

RAPPORTO

USO RISTRETTO

APPROVATO

C2012138

Cliente Enel Produzione S.p.A.

Oggetto Centrale Termoelettrica "Teodora" di Porto Corsini (RA)
Progetto di upgrade impianto
Progetto di Monitoraggio Ambientale relativa alla Condizione Ambientale n.3 del Parere n. 409 del 14 gennaio 2022 della Commissione Tecnica VIA allegato al provvedimento DEC-00000n.17 del 28/03/2022 del Ministero della Transizione Ecologica (MiTE)
Parte c) monitoraggio e previsioni meteorologiche in continuo per l'individuazione preventiva di eventi meteo climatici estremi

Note Rev.0

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 19 **N. pagine fuori testo** -

Data 05/08/2022

Elaborato ESC – C. Pertot, ESC – M. Bernardi

Verificato ESC – M. Bernardi

Approvato CS – R. Mozzi

Indice

1	INTRODUZIONE	3
2	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO CONDIZIONE 3 C)	3
2.1	Rischi oggetto di monitoraggio	3
3	APPROCCIO METODOLOGICO	4
3.1	Modelli di simulazione e dati iniziali - introduzione.....	5
3.2	Monitoraggio meteorologico in continuo	5
3.3	Previsioni meteorologiche e previsioni dello stato del mare.....	6
3.3.1	Parametri rilevanti da prevedere	6
3.4	Modelli di simulazione meteorologica e dello stato del mare utilizzati.....	7
3.4.1	Il modello a scala globale – GFS - Global Forecast System.....	7
3.4.2	Previsione meteorologiche – WRF	7
3.4.3	Previsione del moto ondoso – Wave Watch III	8
3.4.4	Previsione delle correnti marine - HYCOM.....	9
3.4.5	Risoluzione spaziale.....	10
3.4.6	Risoluzione temporale.....	10
3.4.7	Corse giornaliere	10
3.4.8	Condizioni al contorno	10
3.5	Individuazione eventi estremi e gestione delle situazioni di allerta	10
3.5.1	Sistema di Gestione Ambientale (SGA)	11
3.5.2	Controlli e manutenzione	11
4	TARATURA SOGLIE ALLERTA METEO	11
1.	ISPRA - SISTEMA IDRO-METEO-MARE, PREVISIONE SULLO STATO DEL MARE	14
4.1.1	Previsioni dello stato del mare nel Mediterraneo (WAM)	15
4.1.2	Previsioni per il livello del mare e le correnti nell'Adriatico (POM)	15
4.1.3	Sistema di previsione marino-costiero.....	16
5	PROTEZIONE CIVILE – ALLERTA METEO	17
5.1.1	Il sistema di allertamento.....	17
5.1.2	Allertamento rischio meteo-idro.....	17
6	PROTEZIONE CIVILE – SIAM RISCHIO MAREMOTO	17

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	26/07/2022	C2012138	Prima emissione

1 INTRODUZIONE

Nell'ambito di un più ampio progetto di monitoraggio integrato della Centrale di Porto Corsini, afferente alla condizione ambientale n. 3 del **Parere n. 409 del 14 gennaio 2022 Ministero della Transizione Ecologica Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS - Sottocommissione VIA**, questo documento ha lo scopo proporre come si prevede procedere per la realizzazione di un progetto di monitoraggio e previsione meteorologica delle condizioni rilevanti di atmosfera e del mare che potrebbero determinare sul sito un fattore di potenziale rischio.

In concomitanza con le misure di subsidenza e livello idrografico presentate nei documenti C2012141 e C2012143, e come spiegato nel documento generale C2012140, tali misure saranno poi utilizzate congiuntamente per una previsione di eventuali situazioni critiche per l'esercizio della Centrale.

Il presente documento è redatto in ottemperanza alla condizione ambientale n. 3, parte c) quale progetto da condividere con gli enti coinvolti e per validazione degli stessi.

Nel seguito si descrive quindi il progetto relativo al monitoraggio e previsioni meteorologiche in continuo, con particolare riferimento ai parametri significativi (fra cui, ma non solo, ondametrici, pluviometrici, anemometrici) per l'individuazione preventiva di eventi meteo climatici estremi.

2 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO CONDIZIONE 3 C)

Obiettivo specifico del monitoraggio, in ottemperanza alla Condizione Ambientale n. 3 parte c), è l'individuazione preventiva di eventi meteo climatici estremi mediante osservazione e previsione di parametri meteorologici rilevanti in continuo, relativi sia allo stato dell'atmosfera sia allo stato del mare.

Il monitoraggio proposto è articolato in:

- monitoraggio in continuo di parametri meteorologici atmosferici di interesse (velocità e direzione del vento, precipitazioni, temperatura);
- previsione in continuo di parametri dello stato del mare (altezza, direzione e periodo d'onda);
- individuazione tramite i punti detti degli eventi estremi o comunque critici per la struttura in esame.

2.1 Rischi oggetto di monitoraggio

Il monitoraggio 3c) è mirato alla valutazione dei rischi possibili sul sito in esame, generati da alcune specifiche condizioni meteorologiche di breve termine, che possono riassumersi in:

- eventi alluvionali da precipitazioni estreme;
- eventi alluvionali da esondazione di acque interne;

- o eventi alluvionali da inondazione di acque marine per “acqua alta”, mareggiate ed altri eventi estremi (l’evento di maremoto e tsunami è oggetto separato della Condizione ambientale n.2 di cui al medesimo Parere CTVIA 409 del 14 gennaio 2022).

3 APPROCCIO METODOLOGICO

Lo spettro delle valutazioni previsionali disponibili tramite lo studio e le ricerche messe in campo dagli organi istituzionali preposti consente di accedere ad una serie di previsioni per gli eventi estremi meteo e marini; alcune di queste sono illustrate brevemente in Annesso A. Tuttavia, lo scopo del presente lavoro diverge dagli obiettivi pubblici generali, ragion per cui viene adottato un metodo analogo a quello proposto dagli enti meteorologici istituzionali, ma specifico in quanto a dettaglio spazio-temporale e località, che consenta di valutare i rischi in oggetto sul sito in esame.

La metodologia proposta prevede, quindi, di acquisire i dati di monitoraggio atmosferico e marino in continuo, necessari a conoscere lo stato attuale e ad inizializzare i modelli previsionali. Si ottengono così le previsioni di larga scala emesse dal modello *Global Forecast System (GFS)*, che a loro volta servono da ingresso per il modello meteorologico a scala limitata *Weather Research and Forecasting Model (WRF)*; le previsioni ed i parametri prodotti da WRF servono per produrre le previsioni atmosferiche richieste sul sito, ma anche per lanciare il software di previsioni dedicato allo stato del mare *Wave Watch III (WWWIII)* e quello per la previsione delle correnti marine *Hybrid Coordinate Ocean Model (HYCOM)* (vd. Fig.1). Si verificherà localmente la possibile acquisizione di dati da stazioni meteo di reti private, ove affidabili, come input aggiuntivi al modello locale WMF.

Le previsioni ottenute verranno poi confrontate con i livelli di consistenza e di rischio individuati, onde emettere delle allerte opportune.

