Variante costruttiva al Progetto di realizzazione della Piattaforma Multipurpose di Vado Ligure – Inchiesta pubblica nell'ambito della procedura di VIA ex art. 11 c.5 Legge Regionale 38/98

Riscontro a interventi presentati nel corso della seconda sessione del 28 giugno 2016

RISPOSTA AL PARERE PRO VERITATE UNIVERSITA' DI GENOVA

PREMESSA

Il **Progetto Preliminare** della Piattaforma Multifunzionale del Porto di Savona è stato redatto nel 2006, nell'ambito della procedura di Project Financing indetta dall'Autorità Portuale di Savona, dall'ATI Maersk A/S, Grandi Lavori Fincosit S.p.A. e Technital S.p.A., quest'ultima nominata in seguito promotrice il 6 febbraio 2007. L'ATI ha poi costituito, in data 3 luglio 2008, una società di progetto denominata APM Terminals Vado Ligure S.p.A..

Il **Progetto Definitivo** è stato avviato il 4 marzo 2008 e consegnato il 20 marzo 2009. Il soggetto promotore ha richiesto l'avvio della procedura di VIA in data 31 marzo 2009, con riferimento al Progetto Definitivo ed allo Studio di Impatto Ambientale (SIA). La procedura si è conclusa con la Deliberazione della Giunta Regionale il 6 agosto 2009, con parere positivo di compatibilità ambientale del Progetto Definitivo. L'iter del Progetto Definitivo è poi proseguito con l'approvazione della Conferenza dei Servizi (seduta referente del 29 gennaio 2010 e deliberante del 9 aprile 2010), con la validazione dell'Ente Certificatore (RINA Industry S.p.A.) in data 6 aprile 2010, con l'esame del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (voto n. 169 del 23 marzo 2011) e con l'approvazione finale dell'Autorità Portuale di Savona con Decreto del Presidente n. 65 del 14 novembre 2011.

L'elaborazione del **Progetto Esecutivo** è stata avviata dall'Autorità Portuale di Savona il 14 novembre 2011. Una **prima Perizia di Variante al Progetto Esecutivo** è stata consegnata con il "Progetto Esecutivo - Fase 2 e contestuale Perizia di Variante della Fase I" e contestualmente è stata avviata la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale approvata con deliberazione della Giunta Regionale n. 254 del 27 marzo 2015.

La **seconda Perizia di Variante al Progetto Esecutivo**, oggetto delle presenti osservazioni, è stata avviata nel giugno 2015 e contestualmente è stata avviata la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale. I relativi elaborati sono stati consegnati nel dicembre 2015.

Da quanto sopra illustrato, si evince che il progetto della Piattaforma Multifunzionale di Vado Ligure, le cui fasi dal Preliminare all'Esecutivo sono state sviluppate nel corso degli ultimi 10 anni, è stato sottoposto al controllo e all'approvazione di vari enti Competenti, nonché alla validazione dell'Ente Certificatore preposto.

In particolare, preme ricordare che nell'ambito dello studio delle condizioni meteomarine e idrodinamiche dell'area di intervento, nel corso dei vari livelli di articolazione del progetto sono state recepite le osservazioni e le raccomandazioni di natura tecnica espresse in fase di approvazione dello stesso, in particolare quelle formulate dall'Autorità Portuale di Savona, dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e dal RINA (Ente Certificatore del progetto).

Si rammenta, inoltre, che tutti gli strumenti modellistici impiegati nell'ambito delle analisi meteomarine e idrodinamiche eseguite a supporto della progettazione sono stati ritenuti idonei a tal scopo dai vari enti

Competenti e dell'Ente Certificatore chiamati ad esprimersi in fase di iter approvativo e di validazione del progetto.

Alla luce delle doverose premesse sopra esposte, si risponde di seguito alle osservazioni contenute nella Relazione Finale del "Parere Pro-Veritate sull'impatto ambientale della variante del progetto della piattaforma multifunzionale del Porto di Savona Vado" (Giugno 2016) elaborata dai Prof. Andrea Mazzino e Prof. Ing. Giovanni Besio dell'Università di Genova, nonostante alcune delle considerazioni pervenute esulino dall'oggetto dell'Inchiesta Pubblica in corso di svolgimento, che riguarda la sola Perizia di Variante del Progetto Esecutivo.

a) Il modello d'onda utilizzato per la generazione della serie storica dei dati d'onda è ad oggi obsoleto (seconda generazione) rispetto allo stato dell'arte (terza generazione);

b) Non è presente nella relazione una validazione con dati di boa o dai satelliti dei dati storici utilizzati;

Il Centro Meteorologico di Bracknell rappresentava ai tempi dell'elaborazione delle prime fasi progettuali (2006-2008) e rappresenta tutt'ora uno dei centri maggiormente accreditati ed affidabili per la ricostruzione del moto ondoso a partire dai parametri meteorologici. I dati di moto ondoso ricostruiti dal Centro di Bracknell a partire dal Giugno 1993 sono peraltro validati mediante dati di altezza d'onda forniti dal satellite ERS-1.

Le misure di moto ondoso dirette, disponibili dagli ondametri di Nizza e La Spezia, erano state esaminate in fase di elaborazione dello studio meteomarino ma ritenute non significative ai fini della ricostruzione del moto ondoso al largo di Vado Ligure, sia per la limitata estensione temporale del campione di dati che per la posizione geografica degli ondametri. Pertanto, tali misure dirette erano state esaminate e utilizzate per qualche parziale verifica di particolari eventi di moto ondoso ma non per la ricostruzione di un affidabile campione storico di dati.

c) Non è stata data alcuna importanza agli intervalli di confidenza della stima degli eventi estremi per la stima delle condizioni dell'altezza d'onda di progetto;

Tenere conto degli intervalli di confidenza nella stima degli eventi estremi di moto ondoso finalizzata alla definizione dell'altezza d'onda di progetto costituisce una delle tante cautele che possono essere adottate nell'ambito del dimensionamento di un'opera.
Nel presente progetto si è ritenuto opportuno applicare altre cautele rispetto a quella sopra evidenziata, in particolare utilizzando un approccio cautelativo per la valutazione dei carichi di progetto indotti dalle onde sulle opere. Ad esempio, nel caso della diga foranea, il moto ondoso incidente è stato considerato perpendicolare allo sviluppo della diga e non obliquo, come è risultato essere dai risultati dello studio di propagazione delle onde, assunzione certamente molto cautelativa ai fini della determinazione dei carichi di progetto per il dimensionamento dell'opera.
Un'altra cautela adottata è stata quella di definire il periodo di ritorno dell'onda di progetto assumendo per l'opera una probabilità di danneggiamento riferita allo scenario di distruzione totale. Tale assunzione cautelativa ha portato a considerare un periodo di ritorno dell'onda di progetto di 250 anni, valore peraltro raccomandato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nell'ambito della procedura di approvazione del Progetto Definitivo.

d) Il trasferimento dell'altezza d'onda dal largo verso riva dovrebbe essere fatta nell'ambito della modellazione dell'hindcast poiché le condizioni di vento utilizzate nello studio sono estremamente semplificate;

