Il Piano di Salvaguardia della Balneazione di Rimini: il ruolo centrale della modellistica per la definizione delle opere di mitigazione

Andrea Casadio *Heratech*

Andrea Valentini, Tiziana Paccagnella, ARPAE

Sommario

- Premessa
- Il Piano di Salvaguardia della Balneazione Ottimizzato (PSBO)
- La modellazione matematica
- Conclusioni

Premessa

La Direttiva Balneazione

Il quadro normativo in materia di acque di balneazione è regolamentato dalla "Direttiva Balneazione« (Dir.2006/7/CE), recepita dal D.lgs 116/2008 , a sua volta seguito dal decreto attuativo (D.M. 30 marzo 2010).

La Direttiva in vigore:

- Introduce una completa rivisitazione delle **attività di monitoraggio**;
- Prevede una meticolosa caratterizzazione delle **fonti di pressione**, mediante la **Classificazione delle acque di balneazione** in acque di qualità eccellente, buona, sufficiente e scarsa, effettuata con cadenza annuale sulla base dei risultati dei monitoraggi delle ultime 4 stagioni balneari con riferimento ai due soli parametri **Escherichia Coli e Enterococchi intestinali**;
- Privilegia una **gestione integrata** della qualità delle acque allo scopo di mettere in atto azioni volte a **prevenire** l´esposizione dei bagnanti a rischi. Il monitoraggio e l´attuazione di misure di gestione hanno l´obiettivo di riconoscere e ridurre le possibili cause di inquinamento.

- Nelle acque di balneazione interessate da occasionali apporti inquinanti, in seguito ad eventi meteorologici particolarmente intensi, vengono adottate da parte dell´autorità competente **misure di gestione preventive**, che prevedano il divieto della balneazione ai fini della tutela della salute dei bagnanti, ogniqualvolta si verifichino tali apporti inquinanti a mare.
- L'**estate 2010** è stata la prima in cui è stato possibile applicare la normativa

Premessa

Il territorio riminese

Il **reticolo idrografico naturale** per la raccolta delle acque provenienti dal territorio Riminese, è costituito dal **Fiume Marecchia, dal Torrente Ausa, dalle Fosse Consortili** e da altri elementi scolanti che rappresentano il reticolo idrografico minore.

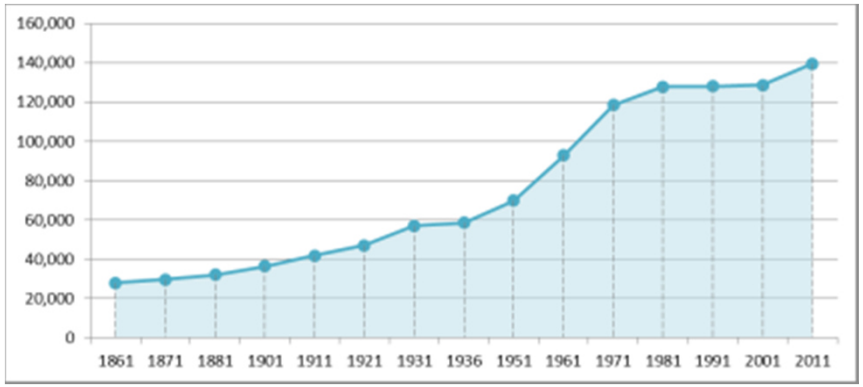
Le fosse consortili, originariamente nate con funzione di scolo, sono state progressivamente interessate da scarichi di acque reflue fino a diventare parte integrante del sistema fognario riminese, fungendo sostanzialmente da principali collettori delle **acque miste** dei relativi bacini afferenti.

Tale processo, associato alla progressiva **urbanizzazione del territorio**, ha comportato un **crescente sovraccarico a livello idraulico** ed **ambientale** sulla fascia costiera.

Premessa

Il territorio riminese

Rimini ha vissuto, dall'Unità d'Italia ad oggi, un'inarrestabile **crescita demografica**, con una popolazione residente attualmente di oltre **140 mila unità**.



Rimini, è considerata fra le **principali mete Italiane del turismo estivo**. A titolo esemplificativo si riportano, i dati 2016 per il solo Comune di Rimini relativi a:

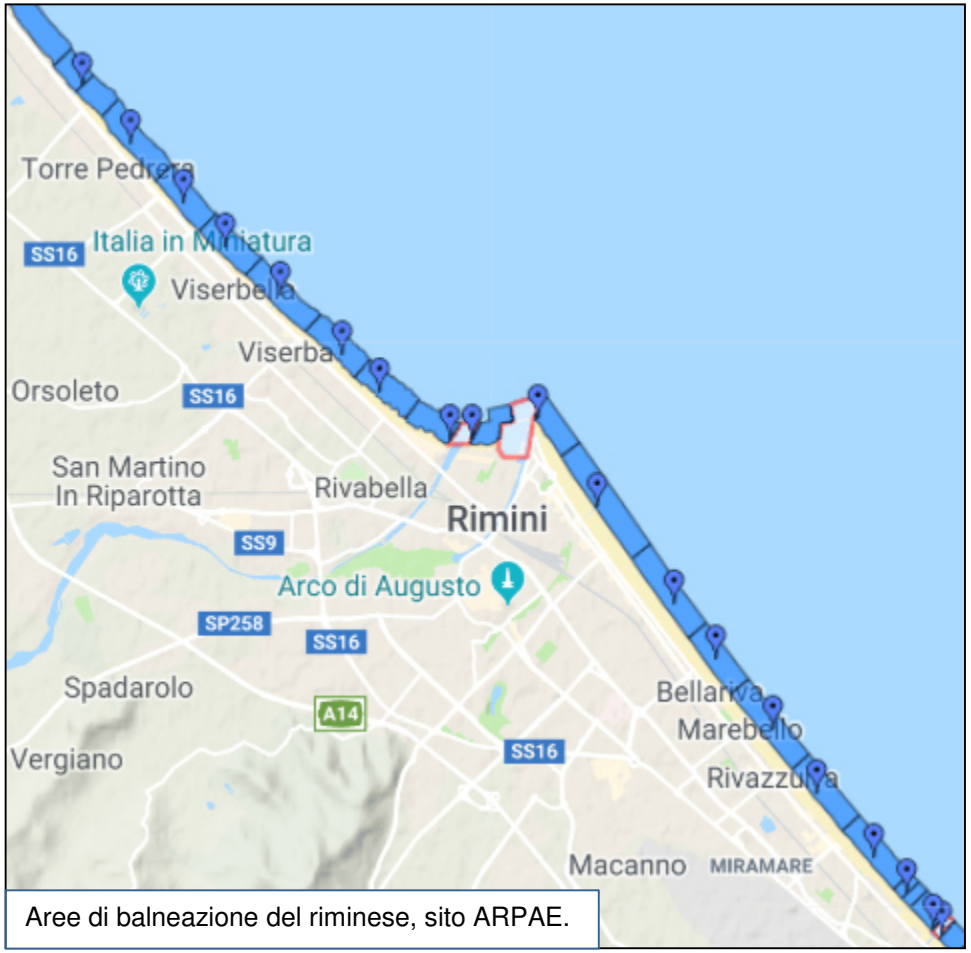
- Arrivi >1.700.000;
- Pernottamenti: >7.000.000

Mediamente il carico antropico stabile, in estate triplica rispetto alla popolazione residente.

Nel riminese il 96% della costa è adibito alla balneazione.
Considerando il fattore standard che indica in 70 euro il valore medio della presenza turistica, si stima che l'incremento di fatturato del 2016, rispetto al 2015 sia superiore ai 28 milioni €.

Premessa

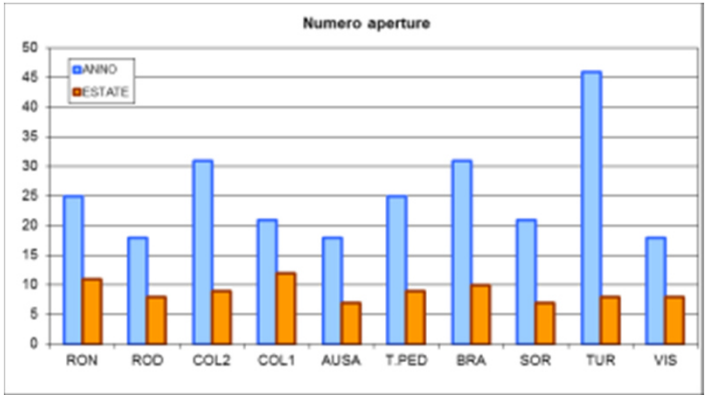
Il territorio riminese



Aree di balneazione del riminese, sito ARPAE.

Per quanto vi siano porzioni di territorio dotate di reti parzialmente separate, il **sistema fognario** che serve il territorio, è di tipo **misto**. Alla sezione terminale delle Fosse vi sono sistemi di paratoie e sollevamenti che convogliano i reflui ai sistemi di trattamento. In corrispondenza di piogge intense, tali scaricatori possono entrare in funzione e scaricare direttamente in battigia reflui diluiti.