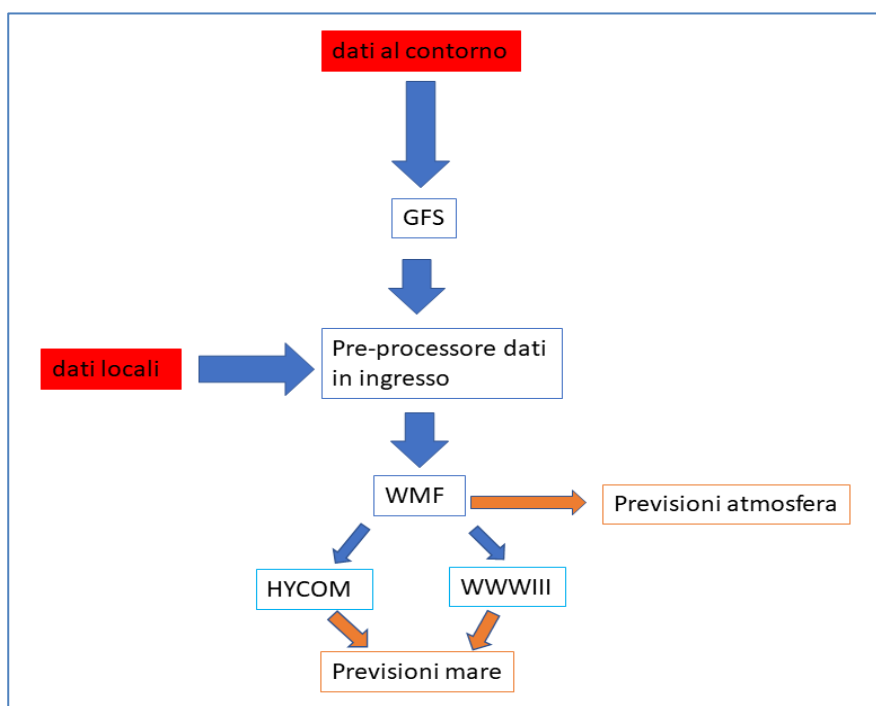


Figura 1 – Schema dell’approccio di misure e previsioni integrate

3.1 Modelli di simulazione e dati iniziali - introduzione

Prevedere il tempo meteorologico è un processo che si diversifica a seconda della tipologia della previsione, in termini di dettaglio spaziale e di scadenza temporale. Particolareggiare la previsione tra un'ora in una località definita, è completamente diverso dal prevedere la situazione meteo a scala nazionale su un orizzonte di 5-10 giorni. Gli elementi che si utilizzano sono sempre i medesimi: osservazioni (misure di temperatura, vento, umidità, pressione e determinate variabili meteorologiche), modelli, elaborazioni di tipo statistico e computazionale. La loro importanza relativa e come si utilizzano sono però sostanzialmente differenti. Per la previsione a 1-2 ore, tecnicamente definita *nowcasting*, le osservazioni giocano un ruolo fondamentale e il modello viene eventualmente utilizzato per fornire continuità, spaziale e temporale. Raccogliere i dati, trasmetterli con rapidità, combinarli al meglio ed estrapolarli nel tempo sono gli ingredienti essenziali. Dal paio di ore in avanti, la previsione è completamente affidata al modello numerico previsionale. Il modello può essere considerato come un simulatore in grado di descrivere l'evoluzione dello stato dell'atmosfera e del mare.

Fondamentale è definire lo stato da cui far partire la simulazione, o condizione iniziale, basata totalmente sulle osservazioni. Osservazioni significa raccolta dati: osservazioni a terra, da radiosondaggio, da satellite, da radar meteorologici, da Gps e da ogni sistema utile al nostro modello. Tutte queste informazioni devono poi essere elaborate, sottoposte a un controllo di qualità e infine utilizzate per fornire un quadro coerente e idoneo a rappresentare lo stato meteorologico dal quale il modello possa partire (avviare cioè l'integrazione numerica delle sue equazioni). In base quindi alle scale sia spaziali che temporali che si pongono come obiettivo delle previsioni, vanno accuratamente scelti i modelli previsionali che verranno utilizzati, poiché le singole equazioni alla base delle elaborazioni previsionali sono tarate in base alla dimensione spaziale e temporale dell'area e del tempo di interesse.

3.2 Monitoraggio meteorologico in continuo

Le informazioni sullo stato attuale dei parametri meteo globali e locali saranno ricavate dalle stazioni di misura meteorologica al suolo, di proprietà di vari Enti Istituzionali, tra cui *WMO (World Meteorological Organization)*, *boe*, dati dei radar meteorologici a terra, radiosondaggi, osservazioni da aerei o navi in transito, satelliti meteorologici. Le informazioni sullo stato attuale dei parametri meteo saranno utilizzate come input iniziale dei modelli di simulazione meteorologica, ogni qualvolta questi vengano lanciati per produrre le previsioni. Le informazioni dalla rete di radar meteorologici e dai satelliti in orbita geostazionaria permettono di avere un'informazione in tempo quasi reale sul territorio, in tutti i punti oggetto di studio, senza soluzione di continuità. I dati radar e satellitari sono molto utili per la visualizzazione delle aree soggette ad eventi piovosi, in modo da poter attuare tempestivamente azioni di mitigazione del rischio.

Si verificherà localmente la possibile acquisizione di dati da stazioni meteo di reti private, ove affidabili, onde inserire anche queste letture come input al modello locale. La possibilità di avere a disposizione più stazioni meteo provenienti da reti diverse permette di avere un dato maggiormente affidabile e di essere soggetti in misura minore a malfunzionamenti o problemi tecnici.

Per quanto concerne il dato proveniente dalle stazioni WMO al suolo, si cita come più vicina al sito la stazione meteorologica di Punta Marina Terme, che è la stazione meteorologica di riferimento per il servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare e per il WMO, relativa all'area litoranea di Ravenna. La stazione meteorologica si trova nella zona di studio, nel territorio comunale di Ravenna, in località Punta Marina Terme, a 2 metri s.l.m. e alle coordinate geografiche 44°27'N 12°18'E - 44.45°N 12.3°E. Oltre a

rilevare i dati relativi a temperatura, precipitazioni, pressione atmosferica, umidità relativa, direzione e velocità del vento, la stazione è collegata ad una boa situata nell'antistante Mare Adriatico settentrionale, grazie alla quale è possibile osservare lo stato del mare, l'altezza dell'onda marina, la direzione dell'onda stessa, oltre alla lunghezza e all'altezza dell'onda morta (swell).

3.3 Previsioni meteorologiche e previsioni dello stato del mare

La previsione dei dati meteorologici atmosferici e dello stato del mare sarà condotta mediante un sistema modellistico composto da una serie di codici numerici. Nel seguito al Par. 2.4 se ne delinea la struttura.

3.3.1 Parametri rilevanti da prevedere

In considerazione degli obiettivi del monitoraggio, si otterrà la previsione dei seguenti parametri:

- stato del mare:
 - altezza dell'onda significativa,
 - direzione e periodo dell'onda primaria,
 - altezza, direzione e periodo onda di swell,
 - altezza, direzione e periodo wind wave,
 - componente u e v del movimento delle correnti marine superficiali;
- parametri meteorologici:
 - direzione ed intensità del vento,
 - precipitazione,
 - temperatura.

In fig. 2 si mostra un esempio di previsione possibile.