Si ritiene che la metodologia utilizzata per il trasferimento delle onde dal largo alle opere sia adeguata e in linea con l'approccio comunemente adottato nella progettazione di opere marittime.
Tale approccio prevede la definizione del moto ondoso al largo, talvolta eseguita anche con metodi più semplificati (ad es. con i metodi tradizionali SMB di previsione del moto ondoso) rispetto a quello adottato dal Centro Meteorologico di Bracknell e la propagazione del moto ondoso sottocosta tenendo conto anche dei fenomeni di generazione locale per effetto del vento.
Nel caso specifico, l'approssimazione che deriva dal considerare una forzante del vento caratterizzata da un'intensità costante su tutto il dominio di calcolo si ritiene di minore importanza ai fini di una corretta definizione del moto ondoso sottocosta. Si è ritenuta invece di rilevanza primaria la riproduzione dei fenomeni di interazione delle onde con le strutture ed in particolare è stata attenzionata l'interazione delle onde con la diga foranea, ai fini di una corretta valutazione del moto ondoso sia in corrispondenza della diga foranea stessa che delle onde a tergo, in prossimità della piattaforma.
A tal proposito sono stati impiegati due modelli matematici in grado di riprodurre i fenomeni di trasformazione del moto ondoso:

- il DELFT 3D-WAVE di Deltares che utilizza il codice di calcolo SWAN (Simulating WAves Nearshore) in grado di simulare i fenomeni di rifrazione e shoaling, generazione dell'onda da vento, dissipazione dovuta al whitecapping, attrito sul fondo, frangimento indotto dai bassi fondali e interazione non lineare tra le onde;
- il PHAROS, messo a punto dal laboratorio idraulico di Delft, in grado di simulare principalmente il fenomeno di diffrazione intorno alla testata della diga, i fenomeni di rifrazione e shoaling per effetto dei fondali che variano rapidamente in prossimità dell'opera.

L'approccio sopra delineato ha consentito di tener conto, nell'ambito della definizione delle onde di progetto, di fenomeni significativi quali ad esempio la riflessione del moto ondoso lungo la diga foranea, che determina un'amplificazione dell'altezza d'onda nel caso di moto ondoso inclinato di 15÷20° rispetto allo sviluppo della diga (nel caso di onde al largo provenienti da Libeccio).

e) Sono necessari dei chiarimenti sulla scelta della "plotting position" nelle curve di probabilità H-TR;

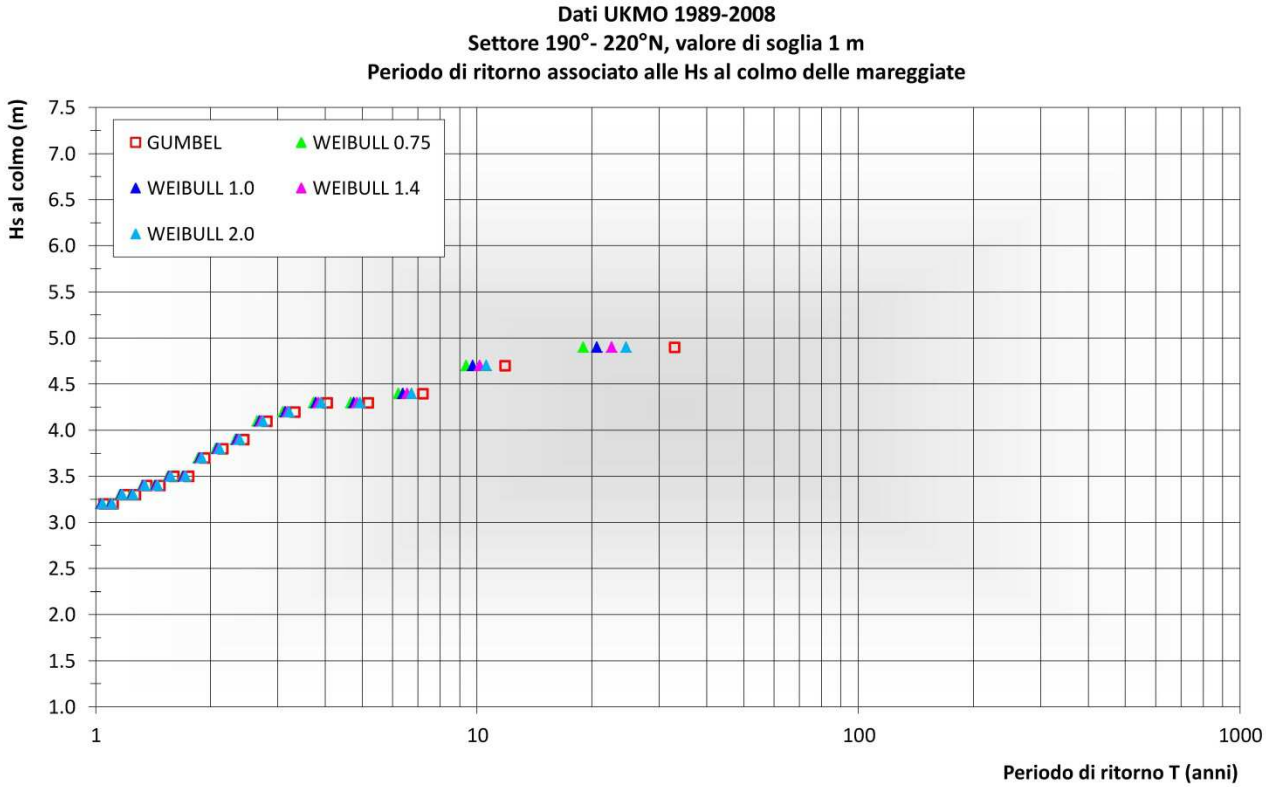
Nell'ambito dell'analisi statistica degli eventi estremi di moto ondoso, per adattare la distribuzione teorica prescelta ai dati sperimentali osservati, occorre determinare i parametri incogniti che definiscono la distribuzione stessa.
Nelle analisi di progetto è stato adottato il metodo di fittaggio dei minimi quadrati, tra quelli maggiormente utilizzato nella pratica. Secondo tale approccio, i coefficienti incogniti sono calcolati per regressione, minimizzando lo scarto tra la funzione di distribuzione teorica e la funzione di distribuzione sperimentale. Quest'ultima è ottenuta assegnando un idoneo livello di probabilità (*plotting position*) ai valori osservati. La plotting position adottata è quella raccomandata da Goda (1988, rif. "Random Seas and Design of Maritime Structures", Y. Goda) ed è del tipo:

$$F=1-(m-\alpha)/(N_T+\beta)$$

dove m=1,2,.....Nl (m=1 indica il più piccolo valore dei dati sperimentali ordinati in ordine crescente; Nl è il numero di eventi estratti superiormente da un campione totale di N_T dati rappresentativi della popolazione) e α=0,44, β=0,12 se si utilizza la distribuzione di Gringorten (adottata per l'adattamento alla distribuzione teorica di Gumbel). Se si adotta la distribuzione di Weibull risulta invece α=0,20+0,27/$k^{0,5}$, β=0,20+0,23/$k^{0,5}$, dove k è il parametro di forma e assume i valori 0,75; 1,0; 1,4; e 2.0.

Per quanto riguarda i periodi di ritorno associati alle altezze d'onda significative al colmo delle mareggiate, si evidenzia che questi variano in funzione della plotting position adottata per la valutazione della probabilità dei valori osservati. Nei grafici delle figure 5.15-5.18 della Relazione Meteomarina (doc. MI0102-PV-G-L-R-001-00) sono stati rappresentati, per sinteticità, solo i periodi di ritorno determinati in riferimento alla distribuzione di Gringorten (adottata per l'adattamento alla distribuzione teorica di Gumbel). Nel grafico seguente si riportano per completezza i periodi di ritorno associati alle altezze d'onda al colmo calcolati in riferimento a tutte le funzioni di distribuzione considerate nell'ambito delle analisi di progetto (si presentano i risultati relativi al settore 190-220° N, da cui proviene la mareggiata caratterizzata dal valore massimo di Hs al colmo).