Il litorale è interessato da **11 scarichi di emergenza.**



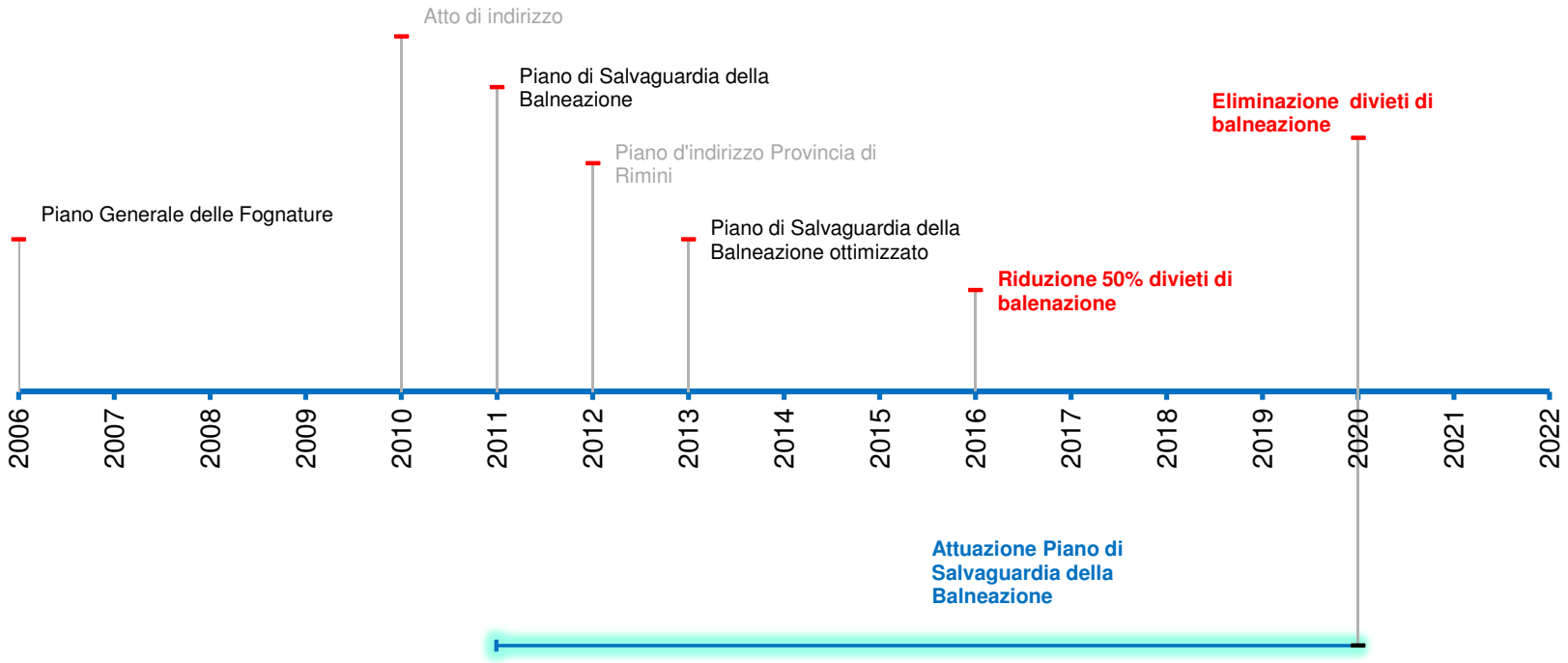
Il Comune di Rimini ha adottato **misure di gestione preventive** mediante il divieto temporaneo della balneazione di tutta l'acqua di balneazione per il tempo di apertura dello sfioro e per le 18 ore successive alla chiusura.

E' stato stimato come questo fattore di criticità del sistema fognario riminese possa avere un impatto sugli stabilimenti pari a circa **1,5 M€/anno.**
Al diretto impatto economico degli stabilimenti balneari si lega quello indiretto di tutto l'indotto turistico e, non ultimo, l'**impatto** sull'**immagine** del territorio che di turismo balneare vive e prospera.

Il PSBO

Il Piano di Salvaguardia della Balneazione ottimizzato

Al fine di risolvere le problematiche descritte **Istituzioni** (Comune, Provincia et al.) **e Gestore hanno intrapreso un percorso** per la definizione e l'attuazione delle **opere necessarie alla loro risoluzione**.



Principali step di tale percorso e gli **obiettivi definiti in termini di balneazione**.

Il PSBO

Principali linee di intervento

Mediante quattro principali linee di azione, Il Piano si pone come obiettivo l'**azzeramento dei divieti di balneazione** che oggi si verificano in presenza di eventi meteorici importanti.

1. Adeguamento dei sistemi di trattamento: riconfigurazione dei poli depurativi

Il Piano prevede una revisione del sistema oggi caratterizzato da tre impianti di depurazione, attraverso la strutturazione del sistema verso un **unico polo di trattamento reflu**i (Depuratore di Santa Giustina) con la dismissione degli altri due impianti.

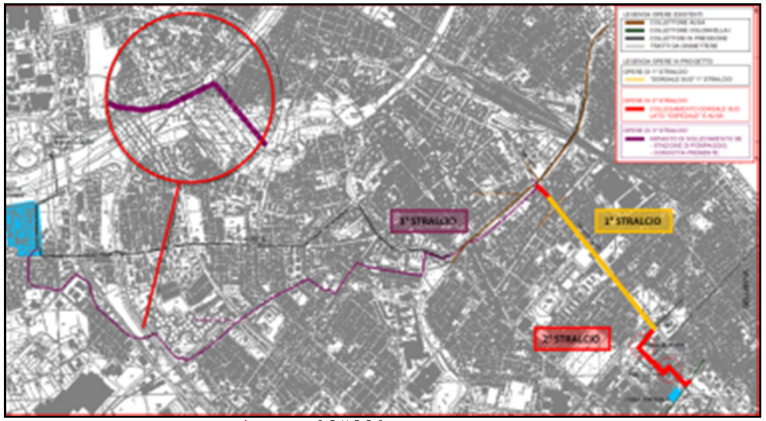
Dep. Bellaria (60.000AE).	Chiusura e collettamento.
Dep. Rimini (270.000AE).	Riconversione e collettamento.
Dep. Santa Giustina (220.000AE).	Raddoppio e accumulo.

2. Adeguamento dei sistemi collettamento

Il Piano prevede di **incrementare la capacità di collettamento alla depurazione del sistema fognario**, consentendone l'ottimizzazione attraverso una razionalizzazione dei sollevamenti presenti e la riduzione delle portate in corrispondenza delle sezioni di chiusura delle fosse, mediante la realizzazione di:

- dorsali di grande diametro per circa **5 km**;
- nuovi impianti e potenziamento di esistenti.

Al fine di collettare 5 volte la nera media di agosto per portate pari a **3 mc/s**.



Il PSBO

Principali linee di intervento

3. Separazione delle reti

Tali interventi prevedono la **realizzazione, o il completamento dei processi di separazione delle reti fognarie**, ad oggi miste, portando ad un sistema duale caratterizzato da un doppio reticolo.
Al termine del processo di separazione le fosse dei bacini oggetto di interventi verranno restituite alla loro originaria funzione di reticolo idraulico superficiale non essendo più interessate in alcun modo da scarichi di acque reflue.

- Regolarizzazione di più di **2000 immobili**;
- Posa di più di **25 km** di nuove **reti**.

4. Realizzazione dei volumi di accumulo

Nei bacini in cui non risulti percorribile la separazione delle reti, è prevista la **realizzazione di volumi di accumulo**, tali da laminare i picchi di portata che oggi, in corrispondenza degli eventi meteo intensi, vengono rilasciati, mediante gli scarichi a mare.
Gli interventi (alla sezione di chiusura delle fosse) prevedono la realizzazione di:

- nuovi **volumi di prima pioggia** per circa **18.000 mc**;
- nuovi **volumi di laminazione** per circa **55.000 mc**;
- **impianti idrovori per 18 mc/s**;
- Una **condotta sottomarina** per l'allontanamento in mare aperto dei volumi eccedenti la capacità di accumulo delle vasche, di circa **1.000 m**..

Il PSBO

Il Piano di Salvaguardia della Balneazione ottimizzato

1	Raddoppio depuratore di S. Giustina
2	Riconversione depuratore di Rimini in vasca di accumulo
3	Realizzazione Dorsale Nord
4	Completamento separazione reti fognarie Zona Nord
5	Realizzazione Dorsale Sud
6	Collegamento dei bacini fognari già separati della zona Sud alla dorsale Sud
7A	Realizzazione condotta sottomarina, impianto idrovoro e vasche bacino Ausa
7B	Vasca Ex-Ferrovieri
8	Realizzazione vasca di laminazione Ospedale
9	Sollevamento 3B e condotta premente
10	Interventi strutturali sui bacini delle Fosse Rodella, Colonnella I e Colonnella II
11	Risanamento fognario «Isola»
12	Lago cava

Il PSBO

Quantificazione economica

Realizzazione dorsale NORD

17 Mln €

Raddoppio depuratore di Santa Giustina

26 Mln €

Dismissione depuratore Marecchiese

3.5 Mln€

Adeguamento sistemi trattamento

46.5 Mln €

Interventi di incremento capacità di collettamento

17.1 Mln €

Realizzazione vasche di accumulo zona SUD

61 Mln €

Separazione reti zona NORD

25 Mln €

Separazione reti Bacino Roncasso

4.4 Mln €

Separazione reti

29.4 Mln €

Il PSBO, **154Mln€**, è al momento il principale intervento di risanamento fognario in Italia.

La modellistica a supporto della definizione degli interventi

La collaborazione con ARPAE

Definiti gli obiettivi del Piano, individuate le principali linee di azione e definite le opere di mitigazione, la puntuale definizione delle stesse e delle logiche di funzionamento di tali presidi idraulici, è stata possibile solo attraverso l'utilizzo di strumenti di **modellistica idraulica**.

Il Gruppo Hera si è da tempo dotato di un software di modellazione matematica (InfoWorks CS by Innovyze), in grado, utilizzando **moduli idrologici** per la trasformazione afflussi- deflussi e **moduli idraulici** mediante la risoluzioni delle equazioni del modo e di continuità, di simulare e replicare l'evoluzione idrologico-idraulica dei deflussi, all'interno del sistema gestito.

Nel caso specifico del territorio riminese, accanto alla **modellazione** del sistema fognario, è stata associata anche quella **meteomarina**.

Questa è stata sviluppata all'interno di apposita convenzione stipulata con ARPA Idro Meteo Clima.