FG=Fog,Dz=Drizzle,RA=Rain,SN=Snow,SHRA=Rainshower,SHSN=Snowshower,TS=Thunderstorm,NSW=Nosigweather

Time	Meteo				Winds10m			Winds50m		Wind Wave			Swell		Sig Wave		Currents		
	UTC	Fen	Vis km	Lowclfd ft	Tsea °C	Dir	Spd kts	Gust kts	Spd kts	Gust kts	Dir	Hgt m	Per s	Hgt m	Per s	Hgt m	Max m	Dir	Spd m/s
07 Jun	06	NSW	12.2	19680	21	31	1	1	2	3	342	0.1	3.7	0.4	3.7	0.4	0.5	355	0.4
	09	NSW	12.2	19680	21	178	4	7	4	7	87	0.1	4.0	0.2	3.9	0.2	0.3	340	0.3
	12	NSW	12.2	19680	21	212	16	23	20	29	17	0.1	3.7	0.1	4.2	0.1	0.2	313	0.2
	15	NSW	12.2	19680	21	279	5	8	8	12	VRB	0.2	2.4	0.1	4.2	0.3	0.3	330	0.3
	18	NSW	12.2	19680	21	6	5	11	8	17	VRB	0.1	2.4	0.2	2.5	0.2	0.3	338	0.5
	21	NSW	12.2	19680	21	284	4	5	5	6	194	0.1	3.1	0.1	3.5	0.1	0.2	352	0.5
08 Jun	00	NSW	12.2	19680	21	76	2	2	2	3	223	0.1	3.5	0.1	4.3	0.2	0.2	6	0.5
	03	NSW	12.2	19680	21	190	3	3	2	2	VRB	0.2	3.2	0.1	4.3	0.2	0.3	12	0.3
	06	NSW	12.2	19680	21	181	5	6	5	6	46	0.1	3.7	0.2	4.3	0.2	0.3	28	0.2
	09	NSW	12.2	19680	21	205	17	23	21	28	133	0.1	3.9	0.1	7.3	0.1	0.1	340	0.1
	12	NSW	12.2	19680	21	210	15	17	16	18	209	0.2	3.6	0.4	3.6	0.5	0.6	299	0.2
	15	NSW	12.2	19680	21	309	7	9	9	12	206	0.1	4.7	0.5	5.2	0.5	0.6	328	0.3
	18	NSW	12.2	3312	22	294	7	8	8	9	159	0.1	4.3	0.4	5.4	0.4	0.5	341	0.5
	21	NSW	12.2	3280	21	274	8	11	11	15	283	0.1	3.9	0.4	4.4	0.6	0.8	355	0.4

Figura 2 – Esempio di formato per previsione di vento intensità e direzione, visibilità, nubi, temperatura, onda, correnti marine, con segnalazione di superamenti di soglie preimpostate.

3.4 Modelli di simulazione meteorologica e dello stato del mare utilizzati

3.4.1 Il modello a scala globale – GFS - Global Forecast System

Per le previsioni a medio termine ed a scala globale viene utilizzata la produzione numerica elaborata dal National Centers for Environmental Prediction (GFS). Il modello globale viene inizializzato tramite una serie di dati di osservazione su scala sinottica, disponibili su tutto il globo terrestre: stazioni meteorologiche al suolo, boe, dati dei radar meteorologici a terra, radiosondaggi, osservazioni da aerei o navi in transito, satelliti meteorologici, etc. Il modello globale fornisce una previsione su tutto il globo ad una risoluzione di 0.25°, che corrisponde a circa 25 km alle latitudini del Nord Italia.

In particolare, il Global Forecast System (GFS) è un modello di previsione meteorologica che genera dati per dozzine di variabili atmosferiche e terra-suolo, tra cui temperature, venti, precipitazioni, umidità del suolo e concentrazione di ozono atmosferico. Il sistema accoppia quattro modelli separati (atmosfera, modello oceanico, modello terra/suolo e ghiaccio marino) che lavorano insieme per rappresentare accuratamente le condizioni meteorologiche. Il modello è in continua evoluzione e regolarmente adattato per migliorare le prestazioni e l'accuratezza delle previsioni. GFS è un modello globale con una risoluzione orizzontale di base di 0.25° tra i punti della griglia. La risoluzione temporale copre analisi e previsioni fino a 16 giorni. La risoluzione orizzontale e la risoluzione spaziale viene mantenuta costante per tutto l'orizzonte temporale.

Il dato di *output* del modello globale può essere già utilizzato per ottenere la previsione meteorologica, oppure, come nel nostro caso, può essere utilizzato come inizializzazione per un modello meteorologico ad area limitata (LAM-Local Area Model), che permette di ottenere una previsione più dettagliata ed a più alta risoluzione su una limitata porzione di superficie terrestre.

3.4.2 Previsione meteorologiche – WRF

Esistono varie tipologie di modelli meteorologici a scala locale (LAM), a seconda della gestione delle caratteristiche del grigliato utilizzato (modelli spettrali o a griglia), dell'omogeneità o variabilità della risoluzione spaziale, della gestione dei livelli verticali, dell'utilizzo o meno di equazioni non idrostatiche all'interno del core di equazioni, etc.

Un aspetto comune a tutti i modelli a scala locale è l'utilizzo di informazioni e dati provenienti da un modello a scala globale o da un altro modello a scala limitata di dimensione maggiore. I dati utilizzati sono di due tipi:

1. il dato di inizializzazione, che permette di trasferire dal modello a scala più grande a quello a scala inferiore tutte le informazioni sullo stato iniziale delle variabili atmosferiche;
2. il dato al contorno, che permette al modello interno, a intervalli regolari, la ricezione delle informazioni sull'evoluzione della situazione meteorologica nei punti estremi del dominio.

Il modello a scala locale, a differenza del modello globale, permette di ottenere una serie di informazioni relative a fenomeni a scala più piccola e di tenere in considerazione in modo preciso l'interazione tra atmosfera, orografia complessa, tipo di suolo e superfici marine.

Il *Weather Research and Forecasting Model (WRF)* è un programma di simulazione numerica progettato sia per ricerca sia per previsioni in ambito meteorologico, applicabile per scale spaziali da decine di metri a centinaia di chilometri (vd. Fig. 3). Il modello WRF è frutto della cooperazione di numerose agenzie ed enti statunitensi, tra cui il *National Center for Atmospheric Research (NCAR)*, il *National Oceanic and*

Atmospheric Administration (rappresentata dal National Center for Environmental Prediction (NCEP) e dall'Earth System Research Laboratory.

La possibilità di utilizzare varie combinazioni di schemi fisici all'interno del modello permette al modello WRF di essere applicato in vari ambiti, utilizzando di volta in volta lo schema fisico che permette la miglior simulazione e parametrizzazione del particolare evento.

Anche la possibilità di variare la risoluzione del modello su un'ampia scala spaziale permette al WRF di essere utilizzato in una grande varietà di situazioni diverse, ottimizzando la risoluzione e il numero dei punti all'orografia e alle necessità computazionali.

Con un'opportuna taratura delle soglie di *output*, il modello sarà usato per la stima e la previsione di eventi meteorologici avversi e che possono causare danni al sito in oggetto.

Le condizioni meteorologiche forzanti necessarie al modello di previsione del moto ondoso, il *Wave Watch III*, (dati di vento, temperatura e ghiaccio) sono inoltre emesse da questo codice di calcolo.

3.4.3 Previsione del moto ondoso – Wave Watch III

Lo strumento previsionale dello stato ondoso si basa sul modello *Wave Watch III (WWIII)*, sviluppato dall'Agenzia Federale statunitense *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* che ne cura anche lo sviluppo e l'aggiornamento. La versione attualmente è in uso la versione V6.07, rilasciata nel 2019. Per maggiori informazioni sul codice è possibile fare riferimento al manuale "*User manual and system documentation of WAVEWATCH III, Version 6.07*" reperibile nella rete internet.

Come per il modello WRF, anche il modello *Wave Watch III* è completamente configurabile a seconda del tipo di utilizzo, sia in termini di parametrizzazione fisica utilizzata, sia in termini di area spaziale di esecuzione e risoluzione spaziale, sia in termini di dati iniziali utilizzati. Le equazioni che governano il modello simulano le variazioni, nel tempo e nello spazio, dell'elevazione del mare e della corrente superficiale, l'oscillazione media della superficie prodotta al vento, la dissipazione e gli effetti dovuti all'attrito con il fondo. Varie versioni del modello WWIII vengono utilizzate internamente, a seconda dei vari tipi di utilizzo. Per il caso particolare della situazione oggetto di questo studio, è possibile configurare una versione del WWIII ad alta risoluzione che simuli lo stato del mare, l'effetto dell'interazione con la costa, e l'interazione con la batimetria ad alta risoluzione.

