comprende spiagge naturali e antropizzate ad elevato valore turistico-economico (Lido di Dante, Lido di Classe). I processi erosivi sono intensi e, nonostante la presenza di opere di difesa, si registrano frequenti episodi di inondazione marina. E' in corso il perfezionamento e l'ampliamento del prototipo ad altre aree critiche del litorale.

Il sistema di allerta esegue previsioni quotidiane di due Indicatori di Impatto (SII) che permettono di fornire alla Protezione Civile i livelli di rischio previsti:

- SCW (Safe Corridor Width): ampiezza del corridoio di spiaggia sicuro per la permanenza di visitatori; il sistema è operativo giornalmente.
- BWD (Building-Waterline Distance): distanza tra il massimo livello raggiunto dall'acqua e le infrastrutture poste in prossimità della spiaggia.

Tre sono i livelli di rischio associati a ciascun Indicatore (basso, medio, alto), visualizzati con i colori verde, giallo e rosso. Un puntatore, posizionato lungo transetti perpendicolari alla linea di riva consultabili on-line, si colora in funzione del valore di rischio e marca la posizione raggiunta dall'acqua. Il grafico associato mostra l'evoluzione nel tempo degli indicatori di impatto sul transetto.

Attraverso la stessa interfaccia di visualizzazione è possibile consultare le informazioni relative al sito (geomorfologia, altimetria, opere di difesa e cartografia della pericolosità per mareggiate con tempi di ritorno di 1-10-100 anni) e le osservazioni e previsioni meteorologiche di onda e di marea relative all'evento.



L'esempio si riferisce alla simulazione del periodo 20-23 settembre 2011, relativa al SCW (ampiezza del corridoio di spiaggia). La schermata principale mostra il profilo

di riferimento e il livello di rischio raggiunto durante la simulazione. Il grafico in basso a destra mostra la variazione del SCW nell'intervallo di tempo considerato.

Fin dalle fasi iniziali del progetto MICORE è emerso che pochi paesi europei dispongono di piani di protezione civile contro i rischi da mareggiata. Per i pochi paesi che ne sono forniti, i piani si basano su allerte meteo che non tengono conto delle specifiche caratteristiche dell'area costiera - morfologie di spiaggia e grado di urbanizzazione - che concorrono a definire la sua vulnerabilità. La carenza di piani di intervento per eventi di mareggiata (al contrario di quanto avviene, ad esempio, per le inondazioni fluviali) è in parte dovuta alla difficoltà di tradurre in azioni concrete ed efficaci i suggerimenti che derivano dagli studi condotti dai diversi esperti che conoscono e comprendono i complessi processi che governano l'ambiente costiero.

Nell'ambito di MICORE si è favorita la cooperazione tra esperti e utenti finali, attraverso un lavoro fianco a fianco durante tutte le fasi del progetto. Questo ha permesso di definire gli "Indicatori di Impatto da Mareggiata" (SII) più appropriati per l'area di studio e di elaborare schemi concettuali di supporto alle decisioni, indispensabili per la messa a punto di un efficace sistema di allerta costiera.



INDICATORI DEGLI IMPATTI DELLE MAREGGIATE (SII)

Alcuni parametri quantitativi, come il volume eroso delle dune, la velocità del flusso e i livelli di run-up, vengono frequentemente usati dagli studiosi per quantificare l'impatto degli eventi di mareggiata. Dal punto di vista di un utente finale, che deve prendere velocemente delle decisioni basandosi sulle informazioni a disposizione, questi parametri non hanno un effettivo uso operativo. Di conseguenza, il modulo previsionale e il modulo per il supporto decisionale sono finalizzati a fornire informazioni, effettivamente utilizzabili, mediante i cosiddetti Indicatori di Impatto delle Mareggiate (SII) che forniscono una visione

quantitativa del sistema costiero. Essi dipendono fortemente da livelli di soglia prestabiliti corrispondenti a diversi gradi di intervento da parte delle autorità.

Un esempio di SII è l'ampiezza del corridoio di sicurezza (vedi sotto), messo a punto per il sistema di allerta italiano, che fornisce una misura quantitativa dell'ampiezza di spiaggia asciutta compresa tra il piede della duna e la linea di riva. Al diminuire di tale ampiezza corrisponde, ovviamente, un aumento del rischio e disagio per i bagnanti e, al superamento del valore di soglia, la chiusura della spiaggia.

Obiettivo strategico	Obiettivo operativo	Indicatore quantitativo di stato	Valori di riferimento	Valori di riferimento previsti	Procedura di intervento	Procedura di valutazione
Prevenire la perdita di vite umane in seguito a fattori di rischio costiero	Disporre segnaletica per la chiusura della spiaggia in condizioni di pericolo	Ampiezza corridoio di sicurezza (SCW) definito come distanza tra il piede della duna ed il livello totale dell'acqua	Basso Rischio: SCW maggiore di 10 metri, Medio rischio: SCW compreso tra 5 e 10 metri, Alto rischio: SCW minore di 5 metri	Serie temporali di previsioni dell'ampiezza del corridoio di sicurezza	Posizionare segnaletica appropriata per indicare la chiusura della spiaggia	Controllo dell'effettiva esecuzione della procedura di intervento e dell'assenza di perdita di vite umane

Conclusioni e raccomandazioni

Il lavoro svolto durante il progetto MICORE ha permesso di introdurre importanti innovazioni nella gestione del rischio e nei piani di intervento di protezione civile in ambito costiero. La realizzazione di nove sistemi di allerta per i rischi da mareggiata, operativi on-line, dimostra l'applicabilità di questo strumento per la previsione degli impatti da mareggiata. Tali prototipi gettano le basi per una maggiore diffusione in Europa rispettando i seguenti principi:

- **Utilizzo di una struttura generale flessibile da adattare in funzione dei diversi ambienti costieri**
- **Utilizzo di software gratuiti e open source, che non richiedono una licenza commerciale**
- **Implementazione delle funzionalità del sistema di allerta sulla base delle necessità degli utilizzatori**

Sarebbe conveniente quindi l'investimento di risorse per lo sviluppo di sistemi di allerta su ampia scala, a livello regionale, nazionale e comunitario. Questi schemi possono essere affiancati ad altri già esistenti, come quelli per gli tsunami e le alluvioni. Si sottolinea infine che il costante monitoraggio di eventi di mareggiata è di fondamentale importanza sia per controllare l'evoluzione temporale del fenomeno in Europa sia per una ulteriore convalida dei sistemi di allerta.



The MICORE Consortium



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 Cartography

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 Deltare

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



The MICORE Project is funded by
the European Community's Seventh Framework Programme under grant agreement n° 202798 (FP7/2008-2011)