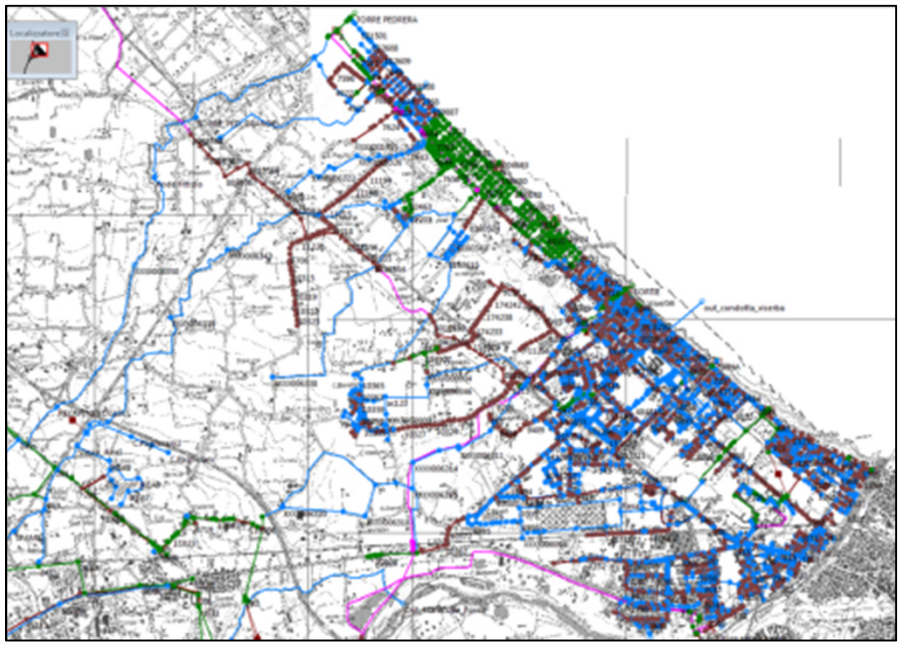
Tale collaborazione ha preso le mosse da una precedente collaborazione fra Hera Spa e ARPAE sul tema riminese nata a partire dal 2009 e nota con il nome di **«Previbalneazione»**

La modellistica a supporto della definizione degli interventi

Il modello matematico della rete fognaria

Per la valutazione del complesso sistema fognario-depurativo riminese, è stato sviluppato un modello matematico del sistema di drenaggio urbano. Tale modello è stato costruito attraverso l'uso del software commerciale InfoWorks CS (Innovyze Ltd.) in collaborazione e sotto il controllo scientifico del **DICAM della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna (2010).**

Il modello matematico del sistema fognario riminese in uso ad Hera, calibrato nell'ambito della collaborazione con il DICAM di cui sopra, è stato altresì utilizzato dallo stesso Dipartimento nelle analisi alla base della redazione del **Piano di Indirizzo della Provincia di Rimini (2012)**.



Al fine di ottenere uno strumento aggiornato, per la migliore rappresentazione della realtà, il modello, nel corso del 2013, è stato sottoposto ad una revisione generale dei dati topologici, e ad aggiornato **processo di calibrazione** mediante il confronto con misure di campo acquisite nel corso di specifica campagna, nei mesi luglio- settembre **2013**.

Il modello è il terzo per estensione fra quelli sviluppati all'interno del Gruppo Hera (12.000 rami).
In esso vi sono rappresentate le logiche di funzionamento di 70 impianti e organi speciali.

La modellistica a supporto della definizione degli interventi

Parametri del modello

Parametri idrologici- idraulici

Sulla base della campagna di misure 2013, si sono calibrati i **parametri idrologici** del modello.

Parametri qualitativi

Per quanto riguarda la **caratterizzazione qualitativa del refluo** sono stati utilizzati valori già utilizzati per le analisi modellistiche alla base della redazione del **Piano di Indirizzo della Provincia di Rimini** cui già si è accennato.

Relativamente al parametro **Escherichia Coli**, si è fatto ricorso a dati di letteratura e ad alcune campagne svolte nel corso degli ultimi anni da ARPAE all'interno del progetto "***Previbalneazione***".
Si è optato per considerare tale parametro conservativo. Tali ipotesi sono altresì state suffragate sulla base dei dati derivanti da una **campagna effettuata** nel biennio **2014-2015** dal **Centro Ricerche Marine**.

Per quanto riguarda la caratterizzazione qualitativa del refluo, i valori utilizzati sono i seguenti:

140 mg/l per i solidi sospesi totali (SST);
530 mg/l per il COD;
250 mg/l per il BOD_5;
10^7 UFC/100 ml per l'Escherichia Coli.

La modellistica a supporto della definizione degli interventi

Forzanti

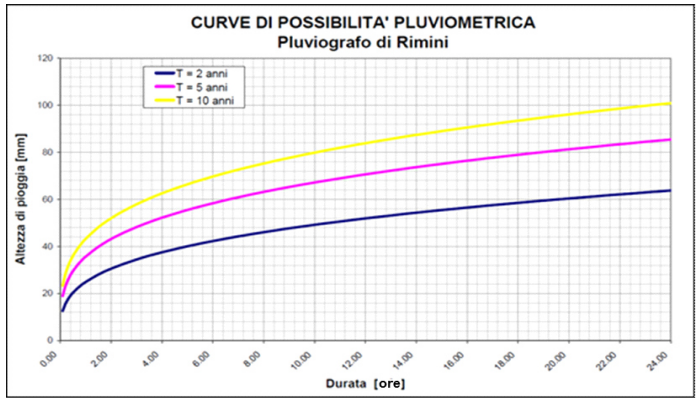
Acque reflue urbane

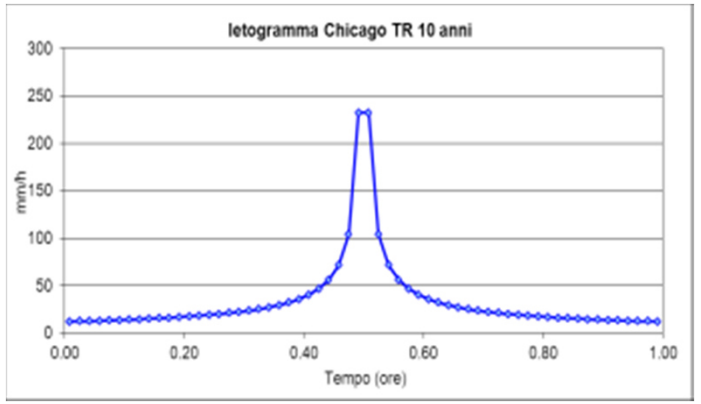
La stima dei contributi relativi alle acque reflue urbane del sistema fognario è stato definito andando a valutare l'attuale carico e sommando ad esso i **contributi associati agli sviluppi urbanistici previsti dagli strumenti di pianificazione vigente** (Piani Strutturali Comunali).

Sistema fognario afferente	Popolazione 2013	Popolazione 2025	Q_{24} (l/s) 2013	Q_{24} (l/s) 2025
SOMMA	434.957	461.054	910	964

Pluviometria di riferimento

In termini di pluviometria di riferimento, in analogia e **in continuità con le valutazioni del Piano Generale delle Fognature di Rimini**, al fine di sollecitare il modello con piogge analoghe a quelle utilizzate per le valutazioni alla base del Piano Generale delle Fognature come forzante pluviometrica, **sono state considerate le valutazioni statistiche alla base dello stesso piano**.





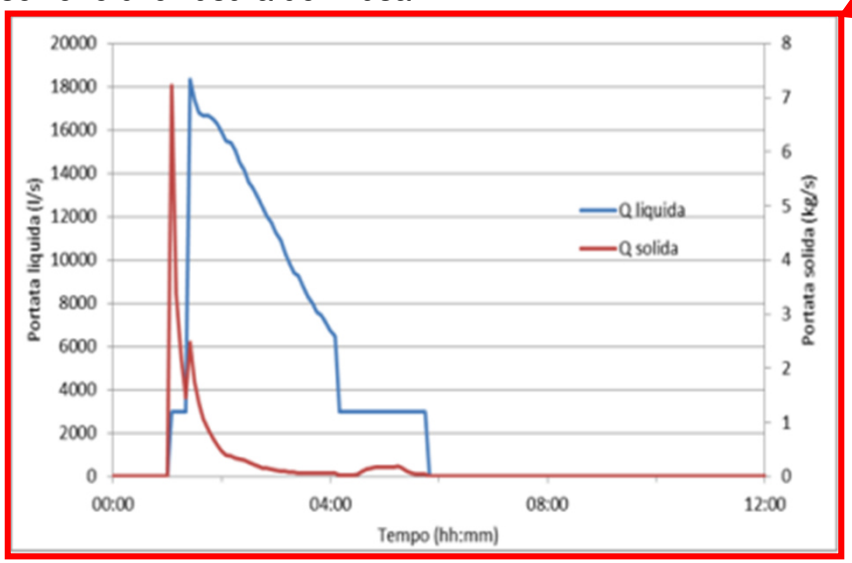
La modellistica a supporto della definizione degli interventi

Criteri di dimensionamento

Il Torrente Ausa, da tempo tombinato, è il principale collettore fognario del sistema riminese. Esso drena un bacino proprio di circa 750 ettari, cui si aggiungono altri bacini indiretti della zona sud di Rimini.

Definite le caratteristiche idrologico-idrauliche del bacino, la caratterizzazione qualitativa del refluo e la forzante pluviometrica di progetto, il modello è stato sollecitato assegnando tale forzante a tutti i pluviometri presenti sul bacino.