Nel dettaglio, il modello *Wavewatch III* è normalmente operativo con una risoluzione di 0.125 gradi (circa 12 Km alle nostre latitudini) sul bacino del Mediterraneo. I dati di vento necessari alla generazione del moto ondoso nel modello WW3 sono forniti dal modello WRF a circa 10 km inizializzato con dati GFS a 25 km di risoluzione e forniscono al modello le condizioni di vento e temperatura ogni ora. Per tenere conto del moto ondoso al momento dell'analisi, il modello WW3 viene inizializzato tramite i dati del WW3 stesso all'ultima ora di analisi disponibile del run precedente. Per fornire un dettaglio maggiore verrà operato un innesto a più alta risoluzione (pari a 0.01 gradi, cioè circa 1.5 Km alle nostre latitudini) sull'area antistante Ravenna; i dati di inizializzazione e al contorno del nesting saranno: il modello WW3 su tutto il Mediterraneo e il modello ensemble WRF a 4 km.

Le informazioni al contorno vengono fornite dal modello meteorologico WRF ad alta risoluzione sul territorio in questione, che per ogni punto griglia fornisce informazioni dettagliate circa velocità e direzione del vento, temperatura dell'aria e della superficie del mare, ed eventuale presenza di ghiaccio.

Il modello *Wave Watch III* permette di avere i seguenti parametri in output:

- 1) altezza dell'onda significativa,
- 2) altezza e periodo dell'onda primaria,
- 3) altezza, direzione e periodo dell'onda di swell,

4) altezza, direzione e periodo della wind wave.

Tutti questi parametri hanno la loro specificità e servono a prevedere l'intensità e l'altezza massima dell'onda, la tipologia e l'intensità dell'onda più frequente nel pacchetto d'onde in arrivo, e la presenza di onde con frequenze e periodi particolari che possono causare risonanze con le infrastrutture del porto o al largo.

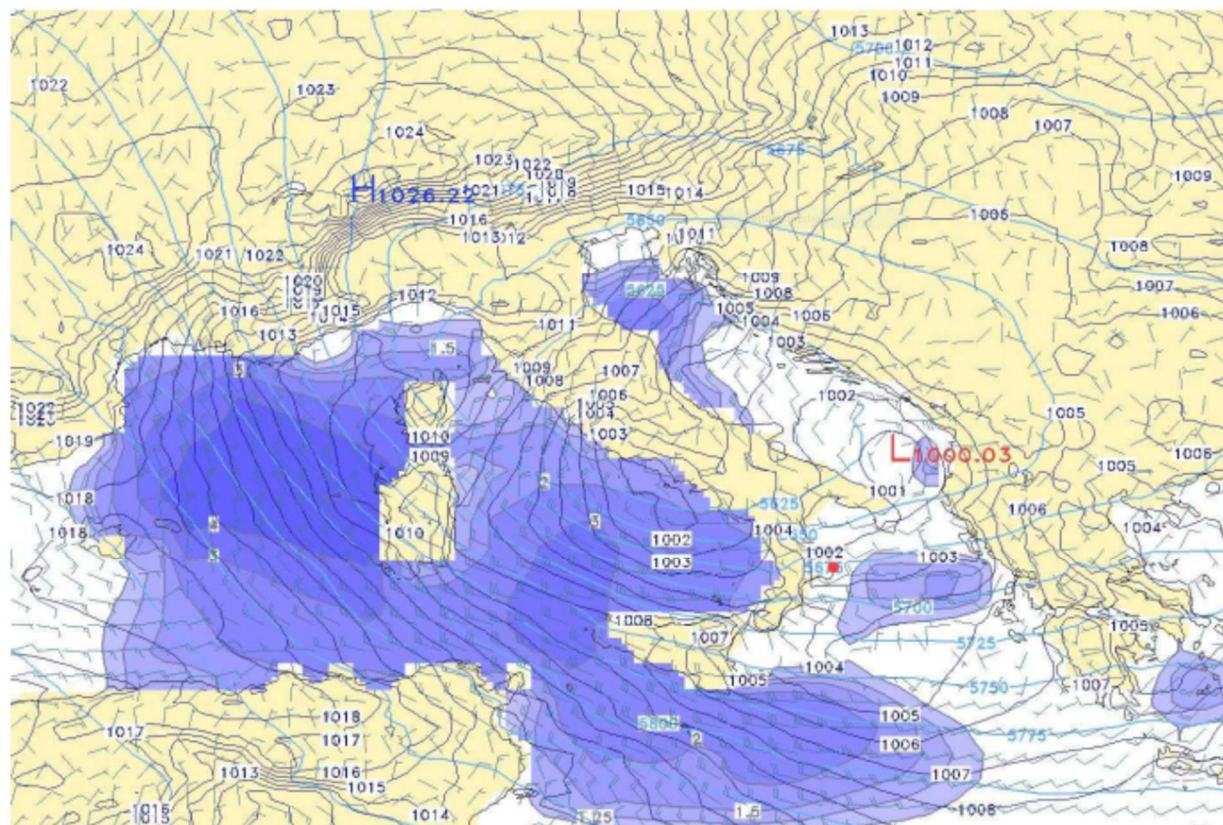


Figura 3 – Esempio di applicazione di Weather Research and Forecasting Model (WRF) a scala Mediterranea Centrale

3.4.4 Previsione delle correnti marine - HYCOM

I dati del modello atmosferico di *input* servono anche a fornire i dati di inizializzazione e al contorno per il modello oceanico HYCOM (Hybrid Coordinate Ocean Model), sviluppato dal COAPS (Center for Ocean-Atmospheric Prediction Studies). A differenza dal modello d'onda, che studia la trasformazione dell'energia del vento in energia del mare sotto forma di onde (visibili tramite movimento verticale della massa di liquido), il modello oceanico è in grado di calcolare i movimenti della massa di liquido sul piano orizzontale, a varie profondità. HYCOM fornisce le correnti marine e l'altezza della superficie del mare rispetto al geode di riferimento.

Essendo inizializzata con la stessa tipologia di dato meteorologico, la previsione del modello Hycom è perfettamente sovrapponibile, sia in termini di coerenza, sia in termini di risoluzione spaziale, alla previsione effettuata dal WWIII, e va a completare la descrizione dello stato del mare, che risulta così composto sia dagli aspetti termodinamici che dagli aspetti del moto ondoso.

3.4.5 Risoluzione spaziale

La risoluzione spaziale ottimale sarà definita in sede di configurazione del sistema modellistico, si prevede tuttavia una risoluzione, almeno nell'area maggiormente prossima al sito, di circa 3-4 km. La risoluzione sarà inferiore in aree più distanti.

3.4.6 Risoluzione temporale

La risoluzione temporale delle previsioni fornite dal sistema modellistico sarà:

- oraria per le prime 48 ore,
- tri-oraria dopo la 48^a ora.

3.4.7 Corse giornaliere

Le previsioni saranno prodotte mediante l'elaborazione di due corse giornaliere del sistema modellistico.

3.4.8 Condizioni al contorno

Il modello atmosferico WRF utilizza le condizioni al contorno atmosferiche fornite dal modello a scala globale GFS e dalle misure di tutte le risorse globali già dette. A sua volta, il modello WRF fornisce le condizioni al contorno per il modello d'onda WWIII e di correnti HYCOM.

3.5 Individuazione eventi estremi e gestione delle situazioni di allerta

Gli eventi estremi di interesse sono quelli associati ai rischi definiti al par. 2.1. L'individuazione di una soglia per segnalare un evento estremo si basa su:

1. scale meteorologiche di riferimento:
 - scala meteorologica delle precipitazioni in mm/h;
 - scala altezza dell'onda marina (scala di Douglas);
 - scala intensità del vento (Scala di Beaufort);
2. individuazione direttrici del vento e dell'onda maggiormente rischiose per il sito;
3. valutazione dell'impatto sull'impianto, sulla base dell'altimetria del sito e delle parti critiche.