Come si evince dal grafico, il valore del tempo di ritorno associato all'altezza d'onda massima adottando la distribuzione di Weibull (con i diversi valori del parametro di forma) si attesta nell'intorno dei 20 anni, ed è pertanto in linea con quanto è lecito aspettarsi in riferimento all'estensione temporale del campione di dati disponibile. A tal riguardo si rammenta che la distribuzione statistica prescelta per rappresentare le onde estreme di progetto è quella di Weibull con parametro di forma k=1,0.



f) Nello studio sulla circolazione e dispersione, non è presente una analisi di sensibilità rispetto alla scelta di differenti tecniche di chiusura, ai valori delle diffusività e viscosità turbolenti orizzontali, alla

risoluzione della griglia di calcolo, specie nell'intorno della piattaforma e della diga foranea, e a diversi profili di stratificazione del mare;

Come descritto in premessa, il set-up e l'applicazione dei modelli per lo studio degli effetti indotti dalla nuova piattaforma multifunzionale di Vado Ligure si è sviluppato in circa 10 anni. In questo periodo, oltre all'evoluzione della progettazione, sono stati eseguiti numerosi studi e campagne di misura.

Man mano che i nuovi dati e le nuove conoscenze si rendevano disponibili, si è proceduto ad una continua verifica e affinamento dei modelli utilizzati al fine di accertare la corrispondenza tra i risultati dei diversi modelli ed i dati sperimentali che venivano raccolti

Nelle analisi presentate nell'ambito dello SIA della seconda Perizia di Variante del Progetto Esecutivo sono stati mantenuti gli stessi valori dei parametri, sia idrodinamici che dispersivi, che erano sati definiti nel corso delle fasi di progetto precedente e che erano risultati quelli che meglio rappresentavano le informazioni raccolte.

Le assunzioni e le impostazioni considerate sono state presentate e discusse con i membri del dipartimento Ambiente della Regione Liguria e in particolare con ufficio competente, il Settore ecosistema costiero, che si occupa degli aspetti ambientali relativi alle opere di difesa della costa dall'erosione marina, la realizzazione di nuovi porti turistici, di dragaggi portuali e dei monitoraggi dell'ambiente marino costiero. Inoltre tali impostazioni sono anche state verificate e condivise dall'Ente Certificatore (RINA).

La schematizzazione su cui i diversi modelli si basano (modello idrodinamico, modello di propagazione delle onde sottocosta, modello di dispersione dei sedimenti, modello di qualità delle acque, ecc.) è costituita dallo specchio acqueo portuale , e da una fascia di mare della larghezza di circa 9 km che si sviluppa lungo tutto il litorale da Savona a ben oltre Capo Noli con un'estensione di circa 15 km.

L'estensione del dominio di calcolo e la posizione dei contorni aperti sono stati definiti in modo da minimizzare eventuali "effetti di bordo", cioè, per evitare che i risultati del modello nell'area di interesse risentissero troppo delle condizioni imposte al contorno. Allo stesso tempo è stato verificato che l'estensione verso mare della griglia fosse in grado di garantire che i pennacchi uscenti dai fiumi rimanessero all'interno del dominio di calcolo per vari cicli di marea e, quindi, che si potesse rappresentare in modo efficace la dispersione di eventuali torbide o inquinanti.

La griglia di calcolo, di tipo curvilineo a risoluzione variabile, è composta da celle ortogonali che, nell'intorno della piattaforma e della diga foranea, hanno una risoluzione media di circa 20 ÷ 30 m, lungo il litorale verso Savona una risoluzione variabile tra circa 50 e 90 m, mentre verso il mare aperto le celle hanno una risoluzione superiore ai 150 m.

La schematizzazione del sistema è stata eseguita in modo di soddisfare i criteri di "best practices" per questo tipo di modello 1 (algoritmo di calcolo alle differenze finite secondo lo schema ADI – Alternate Direction Implicity) , tra i quali:

Rispettare i vincoli di ortogonalità;

Gradualità della variazione delle dimensioni delle celle, passando da aree schematizzate ad alta risoluzione verso aree con bassa risoluzione mantenendo un corretto rapporto di omogeneità;

Adozione di un time step di calcolo (3 s) tale mantenere il numero di Courant sempre minore di $4\sqrt{2}$.

Come è certamente noto agli estensori delle osservazioni oggetto della presente nota, nel modello Delft-3DFlow il coefficiente di diffusione orizzontale, , è considerato costituito da 3 parti: una parte

[1] 2011. Delft3D-Flow User Manual. Deltares ,Delft, The Netherlands, 281-326

dovuta alla “turbolenza 2D”, una parte dovuta alla “turbolenza 3D” ed una parte dovuta alla diffusione molecolare.

La parte 2D è associata al rimescolamento dovuto a moti e forze orizzontali che non possono essere risolte dalla maglia orizzontale (sub-grid scale turbulence). La parte 3D si riferisce alla turbolenza tridimensionale ed è legata alla viscosità dinamica che è valutata seguendo il modello di chiusura della turbolenza.

Dall’analisi delle informazioni disponibili e delle analisi svolte si è ritenuto di adottare come modello di chiusura della turbolenza il modello “k-ε”, che è un modello di chiusura con schema del secondo ordine. Senza entrare in un maggiore dettaglio, è sufficiente ricordare che in questo modello sia l’energia cinetica turbolenta “k” che la dissipazione dell’energia cinetica turbolenta “ε” sono calcolate risolvendo un’equazione di trasporto. Partendo dalla valutazione di “k” ed “ε” è possibile determinare i valori della lunghezza di mescolamento “L” e della viscosità turbolenta “ν_V”. In questo caso la lunghezza di mescolamento diventa una proprietà del flusso e, in caso di stratificazione, non è necessario applicare alcuna funzione di smorzamento.

La viscosità turbolenta è direttamente correlata all’algoritmo della chiusura della turbolenza, per mezzo del quale il primo parametro viene valutato in ogni istante ed in ogni punto. Questo parametro tiene conto dell’interazione tra i vari strati, sia in termini di attriti interni, sia in termini di trasporto verticale (e quindi rimescolamento). La determinazione a priori del valore di riferimento di questo parametro è stato eseguita su valori di letteratura per sperimentazioni analoghe al campo di applicazione del modello.

Nell’ambito delle analisi condotte durante le diverse fasi progettuali della Piattaforma di Vado Ligure, sono state eseguite analisi di sensibilità per la valutazione del campo di variabilità e della distribuzione della viscosità turbolenta orizzontale e verticale così come della diffusività orizzontale.

Sono state eseguite numerose simulazioni che hanno consentito di evidenziare la viscosità turbolenta e la diffusività come valore di output della simulazione stessa in termini di variazione rispetto ad un valore iniziale imposto.

A seguito delle analisi di sensibilità sviluppate durante la fase di set-up del modello si è stato individuato come “valore di fondo” una viscosità turbolenta verticale pari a 10-4m2/s.

Il coefficiente di viscosità turbolenta orizzontale (“horizontal eddy viscosity”) è stato definito variabile nel dominio di calcolo in funzione della dimensione della griglia tra 1 e 5 m2/s.

g) Non sono presenti informazioni che riguardano i valori dei coefficienti di drag in superficie e al fondo utilizzati nello studio sulla circolazione. Specie il valore in superficie può modificare sensibilmente la risposta della circolazione alla forzante vento;

Nelle analisi che sono state condotte nell'ambito dello SIA dedicate allo studio delle variazioni del comportamento idrodinamico, della dispersione e della qualità delle acque tra la situazione di riferimento e quella di progetto si intendeva studiare degli scenari statisticamente significativi e quindi rappresentativi di situazioni medie e/o frequenti.