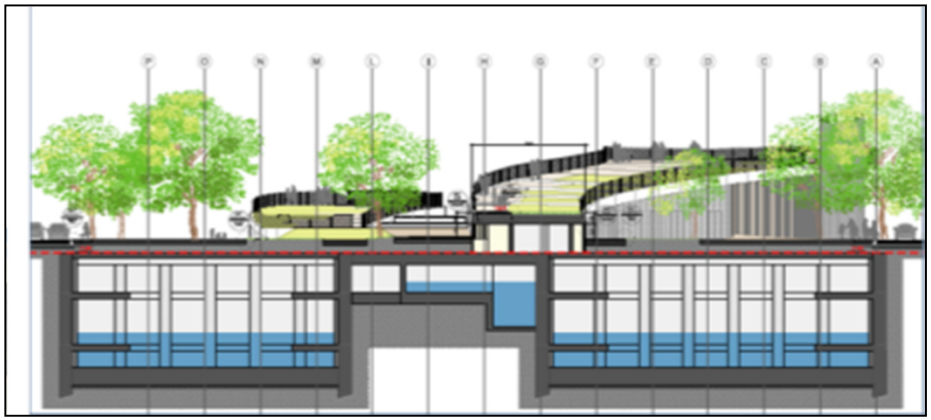
La modellazione matematica ha permesso di calcolare l'idrogramma di piena e il pollutogramma che si presenta alla sezione di chiusura dell'Ausa.



La modellistica a supporto della definizione degli interventi

Criteri di dimensionamento

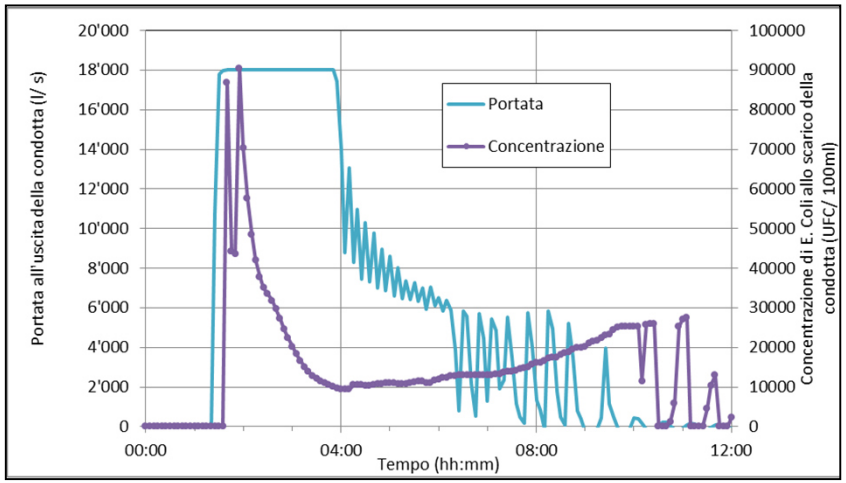
Riscontrata **l'impossibilità di accumulare** tutta la **portata** meteorica **in arrivo** alla sezione terminale dell'Ausa durante l'evento di riferimento è stato scelto di realizzare un complesso impiantistico che vede accoppiato un **volume di accumulo, un impianto di sollevamento** e una **condotta sottomarina**, atti ad allontanare le portate eccedenti al largo.
In funzione dei vincoli di disponibilità delle aree disponibili, si è optato per la realizzazione di due volumi separati.



- Volume di **prima pioggia di 14.000 mc**;
- Volume di **laminazione di 25.000 mc;**
- **Impianto idrovoro da 12 mc/s.**

La modellistica a supporto della definizione degli interventi

Criteri di dimensionamento



Definito l'idrogramma e il pollutogramma in uscita dall'impianto «di terra» e convogliati nella condotta sottomarina, per la determinazione della **lunghezza della condotta sottomarina** è stato condotto un ulteriore studio modellistico, con la **collaborazione di Arpa Emilia Romagna, Servizio Idro Meteo Clima (di seguito, Arpa SIMC).**

Modellistica e balneazione in Emilia- Romagna

- ✓ Direttiva comunitaria 2006/7/CE → D.Lgs 116/2008.
- ✓ Decreto attuativo → G.U. il 24.05.2010
- Approccio innovativo rispetto alla 470/82
- GESTIONE INTEGRATA della QUALITA' delle acque di balneazione

✓ 2009-2011 Progetto **Previbalneazione** Rimini

- **definizione dei profili** delle acque di balneazione
- campionamenti e analisi
- **studio modellistico della dispersione** di inquinanti microbiologici

✓ 2012 Progetto **Balneazione Rimini**

- campionamenti e analisi estese
- studio modellistico di scenari meteo-marini
- **aggiornamento dei profili** delle acque di balneazione
- **ridefinizione dei limiti spaziali e temporali** per l'interdizione alla balneazione adottati nell'ordinanza sindacale

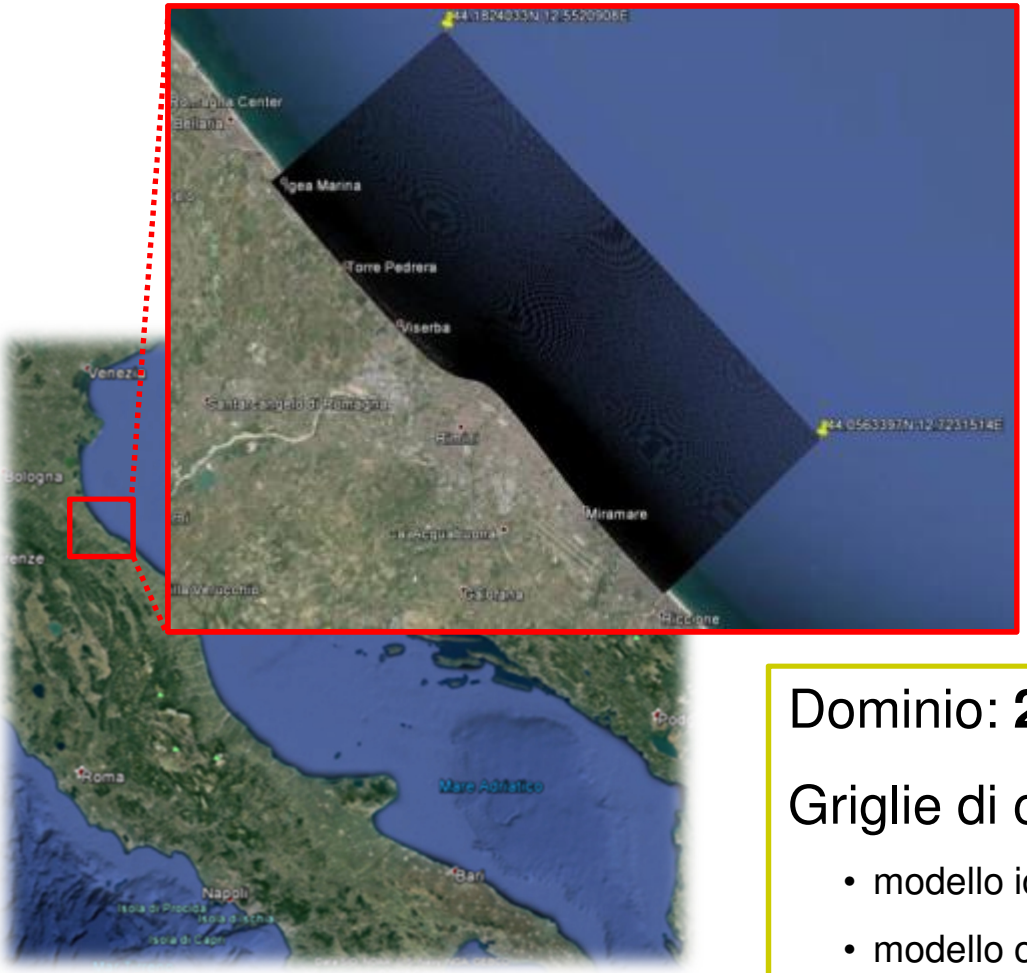
✓ 2013-2018 Progetto **Previcondotta**

valutazione, sulla base di un modello previsionale, della **dispersione delle acque scaricate in mare tramite condotta sottomarina**

✓ 2014-2016 **Balneazione Ferrara**

studio modellistico del litorale comacchiese

Previcondotta



✓ Modello di dispersione in mare degli inquinanti derivanti dallo scarico di acque reflue miste attraverso una condotta sottomarina posizionata in prossimità dell'attuale scolmatore di piena AUSA

✓ Fornire gli elementi necessari a valutare se l'opera di scarico a mare in concomitanza di determinate condizioni meteo-marina, risulti, in termini di caratteristiche dimensionali, compatibile con la balneazione