Mentre le scale meteorologiche *standard* sono definite a livello mondiale, le scale di rischio correlate alla idrografia interna (punto 2) dovranno essere calibrate tramite il confronto tra previsioni e misure interne al canale Candiano come meglio illustrato a par.4. Essendo disponibili delle informazioni storiche si valuteranno inoltre i dati disponibili per correlare l'effetto alle previsioni meteorologiche/marine del giorno in esame. In questo modo saranno definite le soglie preliminari che saranno oggetto di affinamento e finalizzazione durante il primo periodo di monitoraggio.

Una componente di rischio e di evento estremo particolare è un possibile maremoto con conseguente Tsunami, che sarà gestito tramite il protocollo predisposto da Enel e concordato con gli enti coinvolti in ottemperanza alla Condizione Ambientale n.2.

Anche per le condizioni di allerta meteo-marine sono predisposte da Enel specifici piani di gestione. Enel adotta, infatti, nei propri impianti metodologie di gestione delle anomalie di funzionamento e dell'emergenza in ambito di esercizio.

3.5.1 Sistema di Gestione Ambientale (SGA)

Si evidenzia che la Centrale “Teodora” di Porto Corsini adotta un Sistema di Gestione Ambientale (SGA) certificato, ai sensi della norma UNI EN ISO 14001:2015, dall’Istituto RINA Services S.p.A. secondo uno schema multi-site, che ingloba tutte le centrali del parco termoelettrico Enel. Inoltre, la centrale di Porto Corsini è anche registrata secondo lo schema volontario EMAS.

La Enel Green Power and Thermal Generation Italy di Enel ha integrato il Sistema di Gestione Ambientale con gli altri sistemi di gestione per la sicurezza (UNI EN 45001), per la qualità (UNI EN 9001), per l’energia (UNI EN CEI ISO 50001) in un unico Sistema di Gestione Integrato (SGI).

L’integrazione dei sistemi di gestione consente di standardizzare le attività aziendali e assicurare il pieno rispetto degli obblighi di conformità in materia di ambiente, salute e sicurezza, e di perseguire il miglioramento continuo delle prestazioni ambientali, e dei livelli di salute e sicurezza nelle varie fasi dell’attività produttiva in funzione della tipologia degli aspetti ambientali e dei pericoli legati alle attività e ai luoghi di lavoro.

In particolare, sono vigenti presso la Centrale una serie di istruzioni e procedure operative, che definiscono le modalità di esecuzione delle operazioni più rilevanti che comportano o possono comportare impatti ambientali, rischi per la salute e la sicurezza.

A titolo di esempio sono presenti:

- procedura per la gestione dei reflui e le modalità di comportamento in caso di raggiungimento dei limiti operativi impostati a sistema;
- istruzione sulle attività ai fini della gestione del ciclo acque reflue in caso di disservizio di tutto o di parte dell’impianto di trattamento delle acque reflue e in situazioni di eventi meteorologici eccezionali.

Il sistema di Istruzioni definisce, inoltre, la modalità di gestione delle emergenze ambientali e le responsabilità operative, in modo da permettere il tempestivo rilievo e segnalazione di situazioni critiche e le conseguenti azioni di messa in sicurezza.

In base a quanto sopra ad esempio lo sversamento accidentale dei vari materiali impiegati nell’esercizio dell’impianto risulta poco probabile in quanto sono già adottate nell’impianto e continueranno ad esserlo regole di gestione e controllo delle varie operazioni «a rischio»; inoltre, sono previste le norme di sicurezza ambientale con procedure di pronto intervento in caso di fuoriuscita delle sostanze in terra (quali la delimitazione della zona interessata allo sversamento utilizzando sabbia o materiale inerte ecc.).

3.5.2 Controlli e manutenzione

Nell’impianto sono infine già previsti e, continueranno ad esserlo anche a seguito degli interventi di upgrade, controlli programmati di integrità dei serbatoi e sui bacini di contenimento, sulle vasche e sulla pavimentazione, così come da prescrizioni AIA, atti a verificare ed accertare lo stato di efficienza e manutenzione delle opere. Inoltre, è previsto un controllo visivo con video-ispezione di tutte le aste fognarie di centrale al fine di mantenere nel tempo l’efficienza e la funzionalità della rete di scarico del sito produttivo. In tal modo saranno minimizzati i potenziali impatti derivanti dalle cause su citate.

4 TARATURA SOGLIE ALLERTA METEO

Tenendo conto del fatto che le previsioni marine riporteranno sempre i valori dello stato del mare fuori dalla bocca di ingresso al canale Candiano (vd. Fig. 3), l’effetto reale sul sito di una data altezza d’onda o vento previsti devono essere calibrati tramite la correlazione tra le previsioni e le misure delle stazioni previste nel documento CESI-C2012143 all’interno del canale; ad esempio, con una altezza d’onda di 1,5

m da SE, potremmo trovare che l'onda interna al canale Candiano sia di soli 5 cm e quindi di nessuna pericolosità, mentre un'onda sdi altezza 1.5 m da NE produca nel canale un residuo d'onda di 50 cm, sufficiente a creare alcuni primi problemi in banchina.