Per quanto riguarda il vento, sono state analizzati gli scenari statisticamente più rappresentativi. E' necessario sottolineare che, per il paraggio di Vado Ligure, il vento prevalente è il vento da NO o "vento di Vado" che, per la sua direzione e intensità tende a creare una circolazione superficiale da terra verso il largo. Gli altri venti considerati (Scirocco e Grecale) hanno un effetto opposto creando correnti con direzione verso la baia e, potenzialmente peggiorativi per la qualità.

Nel modello idrodinamico utilizzato per le analisi riportate nello SIA, il coefficiente di trascinamento del vento sulla superficie è stato definito considerando le seguenti costanti:

A= 0,00063 per U10 = 0 m/s

B=C=0,00723 per U10 = 100 m/s

Il coefficienti di "drag" (trascinamento) del vento sulla superficie viene definito come linearmente dipendente dalla velocità del vento; in questo modo si tiene conto del incremento della rugosità della superficie dell'acqua con l'incremento della velocità del vento (Smith and Banke, 1975; Delft3D-FLOW User Manual)

Per i venti considerati nelle analisi si ricava che i coefficienti di "drag" sono:

Cd= 0.00109 – vento con intensità di 7 m/s (scenari con vento da Sud-Est e Nord-Est);

Cd= 0.00129 – vento con intensità di 10 m/s (scenario con vento da Nord-Ovest).

Il campo di variazione del coefficiente di trascinamento è coerente con indicazioni fornite nella letteratura scientifica (Yellan & Taylor, 1996; Berrelli et al., 2006).

Inoltre, secondo quanto riportato da Cats, 2014, la parametrizzazione definita nel modello dimostra una buona accuratezza per venti compresi tra 5 m/s e 30 m/s, intervallo che garantisce l'accuratezza della rappresentazione per gli scenari analizzati nell'ambito dello SIA.

Considerando l'intensità dei venti che sono stati utilizzati per le simulazioni, si può facilmente verificare che l'intensità delle velocità delle correnti calcolate (che dipende anche da altri fattori, ed in particolare dall'ampiezza dello specchio d'acqua libero da ostacoli, denominato fetch, esistente nella direzione di provenienza del vento) dal modello sono compatibili con i valori attesi indicati nella letteratura. In media l'intensità della corrente di deriva a regime può essere valutata in circa il 2% della velocità del vento che l'ha generata (Wu, 2006, Chang et al., 2012, Corazzon et al., 2009).

Nel modello idrodinamico utilizzato per le analisi riportate nello SIA, i coefficienti di scabrezza dei fondali (espressi secondo la formulazione di Manning) sono stati definiti variabili nel dominio di calcolo in funzione della composizione e tipologia dei fondali o della pezzatura del materiale lapideo assumendo, in linea con quanto indicato in letteratura (Chow,1959 ; Henderson, 1966), valori tra 0.030 s/m1/3 e 0.065 s/m1/3.

h) Non è presente alcuna informazione in relazione al profilo di stratificazione assunta nel paraggio di interesse. Tale quantità è nota influenzare in modo significativo sia la corrente sia i relativi processi dispersivi;

Nello SIA non sono stati definite particolari impostazioni relative ai profili di stratificazione in quanto risulta che quasi tutto il litorale ligure presenta i caratteri di acque costiere profonde e scarsamente condizionate dagli apporti dei corsi d'acqua con un basso livello di stabilità della colonna d'acqua. Questa classificazione risulta dal documento:

http://www.ambienteinliguria.it/eco3/DTS_GENERALE/20131105/Tipizzazione_acque%20costiere_transizione.pdf, relativo alla caratterizzazione delle acque superficiali costiere liguri secondo quanto indicato nel Decreto Ministeriale n. 131 del 16 giugno 2008 – allegato alla D.G.R. n. 430/2009.

Il suddetto decreto reca i criteri tecnici per la caratterizzazione delle acque superficiali (tipizzazione e individuazione dei corpi idrici). Per quanto riguarda le acque costiere la caratterizzazione viene effettuata sulla base delle caratteristiche naturali geomorfologiche ed idrodinamiche che identificano il tipo di tratto costiero, utilizzando dei macro-descrittori di cui alla tabella 3.1 sez. A All.1 del DM 131/08.

Il parametro idrologico utilizzato per la caratterizzazione è la stabilità della colonna d'acqua. Questo parametro quantifica l'entità della stratificazione di densità, fornendone una misura diretta. In questo modo, il concetto di tipologia viene esteso anche ai numerosi fattori, indicatori di pressione antropica, che influenzano lo stato di qualità della fascia costiera (nutrienti, sostanze contaminanti, ecc.). La stabilità, inoltre, è una grandezza derivata dai parametri di temperatura e salinità e come tale è congrua con le richieste dalla Direttiva 2000/60.

In Liguria, ISPRA ha applicato i calcoli di stabilità sui 5 siti della rete di controllo del programma ministeriale di monitoraggio dell'ambiente marino costiero (stazione intermedia del transetto o, nel caso di 2 stazioni, quella più al largo), ottenendo i seguenti risultati:

	N medio	STABILITA'	N medio	STABILITA'
	(usando ρ)		(usando σt)	
IMPERIA	0.0136	BASSA	0.09	BASSA
VADO-FOCE TORRENTE QUILIANO	0.0176	BASSA	0.11	BASSA
FOCE TORRENTE LERONE	0.0160	BASSA	0.1	BASSA
PUNTA MESCO	0.0144	BASSA	0.09	BASSA
MARINELLA-FOCE MAGRA	0.0254	MEDIA	0.18	MEDIA

La stabilità della colonna d'acqua risulta media a Marinella, presso la foce del fiume Magra; altrove risulta ovunque bassa, anche in prossimità delle foci dei torrenti Lerone e Quiliano.

Nella tabella successiva è riportato uno schema riassuntivo delle acque costiere liguri:

Area		Transetto	Stabilità	
1	Capo Mortola	MOR	?	Da verificare
2	Ventimiglia-Bordighera	NER	?	Da verificare
3	Sanremo	SAN	BASSA	Supposta*
4	Santo Stefano al Mare	TAG	?	Da verificare
5	Imperia	IMP	BASSA	calcolata da ISPRA
6	Diano marina - Andora	AND	BASSA	Supposta*
7	Laigueglia - Albenga	CEN	?	Da verificare
8	Ceriale - Finale	BOR	BASSA	Supposta*
9	Noli - Bergeggi	NOL	BASSA	Supposta*
10	Vado	VAD	BASSA	calcolata da ISPRA
11	Savona	ALB	BASSA	Supposta*
12	Varazze - Arenzano	LER	BASSA	calcolata da ISPRA
13	Genova Voltri	VOL	BASSA	Supposta*
14	Genova Polcevera	POL	?	Da verificare
15	Genova Bisagno	VAG	?	Da verificare
16	Genova - Camogli	CAM	BASSA	Supposta*
17	Portofino	ORO	BASSA	Supposta*
18	Portofino - Zoagli	SML	BASSA	Supposta*
19	Chiavari - Sestri Levante	ENT	?	Da verificare
20	Sestri Levante - Riva Trigoso	RIV	BASSA	Supposta*
21	Moneglia - Levanto	FRA	BASSA	Supposta*
22	Punta Mesco	MES	BASSA	calcolata da ISPRA
23	Cinque Terre	5TE	BASSA	Supposta*
24	Portovenere	POR	?	Da verificare
25	Golfo della Spezia	SPE	?	Da verificare
26	Foce Magra	MAR	MEDIA	calcolata da ISPRA