Dominio: **20 x 8 km**

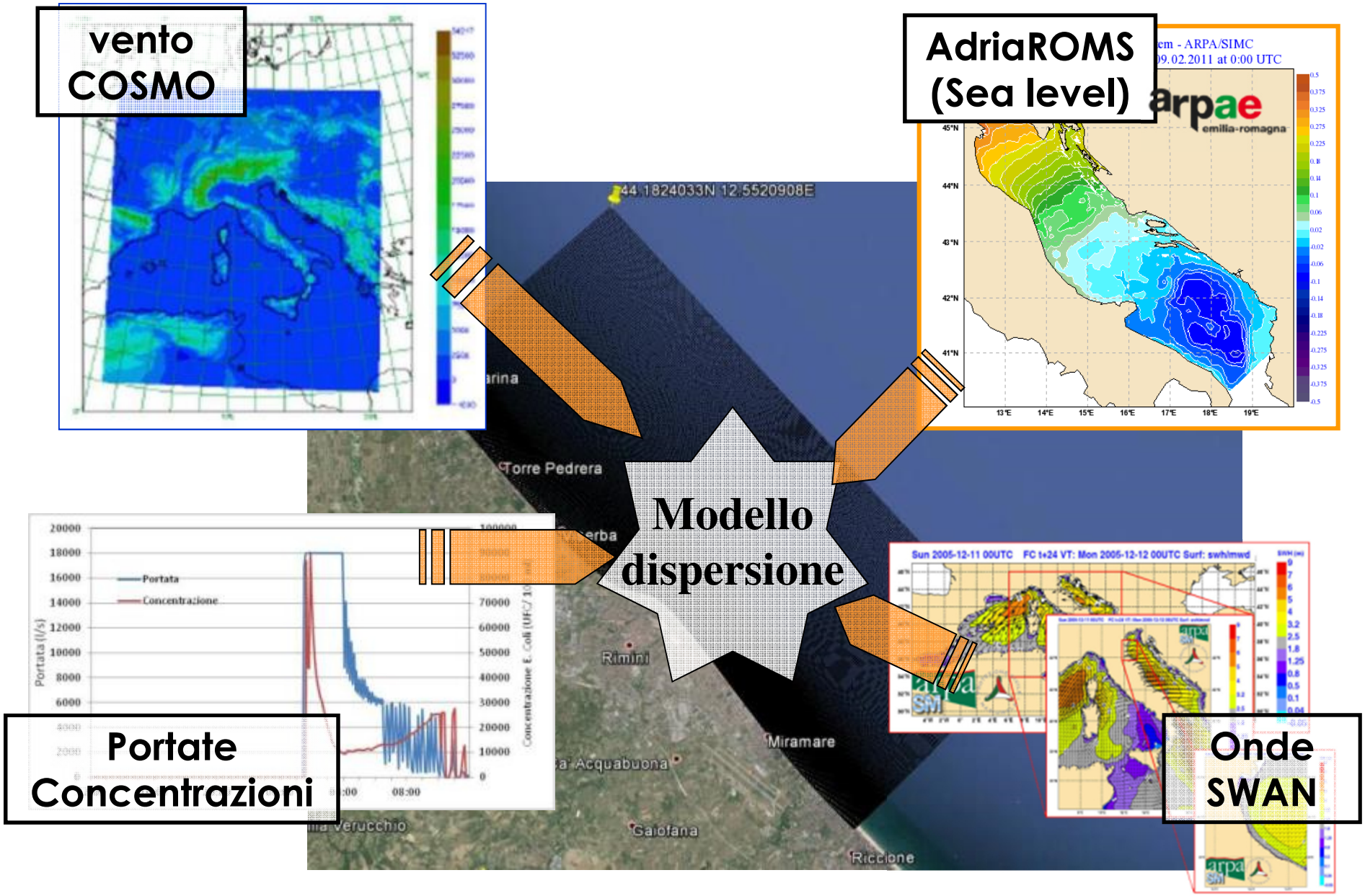
Griglie di calcolo:

- modello idrodinamico: **313 x 241punti**
- modello onde: **157 x 121 punti**

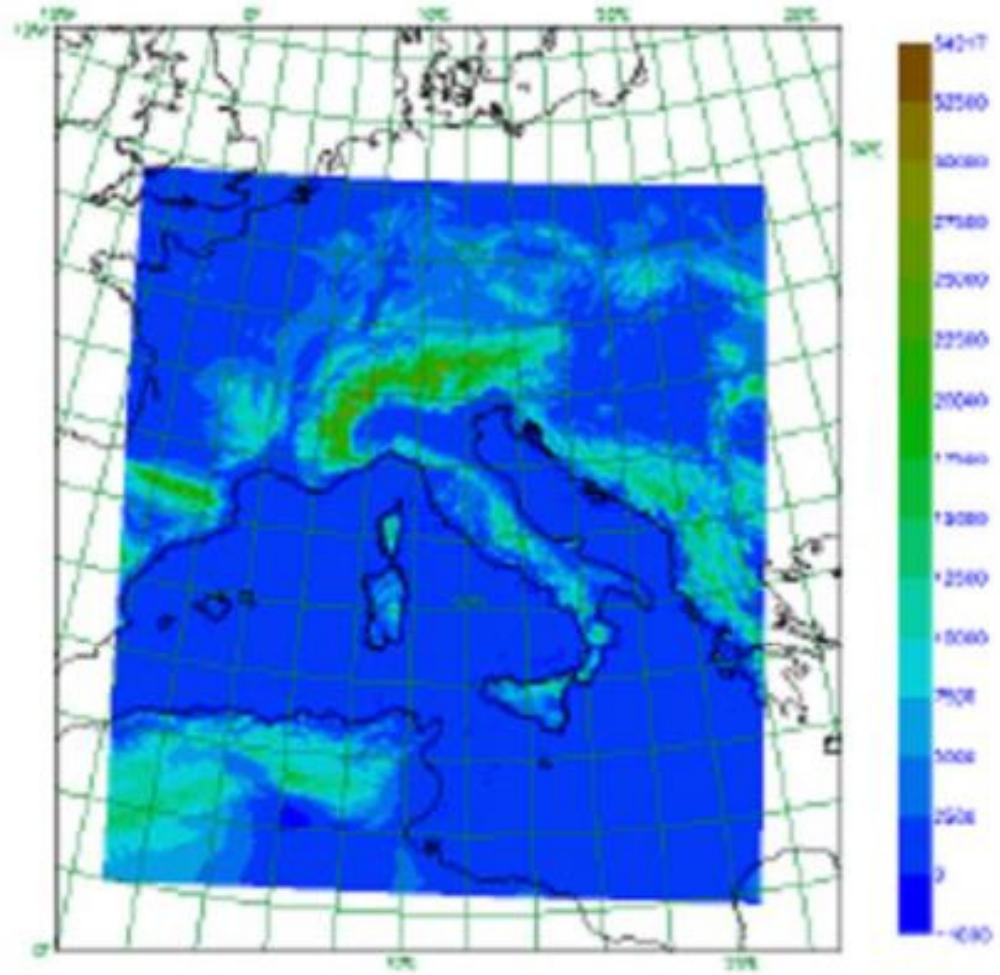
Risoluzione

- along-shore : **35 - 117** metri
- cross-shore: **8 - 70** metri

Schema modellistico



Modello meteorologico

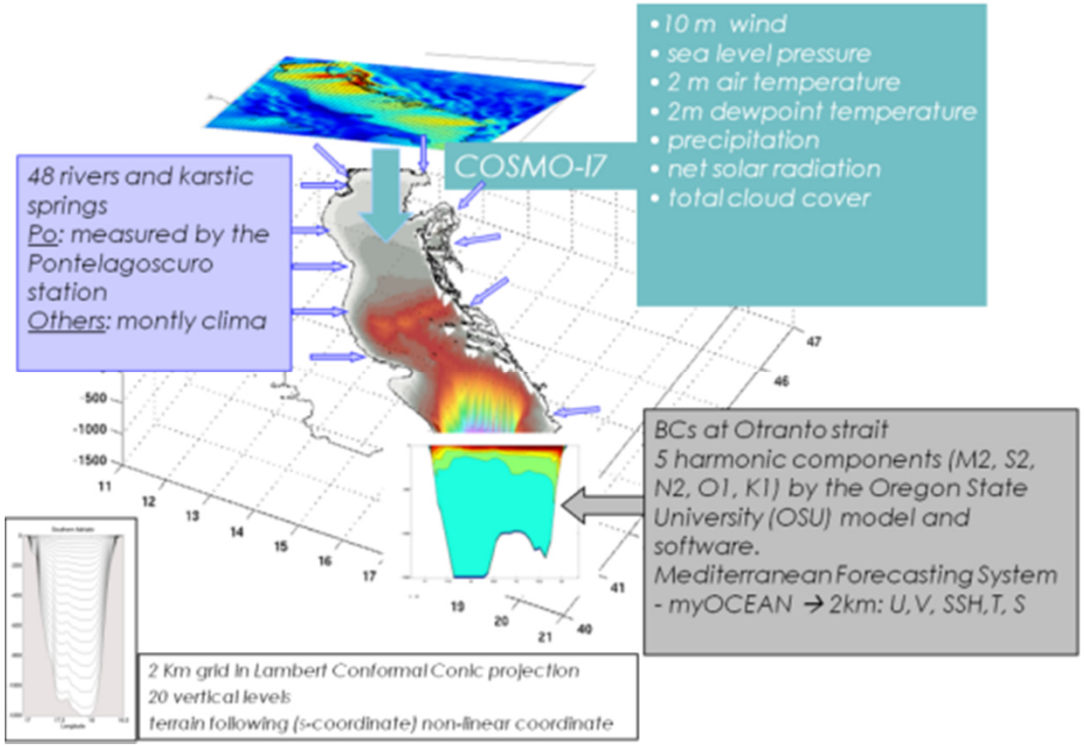


COSMO-I7

- ✓ Sviluppato dall'omonimo **Consorzio internazionale** (www.cosmo-model.org) al quale ARPA-SIMC partecipa grazie all'accordo LAMI con USAM (di Aeronautica militare) e Arpa Piemonte.
- ✓ 2 corse al giorno (00 e 12 UTC) fino a **72 ore** di previsione
- ✓ Gira operativamente al CINECA (backup SIMC)
- ✓ Dominio di integrazione nazionale con un passo di griglia di **7 km** [2.8 km]
- ✓ **40** livelli verticali

Direzione e intensità del vento al contorno del dominio di calcolo del modello di diffusione