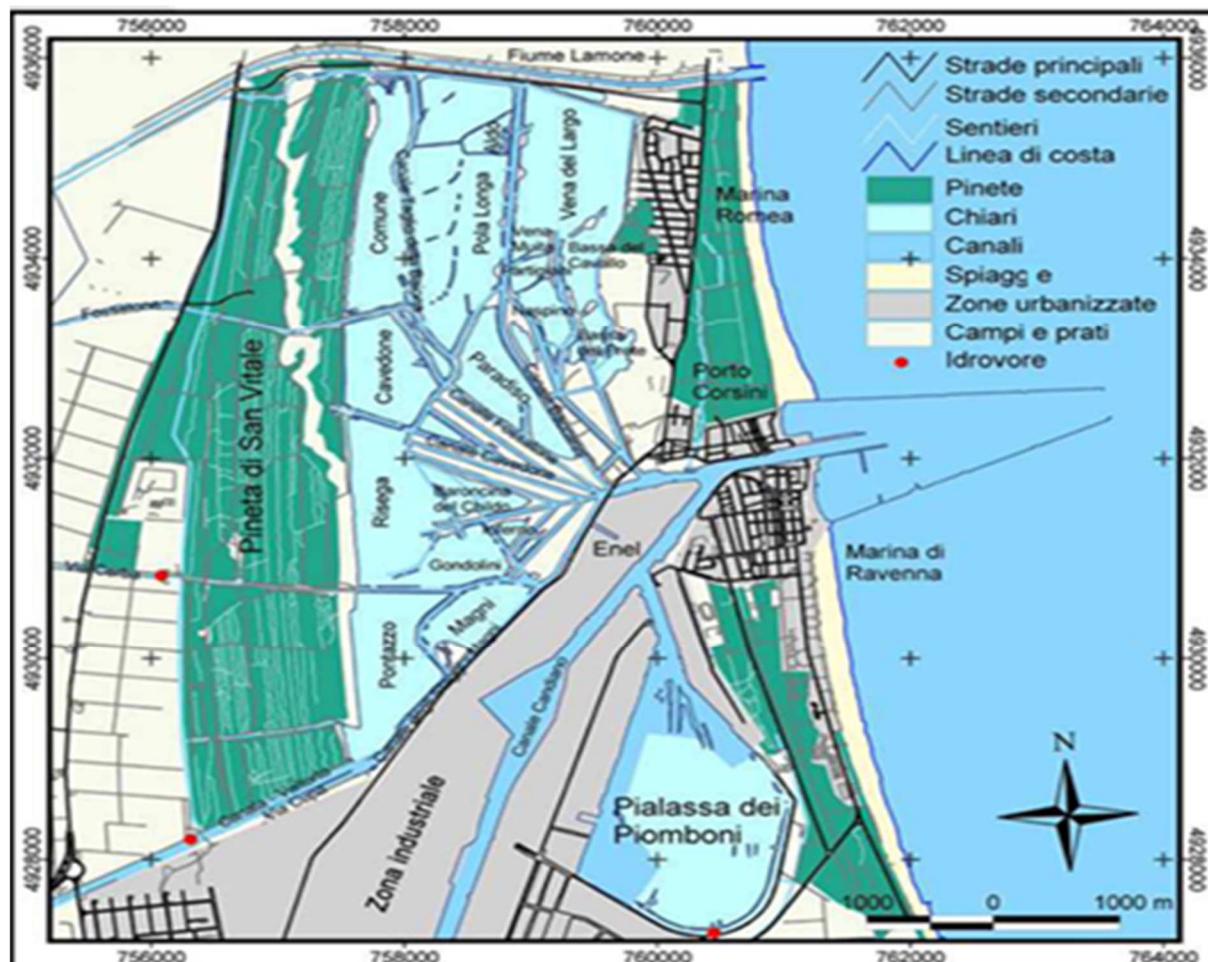


Figura 4 – Vista del sito industriale di Ravenna e dei canali di ingresso dal mare e dall'interno

Da CESI-C2012143 si ricorda che i sensori a disposizione saranno:

- **sensore di livello_SC**: il sensore di livello sarà collocato nella sezione terminale del canale di scarico della centrale, dove questo si immette nel canale Magni; le misure in continuo dello strumento daranno indicazioni in merito alle eventuali difficoltà di smaltimento a mare (in particolari condizioni di marea e di moto ondoso) delle acque provenienti dal canale Magni e, soprattutto, dal canale Baiona in cui dovrebbero essere recapitate le acque in eccesso in Pialassa;
- **sensore di livello_PR**: il sensore di livello sarà collocato in prossimità della presa e/o della banchina Enel; le misure in continuo dello strumento daranno indicazioni in merito alle eventuali difficoltà di smaltimento a mare (in particolari condizioni di marea e di moto ondoso) delle acque del canale Candiano e, di nuovo, del canale Baiona che su di esso si innesta in cui dovrebbero essere recapitate le acque in eccesso in Pialassa;
- **sensore RMN**: la stazione di Ravenna-Porto Corsini della RMN fornisce l'andamento del livello idrometrico ogni 10 minuti, insieme a quello di altre grandezze fisiche dell'aria e dell'acqua; tra queste, utili alla definizione delle condizioni meteo nell'area, vengono misurate anche la pressione

atmosferica e il vento (intensità e direzione). Le misure di livello, invece, saranno utili alla definizione di una possibile prima soglia di allarme/controllo dell'evoluzione delle condizioni di marea nell'area. La misura fornisce, infatti, la sola componente mareale tra le varie cause di oscillazione del livello;

- **ondametro**: La misura in tempo reale (ogni 10 minuti eventualmente riducibile nel caso di allarmi meteo-marini segnalati nell'area) consentirà di definire l'altezza d'onda presente in canale Candiano qualche decina di metri a monte della presa che potrà sommarsi al livello mareale registrato dal **sensore di livello_PR** al fine di individuare, per confronto, il margine di sicurezza rispetto alla quota più bassa dell'area di centrale.

Verranno confrontati i dati previsti e le misure interne al canale per un periodo significativo, in modo da affinare la taratura dei livelli di allerta meteo e globali.

Sarà inoltre valutato il reale innalzamento delle acque interne ottenutosi in eventi reali già accaduti a fronte della previsione dello stato del mare in quei giorni. Esistendo infatti alcuni casi storici di modeste inondazioni in aree contenute del sito di Centrale, se ne analizzeranno le caratteristiche e si confronteranno tali casi con le previsioni generate per i giorni relativi, onde verificare l'effetto in sito a fronte dei parametri previsionali.

ANNESSE A - SISTEMI DI MONITORAGGIO DISPONIBILI AL PUBBLICO

1. ISPRA - SISTEMA IDRO-METEO-MARE, PREVISIONE SULLO STATO DEL MARE

La previsione meteorologica, idrologica e ondometrica sull'area Mediterranea presenta particolari difficoltà dovute alla stretta interazione tra i differenti fenomeni operanti su un intervallo di scale tra il km e la scala globale. A ciò si unisce la scarsità di osservazioni, specie sul mare e sul Nord Africa, che solo nel corso degli anni è stata man mano attenuata dall'utilizzo di misure da satellite. Lo sviluppo, sul finire degli anni '90 del SIMM - Sistema Idro-Meteo-Mare presso l'allora Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali (in parte confluito in ISPRA), in collaborazione con l'ENEA, rappresentava una risposta a tale sfida, basata sull'integrazione tra modellistica meteorologica e marina e sulla copertura dell'intero Bacino del Mediterraneo alla risoluzione del limite idrostatico (10 km).

Il SIMM originale, operativo a partire dal 2000, comprendeva 4 modelli in cascata: il modello BOLAM in versione parallela (la cui configurazione originale, precedente a quella successivamente installata nel 2009, era denominata QBOLAM dal nome del supercalcolatore QUADRICS sui cui era implementata) utilizzato per la previsione meteorologica sul bacino del Mediterraneo; il modello WAM per la previsione dello stato del mare sul Mediterraneo; i modelli POM e VL-FEM per l'elevazione marina sul Mar Adriatico e sulla Laguna di Venezia, rispettivamente. Il modello idrologico TOPKAPI, in configurazione di ricerca, era stato anche implementato, in passato, in accoppiata con il modello BOLAM per la previsione idrologica sul bacino dell'Adige e del Reno.

A seguito di una robusta e continua attività di verifica (forecast verification), riportata in letteratura, il sistema SIMM è stato oggetto di diverse campagne di aggiornamento che hanno portato nel corso degli anni alla sostituzione e/o all'aggiornamento di alcune componenti del sistema con dei moduli più efficienti, sia dal punto di vista computazionale sia in termini di qualità della previsione numerica prodotta. A partire da settembre 2015, è operativa la nuova catena modellistica del SIMM comprende tre segmenti previsionali.

Il primo segmento, che è alla base della catena modellistica, è quello meteorologico. Attualmente, è operativa la configurazione sviluppata a seguito dell'iniziativa internazionale HyMeX - HYdrological cycle in the Mediterranean EXperiment (vedi sotto) che comprende il modello BOLAM a 0.07° a cui è innestata una versione del modello meteorologico non-idrostatico MOLOCH a 0.0225° in grado di rappresentare esplicitamente i fenomeni convettivi. Questa configurazione è operativa su un cluster HPC ad alte prestazioni (16 nodi HP SL230s Gen8, 256 core). Originariamente, il segmento meteorologico comprendeva invece il BOLAM configurato su due domini innestati (one-way nested): il modello sul dominio padre a 0.3° (ca. 33 km) era denominato H.R BOLAM; mentre quello sul dominio a 0.1° (ca. 11 km) era denominato V.H.R. BOLAM.

Il secondo segmento è costituito dal sistema di previsione marino-costiera Mc-WAF per la previsione dello stato del mare a scala di Mediterraneo (1/30 deg. res.), regionale (1/60 deg. res.) e costiera (1/240 deg. res.). Per l'inizializzazione del modulo previsionale Mc-WAF sono adottate le previsioni del BOLAM a 0.07° e quelle ad altissima risoluzione del MOLOCH. Tale segmento, anch'esso operativo sul cluster HPC, sostituisce il modello WAM presente nella configurazione originale del SIMM.

Il terzo segmento è costituito dal sistema di previsione per la Laguna di Venezia basato sul nuovo modello SHYFEM, che rappresenta una versione aggiornata e migliorata del modello VL-FEM. Il modello SHYFEM è accoppiato direttamente con il modello BOLAM a 0.07°.