* apporto corso d'acqua trascurabile

Ad ogni modo, il modello Delft3D-FLOW utilizzato per le analisi rappresenta in modo accurato le variazioni indotte dalle portate recapitate dai corsi d'acqua, sia in termini variazioni dei campi di moto locali che di alterazione del gradiente di salinità e di eventuali fenomeni di stratificazione.

i) Le assunzioni relative alla corrente Ligure-Provenzale, sia per la sua distribuzione spaziale sia per essere costante nel tempo, appaiono non giustificate;

Uno Studio di Impatto Ambientale deve evidenziare, se presenti, le condizioni in cui l'intervento oggetto di studio può generare effetti negativi per l'ambiente interessato. Risulta evidente, quindi, che nella identificazione e quantificazione dei parametri che intervengono per la quantificazione dei diversi processi è necessario tener conto di situazioni realistiche e che possano potenzialmente indurre effetti negativi una volta che l'opera sia realizzata.

Per lo studio in oggetto si è considerato che l'esistenza di tale corrente non poteva essere non considerata, che la condizione più gravosa per lo specchio d'acqua della baia di Vado è quando fluisce da levante verso ponente, tale quindi da creare un trasporto potenziale netto verso la baia di Vado, e con intensità, all'interno del suo range di variabilità, ma comunque non tale da favorire la dispersione al largo e, quindi, da ridurre gli effetti di potenziali scarichi inquinanti.

Come detto al precedente punto f), nel corso del set-up del modello sono state svolte numerose simulazioni al fine di identificare un regime di corrente che corrispondesse a quanto sopra descritto ed è stato verificato che, data la lenta variabilità del fenomeno rispetto alle perturbazioni atmosferiche ed al regime mareale, uno scenario che bene rappresentasse il fenomeno era quello adottato.

Nel modello utilizzato nello SIA, l'intensità della corrente che lambisce le coste liguri è stata stimata, al largo, in 20 cm/s.

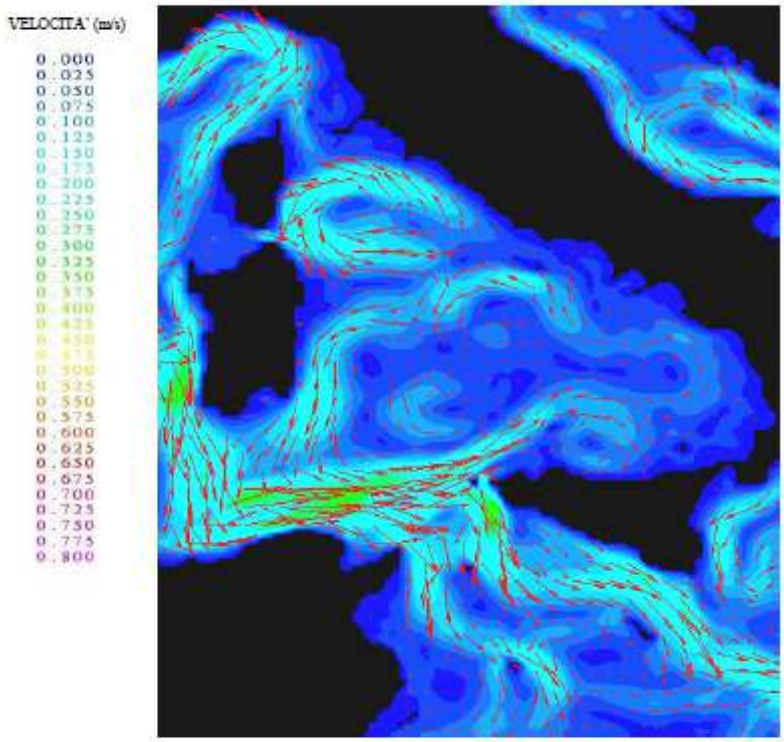
Questa impostazione è derivata dalle informazioni contenute in diverse fonti bibliografiche2 ma soprattutto da quanto riferito nel rapporto "Strategie per l'Ambiente Marino – Valutazione Iniziale – Sottoregione Mediterraneo Occidentale – Caratteristiche fisiche" dell'ISPRA consultabile al sito http://www.strategiamarina.isprambiente.it/consultazioni/consultazione-2012/files/3.1%20medocc%20caratteristiche%20fisiche.pdf.

Nel documento vengono riportati alcuni risultati di misurazioni di velocità della corrente effettuate nell'ambito del Progetto MARCOAST. Il progetto MARCOAST (Marine and Coastal Environment Information Services) realizzato nell`ambito del programma GMES Service Elements dell`ESA, Agenzia Spaziale Europea, e sviluppato da Planetek, ha lo scopo di fornire servizi di monitoraggio marino-costiero ad una utenza PanEuropea.

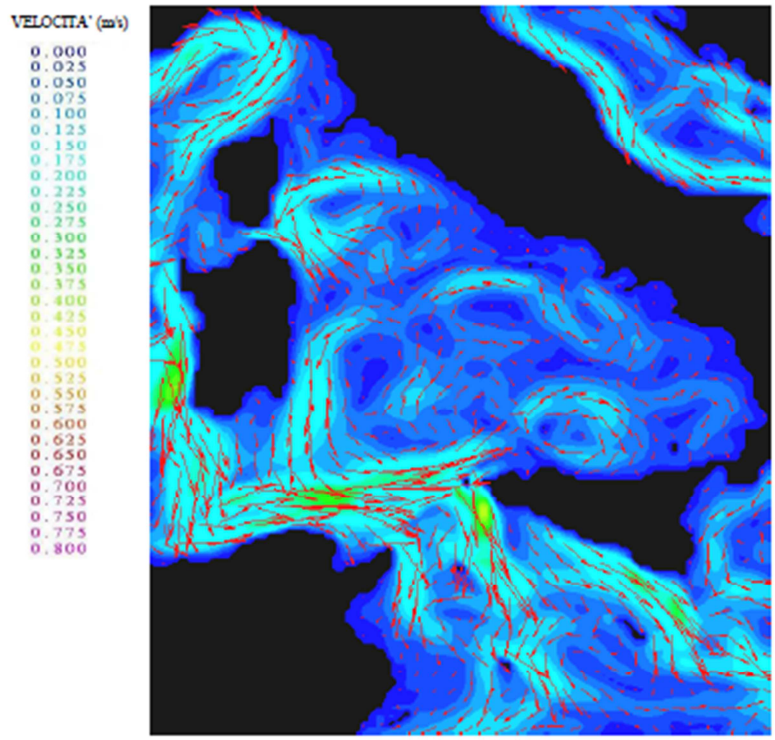
I dati raccolti nel periodo il periodo 2001 – 2010, ri-analizzati dal modello numerico per il Mar Mediterraneo del progetto MyOcean su grigliato regolare con passo di griglia 1/16 di grado (sia per latitudine che per longitudine), sono stati raggruppati per stagione e per anno al fine di valutare in ogni punto di griglia le medie stagionali e annuali dell'intensità e della direzione della componente orizzontale della velocità in corrispondenza della superficie e del fondo.

Nelle figure seguenti sono riportate, 5 mappe rappresentanti il campo fluidodinamico sulla superficie libera nei 10 anni analizzati e i valori medi relativi alle singole stagioni.