Modello oceanografico



Livello del mare al contorno del dominio di calcolo del modello di diffusione

AdriaROMS

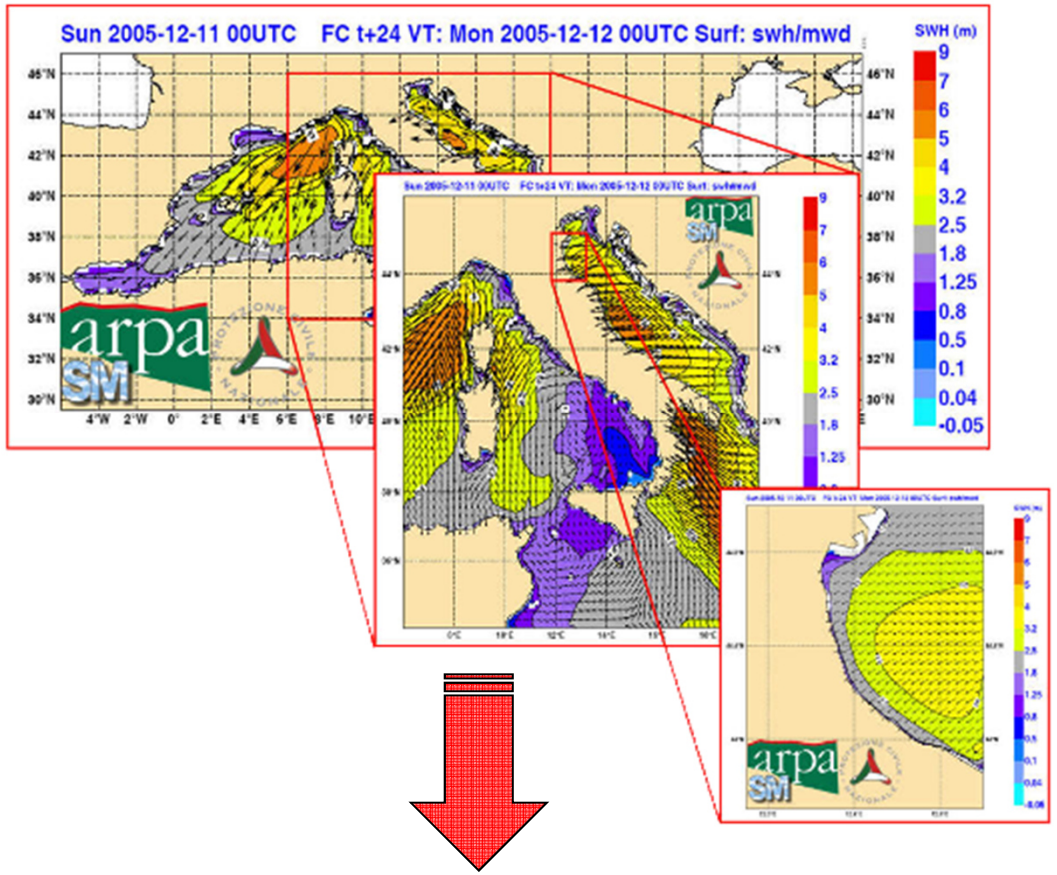
Regional Ocean Modeling System - Adriatico

- ✓ http://www.myroms.org/ Modello oceanografico 3D, idrostatico
- ✓ 1 corsa al giorno (00 UTC) fino a **72 ore** di previsione
- ✓ Gira operativamente ARPA-SIMC
- ✓ Dominio di integrazione con un passo di griglia di **2 km**
- ✓ **20** livelli verticali terrain following

Modello onda

SWAN MED-ITA-RE

- ✓ SWAN (Simulating waves Nearshore) http://www.swan.tudelft.nl/ Modello di previsione dello stato del mare sviluppato da Delft University of Technology.
- ✓ 1 corsa al giorno (00 UTC) fino a **72 ore** di previsione
- ✓ Gira operativamente al CINECA (bck ARPA-SIMC)
- ✓ Dominio di integrazione
  - Mediterraneo **25 km**
  - Italia **8 km**
  - Emilia-Romagna **800 m**

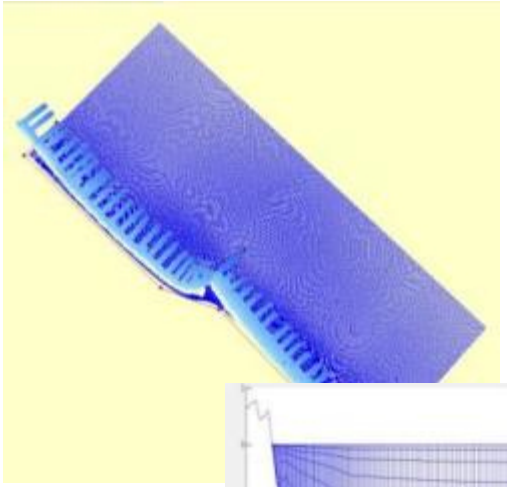


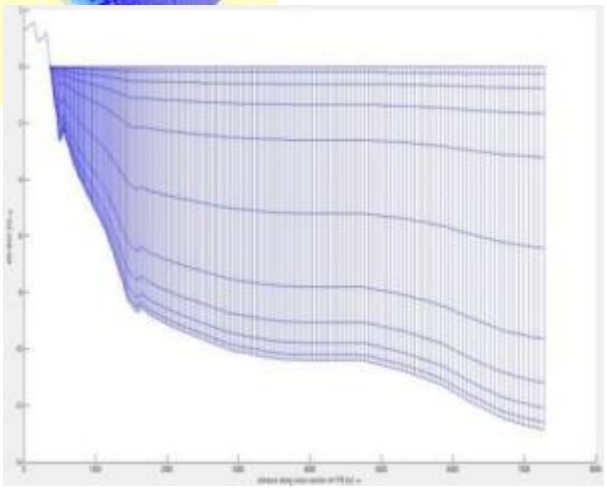
Altezza significativa, direzione e periodo onda al contorno del dominio di calcolo del modello di diffusione

Modello idrodinamico

Delft3D - Deltares

- ✓ No modulo di qualità dell'acqua → processi fisici più rilevanti già inclusi
- ✓ Batimetria: dati topo-batimetrici ad altissima risoluzione (campagna ER 2012)+ batimetria EMODnet
- ✓ Griglia curviline a risoluzione variabile: **10-70 m**
- ✓ **10 σ-levels** con spessore variabile
- ✓ La **salinità** e **temperatura** del mare ricavate dai report sullo stato delle acque marino costiere dell'Emilia-Romagna.





Barriere frangiflutti: strutture emerse diffusive con coefficiente di riflessione pari a 0.6

Trasporto e diffusione degli inquinanti

L'avvezione e la diffusione delle sostanze inquinanti in studio (Escherichia-coli ed Enterococchi) sono state simulate considerando un processo di decadimento del primo ordine, secondo l'espressione:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + (\text{avvezione}) = (\text{dispersione}) - K \cdot c$$

c è la concentrazione della sostanza inquinante

K (1/giorno) è il tasso di decadimento → $K=[-\ln(0.1)/T_{90}]$

Il **tasso di decadimento** è stato impostato sulla base delle **linee guida di ISPRA** che suggeriscono l'uso del valore del T_{90} (tempo necessario per ridurre del 90% il numero iniziale dei batteri)

	T_{90} (h) con cielo sereno	T_{90} (h) con cielo nuvoloso
Escherichia-coli	5 - (50)	35
Enterococchi intestinali	15 - (100)	70 - (300)

T90 per Escherichia-coli ed Enterococchi intestinali in acqua di mare per diverse temperature 20°C – (5°C) e copertura nuvolosa

Escherichia-coli → 20 ore

Casi studio

✓ **Condizioni meteo-marine** occorse in occasione delle **aperture degli scarichi** a mare della zona a Sud del porto di Rimini nei mesi compresi tra Maggio e Settembre nel periodo 2007-2012 → **51 eventi**

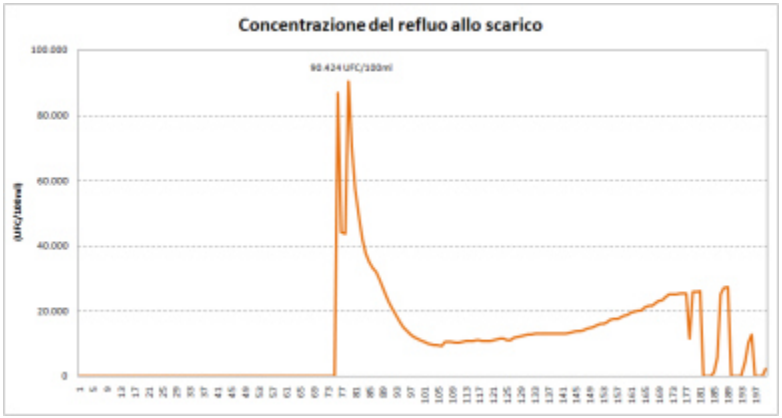
✓ Dati ondametrici di Cesenatico → classificazione: **SCIROCCO, BORA, CALMA**

✓ Al fine di selezionare un evento rappresentativo per ciascuna tipologia, si sono **considerati gli eventi in funzione della durata di apertura dello scarico**

- Caso di **calma**: 10-14 agosto 2009
- Caso di **scirocco**: 2-6 maggio 2010
- Caso di **bora**: 13-17 settembre 2012

✓ La **concentrazione** di Escherichia-coli e **portata** in uscita → modellazione idraulica HERA ietogramma di tipo **Chicago con tempo di ritorno 10 anni**

- ✓ concentrazione massima prevista è di **90424 UFC/100ml**
- ✓ portata massima della batterie di pompe sarà di **18000 l/s**