L'attuale catena modellistica del SIMM avente come componente meteorologica il sistema BOLAM-MOLOCH è stata inizialmente sviluppata per le attività previsionali previste ed effettuate nell'ambito dell'iniziativa internazionale HyMeX. L'operatività è stata, successivamente, decisa sulla base degli ottimi risultati riscontrati durante una attività di forecast verification e di model intercomparison effettuata sia su una serie di casi studio di eventi meteo-marini intensi e severi sia sull'intero periodo settembre 2012–marzo 2013, comprendente le due campagne di misura dell'iniziativa HyMeX, denominate SOP - Special Observation Period. La configurazione meteorologica con il BOLAM innestato su due domini è stata mantenuta funzionante, come legacy dell'iniziale struttura del SIMM, fino all'inizio di settembre 2019.

Dal 2000, le previsioni prodotte quotidiane dal SIMM sono state impiegate per le finalità istituzionali dell'ISPRA relative al monitoraggio ambientale, alla modellistica numerica, allo sviluppo di know-how tecnico-scientifico e alla condivisione di dati nell'ambito del Sistema Agenziale. I campi di interesse riguardano le risorse idriche, gli eventi meteo-idrologici e meteo-marini intensi e severi, la difesa delle coste, l'integrazione di informazioni provenienti da diverse tipologie di reti di misura, la navigazione, ecc. Oltre all'utilizzo dei prodotti SIMM nella normale collaborazione con le agenzie del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), le Regioni e le Province autonome, e con le omologhe strutture europee, i prodotti del SIMM sono impiegati anche in ambito di ricerca in collaborazioni con le comunità scientifiche nazionali e internazionali.

Dall'indirizzo https://www.isprambiente.gov.it/pre_mare/ è possibile accedere alle previsioni a 48 ore per lo stato del mare nel Mediterraneo (Mediterraneo), per il livello del mare e le correnti nell'Adriatico (Adriatico) e per l'acqua alta a Venezia (Venezia).

4.1.1 Previsioni dello stato del mare nel Mediterraneo (WAM)

Le previsioni dello stato del mare nel Mediterraneo forniscono informazioni sull'altezza d'onda significativa e sulla direzione media di propagazione dell'onda ogni 3 ore. Le animazioni presentate mostrano sia l'intero bacino del Mediterraneo che, in modo più specifico, ciò che accade intorno all'Italia. Sono inoltre forniti dei grafici che rappresentano l'andamento dell'altezza d'onda significativa prevista nelle 48h in corrispondenza dei punti in cui si trovano le boe della Rete Ondametrica Nazionale.

4.1.2 Previsioni per il livello del mare e le correnti nell'Adriatico (POM)

Le previsioni per il livello del mare e le correnti nell'Adriatico forniscono informazioni, ogni 3 ore, sulle correnti e sull'elevazione del livello del mare generate esclusivamente dalle variazioni meteorologiche. Questo significa che non vengono mostrate l'elevazione del livello del mare e le correnti associate alla presenza delle maree. Per ottenere il livello del mare e il campo di circolazione totali si devono sommare insieme le componenti legate all'azione meteorologica e quelle legate all'azione delle maree.

La circolazione e il sovrizzo del livello del mare nel Mar Adriatico sono ottenuti utilizzando il modello oceanico POM (Princeton Ocean Model, Blumberg and Mellor, 1987) creato alla Princeton University. Questo modello permette di ottenere l'elevazione della superficie libera (ossia l'innalzamento del livello del mare) non legata all'attrazione dei corpi celesti (fenomeno della marea) e la velocità orizzontale

(mediata sulla verticale) delle correnti. La condizione al contorno, ovvero alla superficie libera, è data dallo stress superficiale dovuto al vento tenendo conto della rugosità del mare. Questo dato è ottenuto a partire dai risultati del modello WAM.

Il POM è un modello di circolazione oceanico che risolve numericamente le equazioni primitive. Le sue principali caratteristiche tecniche sono: superficie libera, griglia orizzontale curvilinea ortogonale, griglia verticale con coordinate sigma, schema di chiusura della turbolenza in verticale del secondo ordine. Inoltre, il modello adotta la tecnica del mode splitting, che permette il calcolo rapido dei flussi barotropici (external mode) separato dal calcolo con maggiore time step dei flussi baroclini e delle variabili termodinamiche (internal mode). Il POM essendo un modello numerico dotato di superficie libera e di un sistema di coordinate verticali detto "sigma" ha la possibilità di risolvere il rilievo topografico con maggiore accuratezza per le regioni costiere. La risoluzione spaziale del grigliato su cui viene integrato il modello è variabile e si infittisce avvicinandosi alla laguna di Venezia. Alle bocche della laguna la risoluzione spaziale è di 5 Km, all'interno il dettaglio è ancora maggiore.

4.1.3 Sistema di previsione marino-costiero

https://www.isprambiente.gov.it/pre_mare/coastal_system/html/info.html

L'obiettivo del sistema di previsione marino-costiero MC_WAF (Mediterranean Coastal Wave Forecasting System) è di fornire accurate previsioni dello stato del mare in specifiche aree costiere del Mediterraneo secondo uno schema che prevede l'utilizzo di due modelli d'onda di terza generazione, in tre livelli di cascata: dalla grande scala (Mar Mediterraneo), alla scala regionale e quindi alla scala costiera. - il WAM (Wave Model) copre tutto il Mediterraneo e produce condizioni "al contorno" sulle aree a scala regionale; Nelle sotto-aree viene impiegato ancora il WAM ma a risoluzione doppia rispetto al modello a grande scala. - lo SWAN (Simulating WAVes Nearshore) utilizza i risultati del WAM alla scala regionale come condizioni al contorno per simulare i processi fisici legati alla propagazione delle onde in aree costiere ed acque basse. L'operatività di MC_WAF permette non solo di integrare il sistema di monitoraggio costiero dell'ISPRA con la previsione a medio termine dello stato del mare, ma consente anche di sviluppare studi e applicazioni di lungo periodo inerenti la dinamica costiera, l'erosione, l'ingegneria costiera e la biologia marina. La struttura del sistema MC_WAF è ideata in modo da essere facilmente modificabile, permettendo l'inserimento di nuove griglie di calcolo in funzione delle diverse esigenze. La predisposizione delle griglie di calcolo segue lo schema, già ampiamente testato in un anno di simulazioni, che prevede due livelli di nesting partendo dalla griglia generale su tutto il Mediterraneo (risoluzione 1/30 di grado). Le griglie del primo livello di nesting sono state scelte in modo da coprire la costa tirrenica e la costa orientale della Sicilia. Sono state definite dimensioni e posizione di sei griglie di calcolo, due delle quali sono operative da marzo 2012 (G1 e G4), tutte le altre operano da luglio 2012.

A scala costiera, l'individuazione delle aree a maggiore risoluzione dipende dalle necessità applicative dell'ISPRA e dalla disponibilità di batimetrie ad alta risoluzione. Al momento sono parte attiva del sistema le tre griglie costiere annidate alla griglia regionale G1 (Marina di Carrara, Isola d'Elba ed Isola del Giglio) e due griglie costiere nella griglia G4, Terracina e Golfo di Napoli. Le previsioni del vento utilizzate nel sistema MC_WAF sono prodotte dal modello meteorologico Bolam2011 del Sistema Idro-Meteo-Mare (SIMM) dell'ISPRA. Il dominio d'integrazione del SIMM permette di fornire le previsioni meteorologiche sull'intero Mare Mediterraneo con un passo di griglia di circa 10 km ogni ora. Per il modello a grande scala e per le aree regionali del primo livello di nesting sono state utilizzate le carte batimetriche GEBCO (General Bathymetry Chart of Oceans) della BODC (British Oceanographic Data Centre) con risoluzione 1/2 grado. Per la scala costiera, in cui sono determinanti i processi di interazione tra onda e fondale come

la rifrazione, lo shoaling ed il frangimento, è di fondamentale importanza la batimetria utilizzata. Per questo motivo le batimetrie a scala costiera sono state integrate con le linee batimetriche dell'Istituto Idrografico della Marina, e con tutte le informazioni da multi-beam disponibili, opportunamente preprocessate.