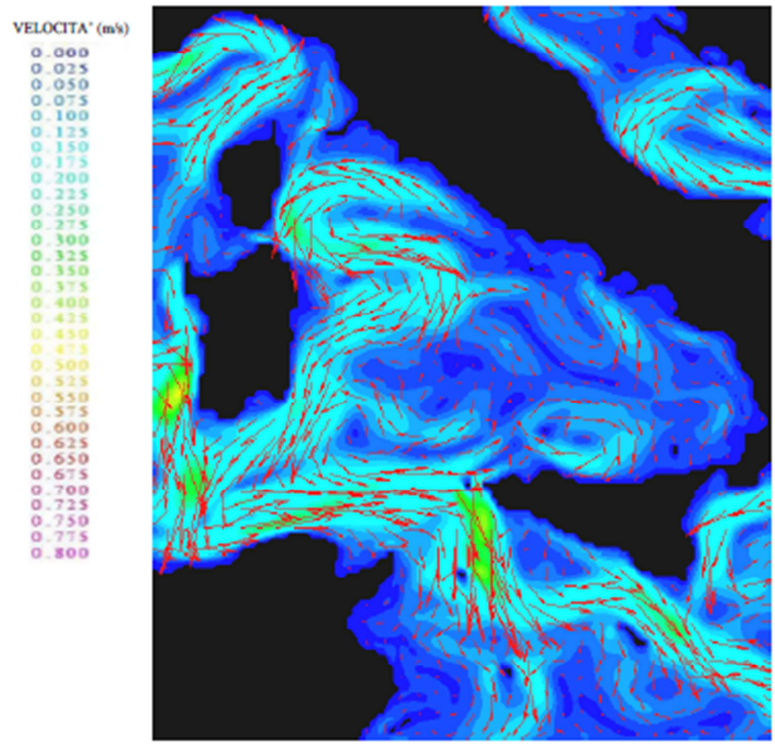
[2] Astraldi, M., G. Gasparini, "La circolazione costiera nel Mar Ligure orientale". Ist. Biol. Univ. Genova, 1986.
Cerrano C., Ponti M., Silvestri S. "Guida alla biologia marina del Mediterraneo". Ananke Edizioni, ISBN 88-7325-050-5, 2004.
Relini G., "Dominio pelagico; il Santuario dei cetacei Pelagos". Museo Friulano di Storia Naturale, Udine, ISBN 88 88192 30 1, 2007.
Laghi, M., "Analisi della variabilità della circolazione del Mar Mediterraneo". Tesi di laurea in Oceanografia e Meteorologia, Università di Bologna, 2003.



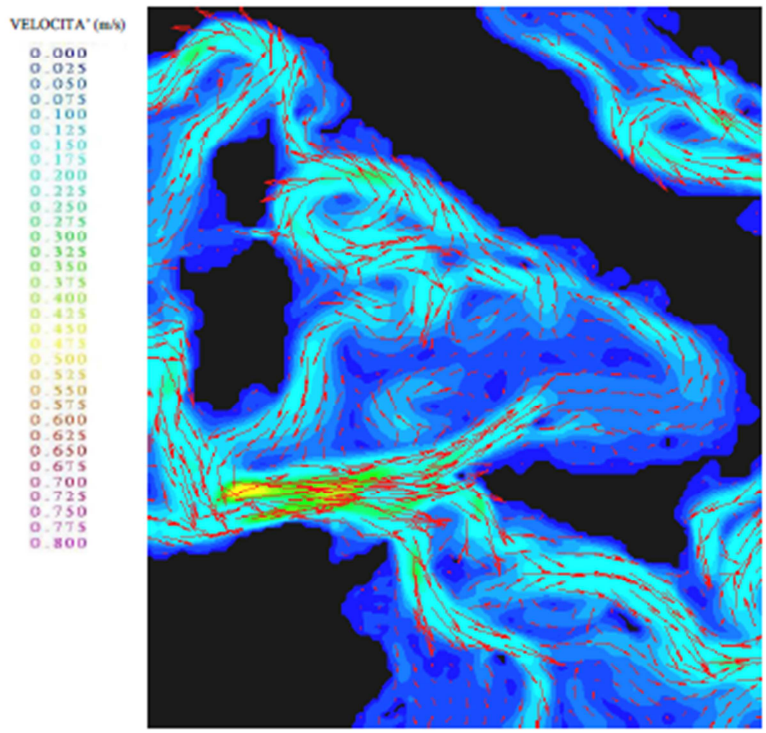
Velocità media sulla s.l. (media dal 2001 al 2010)



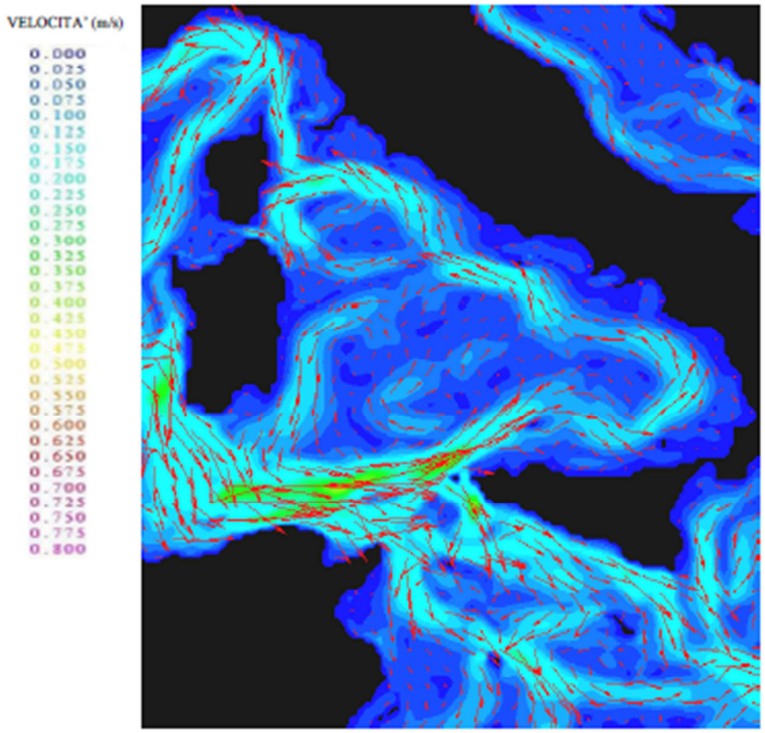
Velocità media sulla s.l. nel periodo primaverile (media dalla primavera 2001 alla primavera 2010)



Velocità media sulla s. l. nel periodo estivo (media dall'estate 2001 all'estate 2010)



Velocità media sulla s. l. nel periodo autunnale (media dall'autunno 2001 all'autunno 2010)



Velocità media sulla s. l. nel periodo invernale (media dall'inverno 2001 all'inverno 2010)

l) Non vengono utilizzati dati osservati per la taratura/validazione dei modelli di corrente e di dispersione;