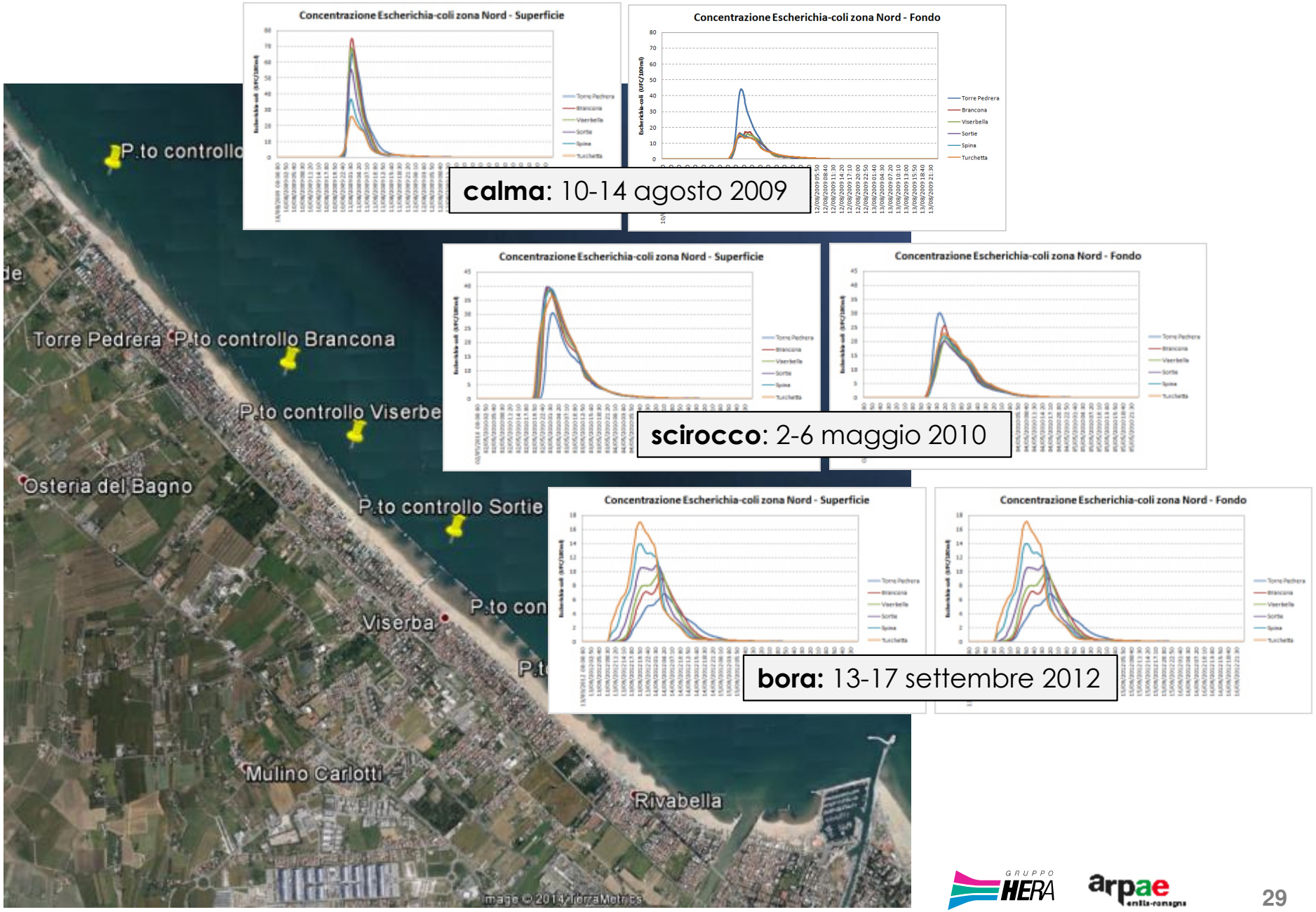
Simulazioni preliminari

3 casi studio: calma, scirocco, bora

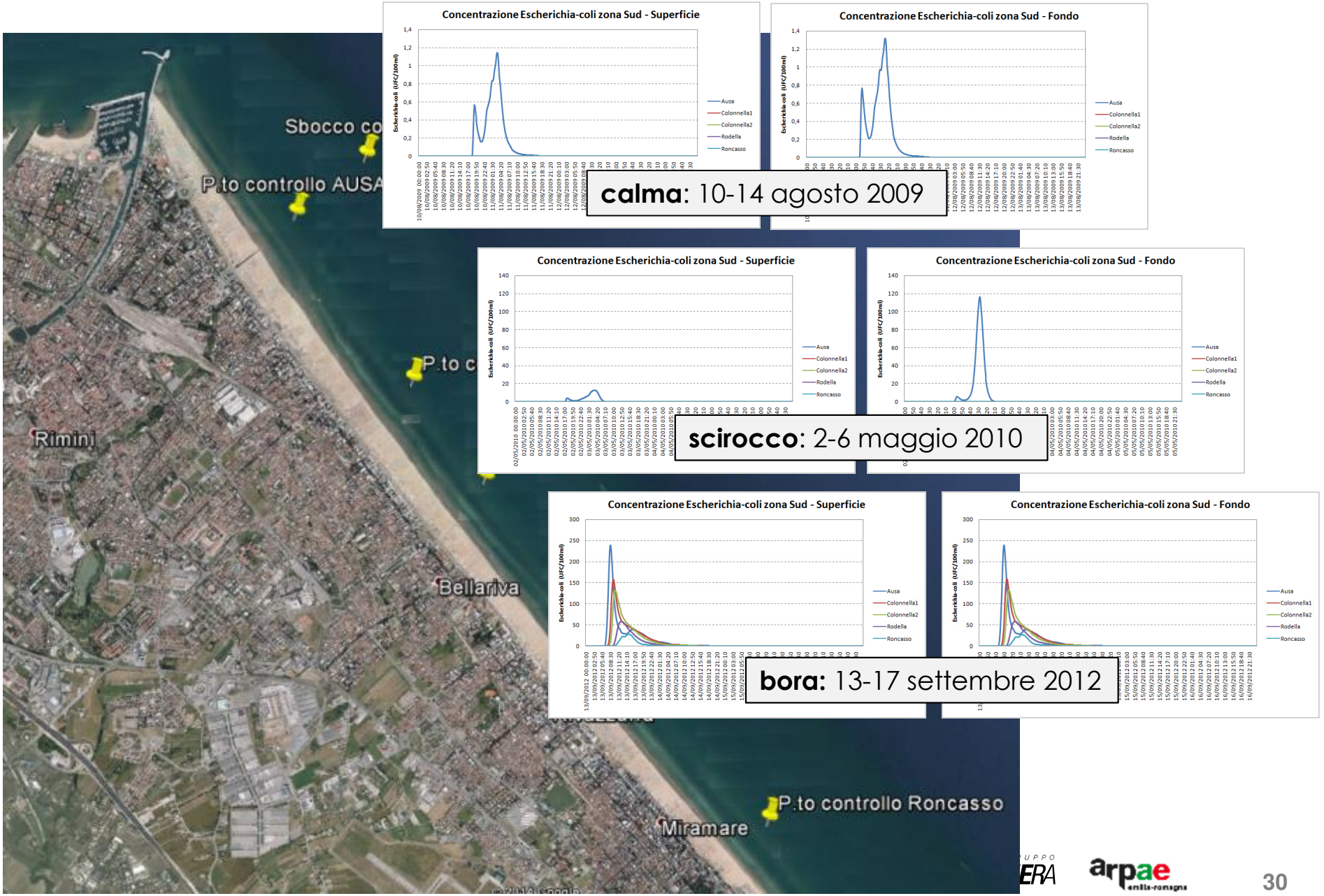
Lunghezza condotta: **1 km** dalla linea di riva

11 punti di controllo (posizionati approssimativamente a **300 m dalla linea** di riva - confine delle acque di balneazione come definite dalla normativa) in cui simulata la concentrazione degli Escherichia-coli in superficie e sul fondo.

Simulazioni preliminari- zona NORD



Simulazioni preliminari- zona SUD



calma: 10-14 agosto 2009

scirocco: 2-6 maggio 2010

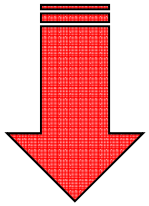
bora: 13-17 settembre 2012

Simulazioni preliminari- Conclusioni

Le **concentrazioni** al confine delle acque di balneazione (300 m dalla riva) rimangano **inferiori ai limiti di legge** (500 UFC/100 ml per gli Escherichia-coli), sia in superficie sia sul fondo, in tutti e tre i casi rappresentativi individuati.

Caso di **calma** che per quello di **scirocco** l'inquinante si muove **verso Nord**

Il caso di **bora** (13-17 settembre 2012) è quello che **genera valori di concentrazione** di Escherichia-coli più elevati nella zona Sud di Rimini, con **valori massimi di circa 250 UFC/100ml** sia per gli strati superficiali d'acqua sia per quelli di fondo.



Il caso di bora è quindi quello con maggior ricaduta ai fini dell'inquinamento di breve durata delle acque di balneazione (anche se i valori simulati rimangono sotto i limiti stabiliti per legge) e rappresenta l'evento di progetto.

Simulazione di progetto

Scarico di tipo distribuito:

- **3 condotte** di scarico di 2 m ciascuna
- **12 bocchette** di uscita **totali**
- la prima da una **distanza** di circa **950 metri** dalla linea di riva (1150 metri da scarico AUSA)
- **lunghezza** totale dello scarico di circa **100 metri**

Modello: una condotta (AUSA) con **7 diffusori a partire da 950 metri dalla riva** vista la limitata distanza tra le stesse (2 m circa), lo scarico è stato associato ad un unico punto griglia

Le **bocchette di scarico** posizionate sul **fondo**

Simulazione di progetto: migliorie progettuali

Al fine di valutare il beneficio derivante dalla presenza di più bocchette di scarico, rispetto alla bocca singola, sono state condotte simulazioni differenziali.