5 PROTEZIONE CIVILE – ALLERTA METEO

All'indirizzo <https://mappe.protezionecivile.gov.it/it/mappe-rischi/bollettino-di-criticita> il Dipartimento della Protezione Civile Presidenza del Consiglio dei Ministri riporta mappe e bollettini sul territorio nazionale.

5.1.1 Il sistema di allertamento

Viene emesso il Bollettino di vigilanza e il Bollettino di criticità nazionale/allerta grazie al quale si può verificare se nel luogo in cui ci si trova sono previste criticità/allerte legate a fenomeni meteo-idrogeologici e idraulici. Attraverso la piattaforma Radar si può inoltre visualizzare i dati satellitari e rilevati dalla rete radar nazionale, dalle stazioni pluviometriche e termometriche e dalla rete di registrazione dei fulmini.

5.1.2 Allertamento rischio meteo-idro

Le previsioni meteo a fini di protezione civile sono diverse dalle classiche "previsioni del tempo" perché evidenziano situazioni potenzialmente dannose per persone o cose. Sono elaborate dalle Regioni e dal Dipartimento e vengono sintetizzate quotidianamente nel Bollettino di vigilanza meteorologica nazionale.

Sulla base degli eventi meteo previsti ciascuna Regione e Provincia Autonoma valuta le situazioni di criticità idrauliche e idrogeologiche (allagamenti, frane, alluvioni...) che si potrebbero verificare sul territorio. Queste valutazioni confluiscono nel Bollettino di criticità nazionale/allerta che viene prodotto quotidianamente dal Dipartimento. È compito poi delle Regioni e delle Province Autonome diramare le allerte per i sistemi locali di protezione civile, mentre spetta ai Sindaci attivare i piani comunali di protezione civile, informare i cittadini sulle situazioni di rischio e decidere le azioni da intraprendere per tutelare la popolazione.

6 PROTEZIONE CIVILE – SIAM RISCHIO MAREMOTO

Le coste del Mediterraneo sono state interessate nel corso dei secoli da numerosi eventi di maremoto che hanno trovato la loro origine nell'elevata sismicità dell'area. Proprio in considerazione dell'esposizione a tale rischio delle coste del territorio italiano, il 17 febbraio 2017 è stata firmata la direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri che istituisce il SiAM-Sistema di Allertamento nazionale per i Maremoti generati da terremoti nel Mar Mediterraneo, sotto il coordinamento del Dipartimento della protezione civile.

All'interno di questo Sistema, l'Ingv - Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia - che opera attraverso il Cat (Centro di allerta tsunami) - ha il compito di valutare, nell'area di propria competenza, la possibilità che un terremoto di magnitudo uguale o superiore a 5.5, con epicentro in mare o vicino alla costa, possa generare un maremoto e di stimare i tempi di arrivo dell'onda lungo i differenti tratti di costa. I dati mareografici forniti dall'Ispra - Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale consentono di confermare o meno l'eventuale maremoto. Sulla base delle valutazioni del Cat, il Dipartimento della

Protezione Civile – tramite la Sala Situazioni Italia – ha il compito di diffondere i messaggi di allerta per attivare, nel minor tempo possibile, il Servizio nazionale di protezione civile.

In attuazione di quanto previsto dalla Direttiva istitutiva del SiAM, il 15 novembre 2018, è uscito in Gazzetta Ufficiale il Decreto del Capo Dipartimento contenente le Indicazioni per l'aggiornamento delle pianificazioni di protezione civile per il rischio maremoto. Scopo principale del provvedimento, fornire alle diverse componenti e strutture operative del Servizio nazionale elementi utili alla pianificazione di protezione civile, in relazione a questo specifico rischio, per la salvaguardia della popolazione presente lungo le coste.

In merito al SiAM è importante sottolineare che, nonostante la scienza della previsione rapida e accurata dei maremoti abbia compiuto negli ultimi anni importanti passi avanti, non è sempre possibile emanare tempestivamente un'allerta e che la valutazione effettuata dal Cat dell'Ingv non assicura la certezza che a valle dell'emissione dell'allerta si verifichi un evento di maremoto e non garantisce nemmeno che l'impatto di un maremoto sulla costa sia sempre preceduto dall'emissione del messaggio di allerta. Inoltre, nel caso di terremoti tsunamigenici molto vicini alle coste italiane, l'arrivo dei messaggi di allerta SiAM potrebbe avvenire, nelle aree prossime all'area origine del terremoto, in tempi non sufficienti per attivare le misure preventive di salvaguardia della popolazione. In generale quindi, è di fondamentale importanza che il cittadino sappia riconoscere i fenomeni precursori di un maremoto e conosca le norme di autoprotezione. Per questo, è importante avviare attività di prevenzione, finalizzate alla riduzione del rischio e alla diffusione delle conoscenze di protezione civile.

In ambito SiAM, vengono adottati due livelli di allerta che dipendono dalla severità stimata del maremoto sulle coste italiane. Tali livelli, nonché il tempo di arrivo teorico della prima onda di maremoto sulla costa, sono stimati ai forecast point che corrispondono a specifiche coordinate geografiche (situate lungo la costa). In analogia ai livelli di allerta adottati in tutto il Mediterraneo, i livelli di allerta sono:

- **arancione (Advisory):** indica che le coste italiane potrebbero essere colpite da un'onda di maremoto con un'altezza inferiore a 0,5 metri e/o con un run up inferiore a 1 metro;
 - **rosso (Watch):** indica che le coste italiane potrebbero essere colpite da un'onda di maremoto con un'altezza superiore a 0,5 metri e/o con un run up superiore a 1 metro;
- dove per "run up" si intende la massima quota topografica raggiunta dall'onda di maremoto durante la sua ingressione (inondazione) rispetto al livello medio del mare.

Le zone costiere da evacuare in caso di allerta Arancione o Rossa sono definite nelle mappe di inondazione elaborate da Ispra, in cui al livello di allerta Arancione è associata la "zona di allertamento 1" mentre al livello di allerta Rosso è associata la "zona di Allertamento 2". Sulla base dell'ampiezza delle zone di allertamento, della loro vulnerabilità, nonché delle caratteristiche delle vie di allontanamento e delle capacità operative del sistema territoriale, le amministrazioni comunali possono valutare se mantenere le due zone di allertamento distinte, o in alternativa, aggregarle in un'unica zona ("zona unica - allerta rossa/arancione"). Tali mappe sono consultabili al link <http://sgi2.isprambiente.it/tsunamimap/> dove, al momento, sono disponibili solo quelle relative alle zone di allertamento per le Regioni Calabria e Sicilia.

Le mappe elaborate da Ispra sono state realizzate secondo una metodologia speditiva utilizzata e accreditata anche a livello internazionale. Si basano su un recente modello di pericolosità probabilistica

per gli tsunami generati da terremoti (S-PTHA, Seismic - PTHA), prodotto nell'ambito del progetto TSUMAPS-NEAM, co-finanziato dal DGECHO e coordinato da INGV. Ulteriori dettagli sono disponibili nell'Allegato 1 alle Indicazioni operative. Al momento, rappresentano le migliori informazioni a disposizione sulla base dei dati fruibili a livello nazionale. Sono quindi aperte ad affinamenti, in funzione della qualità e della risoluzione dei dati di base cartografici e dell'evoluzione delle metodologie di elaborazione.