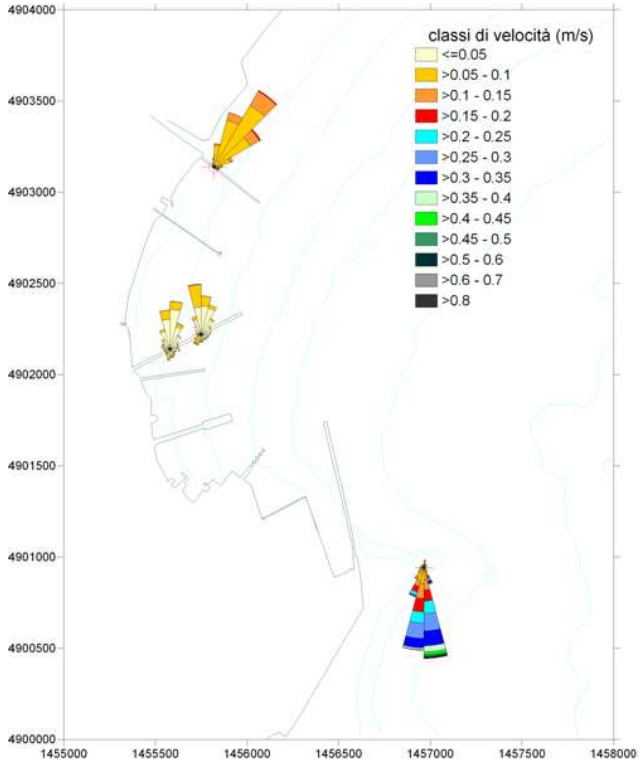
Ribadendo quanto esposto in Premessa in merito al processo di verifica e di validazione dei modelli nel corso dell'evoluzione del progetto ed in funzione dei dati che venivano resi disponibili dagli studi appositamente sviluppati (cfr Studio di Impatto Ambientale del Progetto Definitivo, del Progetto Esecutivo la variante, studi connessi al Campo Prove Geotecnico, ecc.), nel seguito vengono ricordate alcune delle attività di validazione dei modelli a fronte di dati osservati.

Validazione modello di corrente

Al fine di identificare il regime delle correnti principali e la variazione della torbidità naturale nella situazione ante operam, nell'ambito dei molti studi che sono stati sviluppati nel corso della progettazione della Piattaforma di Vado, sono state predisposte delle misure in situ di parametri meteo marini quali la velocità della corrente e del vento, al fine di evidenziare le caratteristiche idrodinamiche dei siti di interesse, e di torbidità per evidenziare il range di variabilità attuale della torbidità stessa (MI010P-PE-G-B-R-1004-C0 - MONITORAGGIO DELLA TORBIDITÀ DURANTE IL CAMPO PROVE GEOTECNICO).

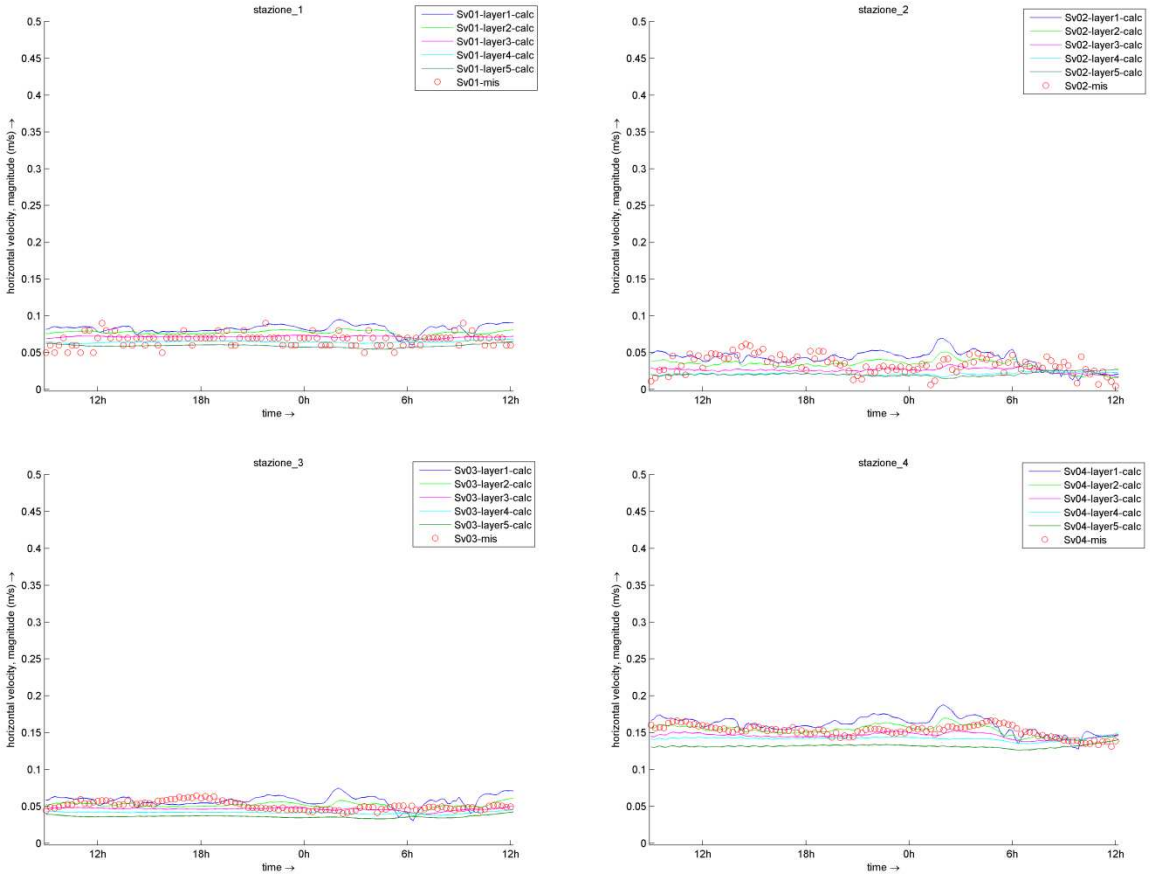
Sono stati installate 4 stazioni di misura della torbidità e di velocità della corrente e una stazione anemometrica, che hanno funzionato in continuo dal 12 marzo al 27 aprile 2010.

Nella Figura seguente viene riportata la rosa delle correnti nei 4 punti di misura che attestano l'andamento delle correnti nelle stesse sia in termini di direzione che di intensità.

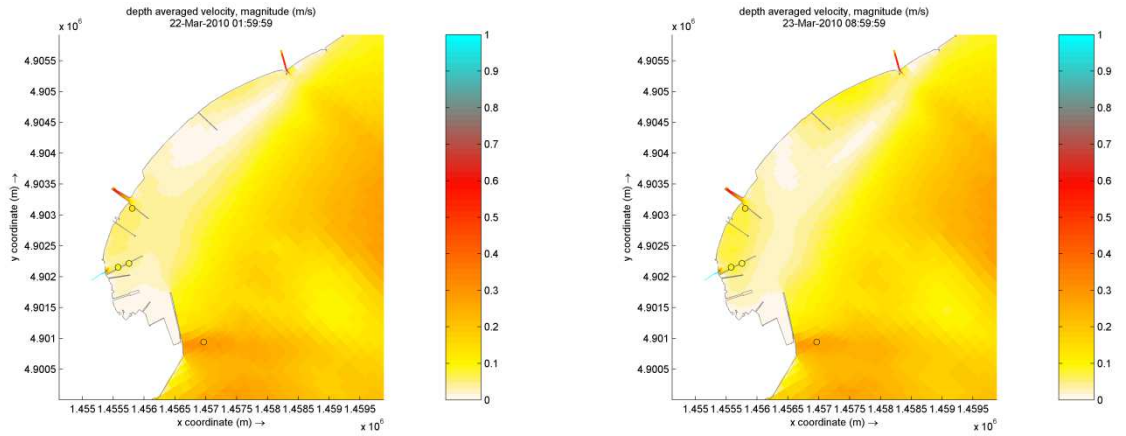


I dati misurati nelle diverse stazioni sono stati utilizzati per validare i risultati forniti dal modello idrodinamico. Le registrazioni sono state analizzati per individuare un periodo in assenza di fattori che possano falsarne le misure, cioè con una componente meteorologica della marea possibilmente nulla o ininfluente e in condizione di vento e onda limitati.