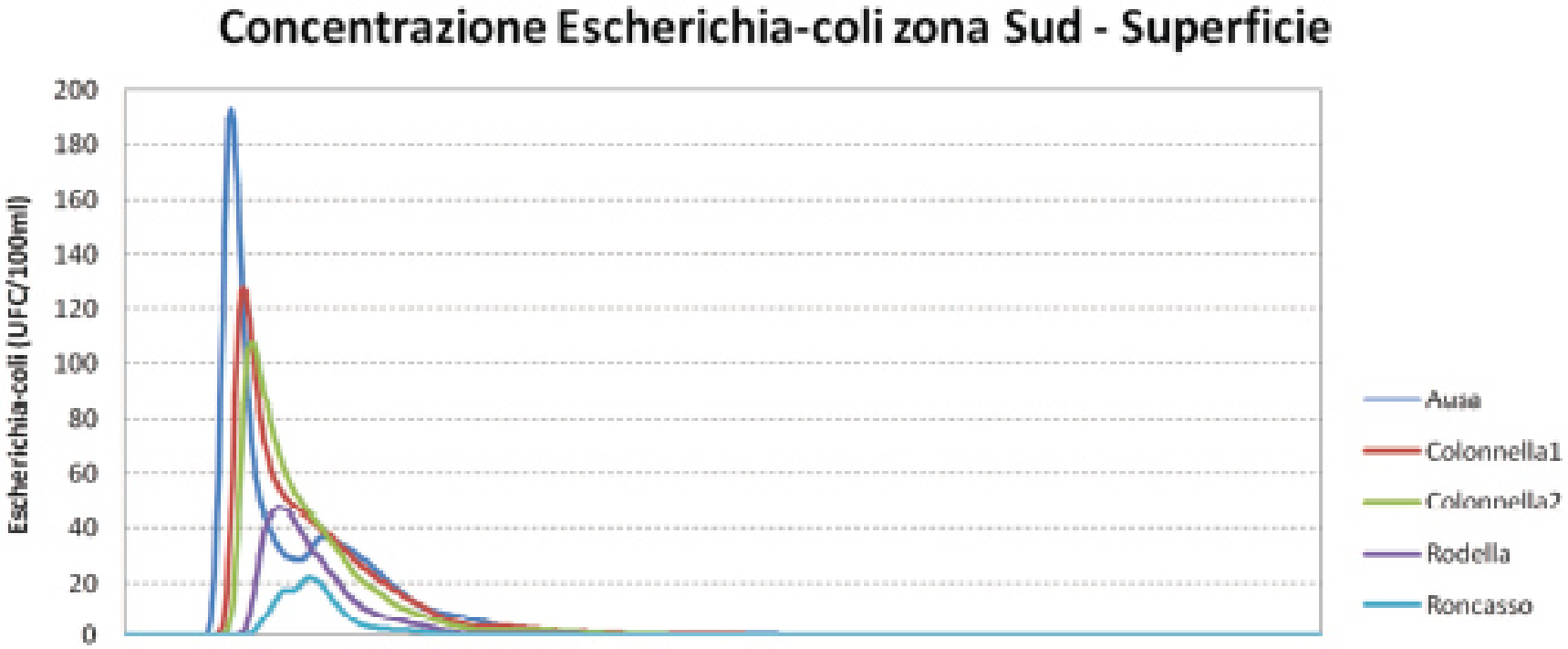
Portata costante di **18 mc/s** per **3 ore**.

Concentrazione fissa per tutti gli scarichi e pari al massimo dell'uscita delle simulazioni del modello fognario (**90424.2 UFC/100ml**).

concentrazione massima di Escherichia-coli (UFC/100ml)						
	scarico singolo a 1km dalla riva		scarico diffuso a 950m dalla riva		abbattimento concentrazione massima	
punto di controllo	superficie	fondo	superficie	fondo	superficie	fondo
Torre Pedrera	6.82	6.81	6.74	6.74	-1.16%	-1.14%
Brancona	8.99	9.01	8.85	8.86	-1.61%	-1.60%
Viserbella	9.92	9.93	9.76	9.77	-1.65%	-1.64%
Sortie	10.83	10.85	10.71	10.73	-1.10%	-1.05%
Spina	13.86	13.90	14.02	14.04	1.10%	0.96%
Turchetta	16.99	17.04	17.25	17.29	1.48%	1.44%
Ausa	239.44	239.27	193.18	193.06	-19.32%	-19.31%
Colonnella I	157.18	158.61	128.01	129.16	-18.56%	-18.57%
Colonnella II	132.18	133.37	107.64	108.46	-18.57%	-18.68%
Rodella	58.67	58.64	47.31	47.28	-19.36%	-19.37%
Roncasso	27.80	27.61	22.24	22.07	-20.01%	-20.05%

Rispetto alla stessa simulazione in cui era stato considerato uno scarico unico, si nota come aver **distribuito l'uscita dalla condotta** lungo una batteria di bocchette lunga circa 100 metri, abbia contribuito ad **abbattere la concentrazione** degli inquinanti ai punti di controllo, posti a circa 300 metri dalla riva della zona Sud, di circa il **20%**.

Simulazione di progetto: risultati

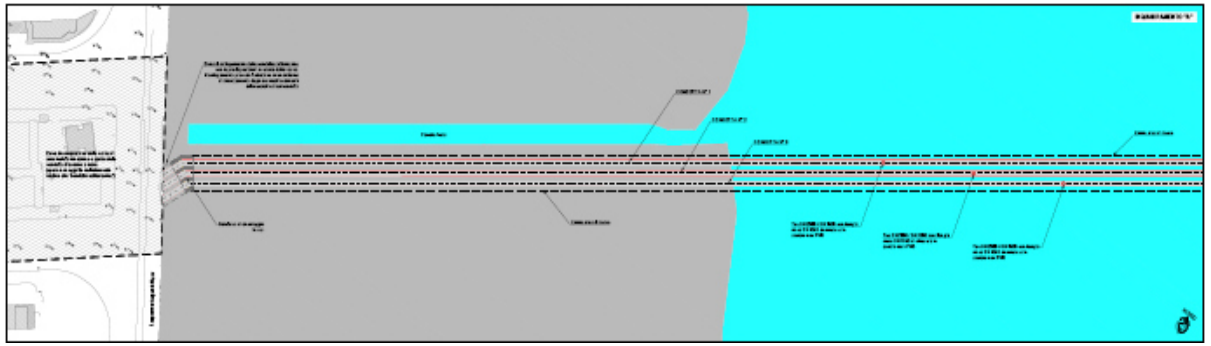


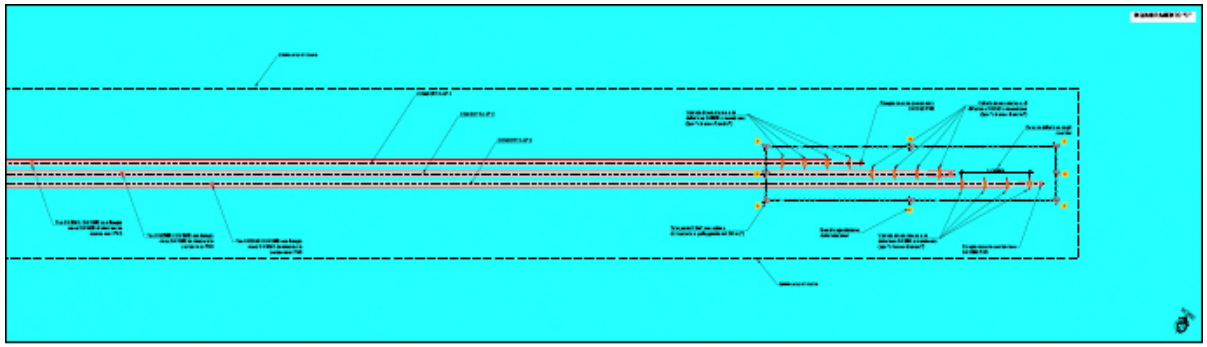
I risultati della simulazione effettuata e riportati nei grafici precedenti mostrano chiaramente che stante i valori imposti di concentrazione e di portata di refluo uscenti dalla condotta sottomarina in modo distribuito lungo in tratto lungo circa 100 metri, le concentrazioni al confine delle acque di balneazione (300 m dalla riva) rimangano inferiori ai limiti di legge (500 UFC/100 ml per gli Escherichia-coli), sia in superficie che sul fondo.

La modellistica a supporto della definizione degli interventi

Grazie al supporto della modellazione appena vista è stato possibile determinare la lunghezza dei collettori di scarico al largo.

E' stato infatti stabilito, stante tutte le ipotesi utilizzate in input al modello fognario, che l'input generato per il modello di diffusione meteomarina è tale per cui, con una **condotta di lunghezza 1 km**, la ricaduta al limite della fascia di balneazione è ampiamente entro i limiti di legge





Conclusioni

L'attivazione della **Normativa sulla Balneazione** ha accelerato l'individuazione di una soluzione ad un **problema** strutturale del **sistema fognario riminese**.

Tale soluzione è stata strutturata grazie ad una **partnership forte e consolidata tra Gestore e Amministrazioni Pubbliche** e mediante un percorso condotto congiuntamente, per la definizione e l'attuazione delle opere necessarie alla loro risoluzione.

E' stato pertanto identificato un complesso di opere, il **PSBO**, stralcio del Piano Generale delle Fognature, avente come obiettivo l'**azzeramento** dei **divieti di balneazione** sul litorale del Comune di Rimini.

La definizione puntuale delle opere e delle complesse logiche di funzionamento è stata possibile grazie all'implementazione di una **modellistica matematica integrata** fra il sistema fognario e il mare.

Il PSBO, dal costo complessivo di 154 M€ è, allo stato attuale, il **più importante intervento di risanamento fognario in Italia**.

Il PSBO si configura infine come uno **strumento di pianificazione** che supera le criticità del sistema fognario, migliorando il sistema di trattamento, potenziando quello di collettamento e riducendo complessivamente l'impatto antropico sul mare, prima risorsa per il territorio.

Il PSBO è stato citato tra gli **esempi virtuos**i inseriti in uno dei primi report con specifici casi e approcci innovativi nell'ambito del programma d'azione globale per lo **Sviluppo sostenibile definito dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite** nel settembre 2015.

Grazie per la partecipazione.

***Andrea Casadio*, Ph.D.**
Modellazione |Direzione Ingegneria
Heratech S.r.l.
via Del Frullo, 5 40057 Granarolo dell'Emilia BO
Ph. 0541 908549- mobile. 328 4359807
casadio.andrea@gruppohera.it

Andrea Valentini, Ph.D.
Sea and Coast Unit | Arpae-SIMC
(HydroMeteoClimate Service)
Ph. +39 051 525922 - Skype. avalentini7119
V.le Silvani 6, 40122 Bologna ITALY