Nelle successive figure viene messo a confronto l'andamento delle intensità delle correnti registrate nel corso della campagna di misura (cerchietti rossi) con quelli calcolati dal modello nei diversi layers. E' evidente la buona corrispondenza tra le due serie di valori.



Nelle figure seguenti i valori misurati sono rappresentati da cerchietti colorati mentre i valori calcolati dal modello vengono presentati come curve di iso-velocità. Entrambi i valori si riferiscono ai valori mediati sulla profondità della colonna d'acqua. Anche in questo caso si può osservare una buona corrispondenza dei risultati.



Validazione modello di dispersione

Il dettaglio della calibrazione del modello dispersivo e di qualità delle acque è riportato sia nell'Appendice dello Studio di Impatto Ambientale (rif. MI0102-PV-G-B-R-001 - Appendice) oggetto della presente nota, sia nella documentazione relativa al SIA della del progetto esecutivo.

Il modello utilizzato per lo studio della dispersione è il Delft3D-WAQ, il modulo per lo studio della qualità delle acque che fa parte della più ampia suite di software Delft3D. Le valutazioni sono state eseguite secondo quanto indicato nelle linee guida "Valutazione dell'impatto di inquinanti sulle acque di balneazione tramite l'utilizzo di metodi numerici" – redatte dall'ISPRA http://www.isprambiente.gov.it/files/linee-indirizzo-inq-acque-balneazione.pdf.

Il modello matematico utilizza la medesima schematizzazione 3 dimensionale del modulo idrodinamico, caratterizzata dalla suddivisione della colonna d'acqua in 5 □-layers di spessore variabile.

Il fenomeno oggetto di calibrazione è stato la dispersione e la mortalità dell'Escherichia Coli, batterio di fondamentale importanza per la balneabilità e per questo oggetto di misura in caso di sversamenti accidentali. I dati sono stati derivati dalle misure effettuate dall'ARPA Liguria, nel corso del monitoraggio sistema di controllo delle acque di balneazione, previsto dal D.lgs. 116 del 2008.

Nel modello è stata simulata la variazione della salinità dovuta alla dispersione dell'acqua dolce proveniente dai fiumi. La temperatura dell'acqua e l'intensità della radiazione ultravioletta, invece, sono stati considerati costanti ed uniformi assumendo dei valori tipici di uno scenario estivo.

Nelle figure i valori misurati sono rappresentati da cerchietti colorati mentre i valori calcolati dal modello vengono presentati come curve di iso-concentrazione. Entrambi i valori si riferiscono ai livelli di concentrazione misurati nello strato superficiale della colonna d'acqua. Si noti che i limiti superiori delle scale di colore nelle figure sono diversi. Dai risultati si può osservare che il modello è stato in grado di ben rappresentare il fenomeno.

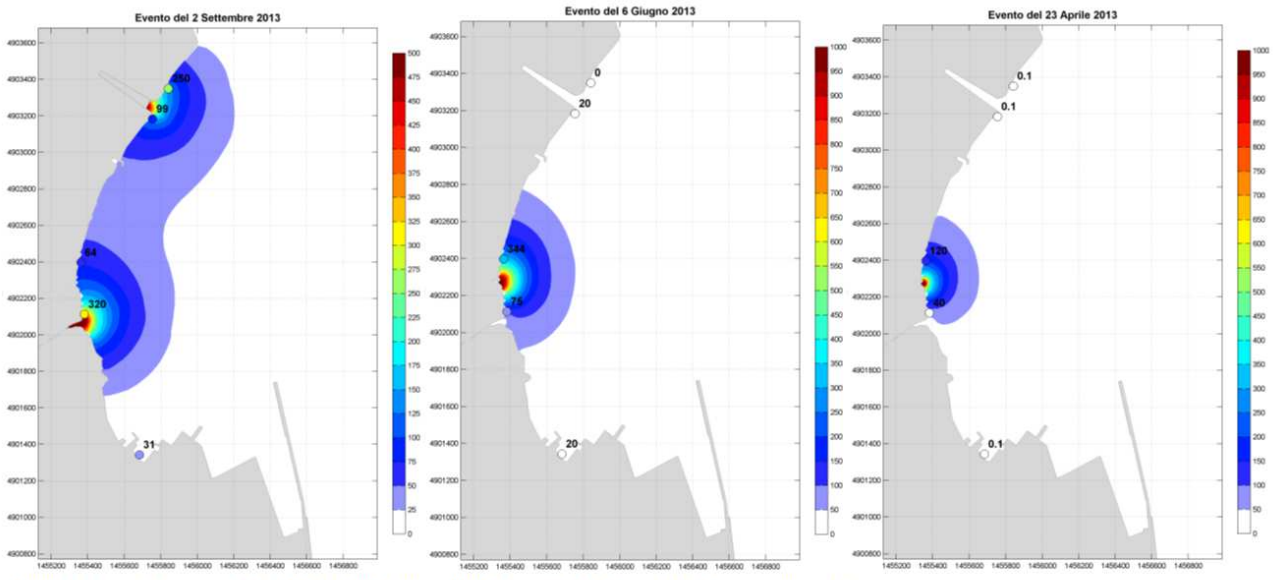


FIGURA 5-11 – CONCENTRAZIONE DELL'ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN TRE EVENTI SIGNIFICATIVI

m) Avere valori assai bassi della corrente superficiale non necessariamente gioca a favore della sicurezza: correnti più intense possono, mediante meccanismi di instabilità idrodinamiche, dar luogo alla formazione di strutture vorticose, specialmente in bacini chiusi o semi-chiusi, capaci di intrappolare molto efficacemente gli inquinanti.

Il modello Delft3D-Flow è in grado di modellare le strutture vorticose attraverso la soluzione delle equazioni di trasporto. Il loro contributo in termini di scambio di quantità di moto e massa viene modellato attraverso la viscosità turbolenta verticale e la diffusività orizzontale.

In ogni caso, la formazione di strutture vorticose come quelle ipotizzate sono da considerare, in un ambiente marino come quello di Vado, comunque temporanee, dato che l'instabilità idrodinamica viene, eventualmente innescata correnti "più intense" che, sulla base dei dati disponibili si possono verificare, sotto costa, solo in concomitanza di deflussi intensi dei corsi d'acqua. Non essendo queste correnti persistenti, questi fenomeni di instabilità, anche dovessero verificarsi, sono destinati a scomparire una volta ridotta la forzante che li ha causati.

Poiché tali fenomeni, per loro natura e quando generati da correnti intense, non sono in grado di svilupparsi lontani dalla costa, essi tendono a smorzarsi e le sostanze eventualmente da essi intrappolate vengono disperse dai fenomeni classici di trasporto indotti dalle correnti.

Per tale ragione nello Studio di Impatto Ambientale non si è tenuto conto di eventuali e non frequenti fenomeni vorticosi (eventualmente concomitanti con eventi di piena dei corsi d'acqua) ma dei fenomeni di base di trasporto e dispersione del sistema.

E' anche da tener presente che gli eventi inquinanti che possono potenzialmente produrre gli effetti peggiori sono quelli che possono verificare durante la stagione estiva quando le alte temperature e la stabilità atmosferica contribuiscono a massimizzare i potenziali danni. In questo periodo risulta particolarmente bassa la probabilità che eventi come quelli ricordati possano verificarsi.