

# UTILIZZO DELLA MODELLISTICA NUMERICA A SUPPORTO DELL'OTTIMIZZAZIONE PROGETTUALE DELLE ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO



M. Tondello



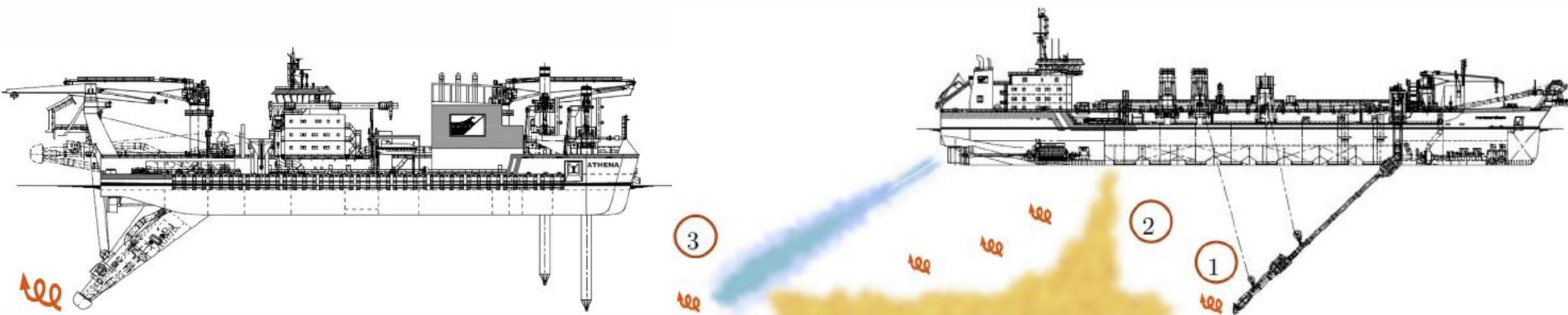
La gestione dell'impatto ambientale è alla base della progettazione, non ne è una conseguenza.

Affrontare correttamente il problema in fase di progettazione consente di minimizzare la necessità di misure di contenimento.

La soluzione progettuale ottimale dipende (anche) dall'idrodinamica del sito; le dinamiche di dispersione della torbidità sono alla base delle scelte progettuali.

L'approccio modellistico riveste primaria importanza per l'analisi degli scenari, e permette di:

- a) ottimizzare progettazione e gestione delle fasi di cantiere;
- b) pianificare le attività di monitoraggio ambientale.



Dalla teoria alla pratica: capitalizzazione dei risultati ottenuti dai progetti Interreg Italia-Francia Marittimo SEDRIPORT, SEDITERRA E GRAMAS  
*De la théorie à la pratique: capitalisation des résultats obtenus par les projets Interreg Italie-France Maritime SEDRIPORT, SEDITERRA ET GRAMAS*

# PROGETTO ESECUTIVO - LAVORI DI APPROFONDIMENTO DEL CANALE DI ACCESSO E DEL BACINO DI EVOLUZIONE DEL PORTO DI MONFALCONE. QUOTA DI PROGETTO: -12.50 m s.l.m.m.



**La cooperazione al cuore del Mediterraneo**  
**La coopération au cœur de la Méditerranée**

## Monitoraggio Ante-Operam

VASTO AREE INTERESSATO DAL MONITORAGGIO

RIDOTTA FINESTRA TEMPORALE A DISPOSIZIONE PER L'ESECUZIONE DELLE MISURE IN SITO

COMPLESSITÀ DEI FENOMENI DA ANALIZZARE



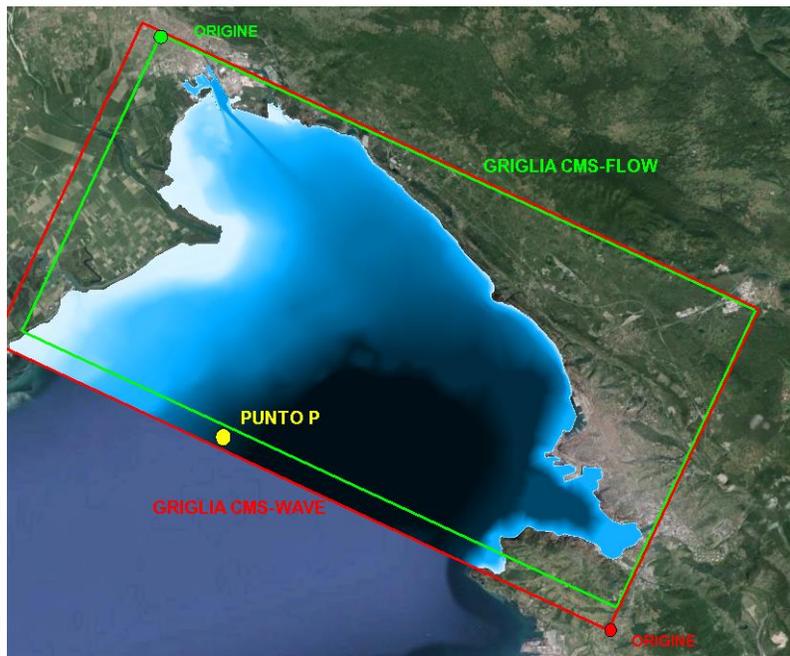
IMPIEGO DELLA MODELLISTICA MATEMATICA AD INTEGRAZIONE DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO IN SITO (ANALISI DI SCENARI «NON MONITORABILI»)



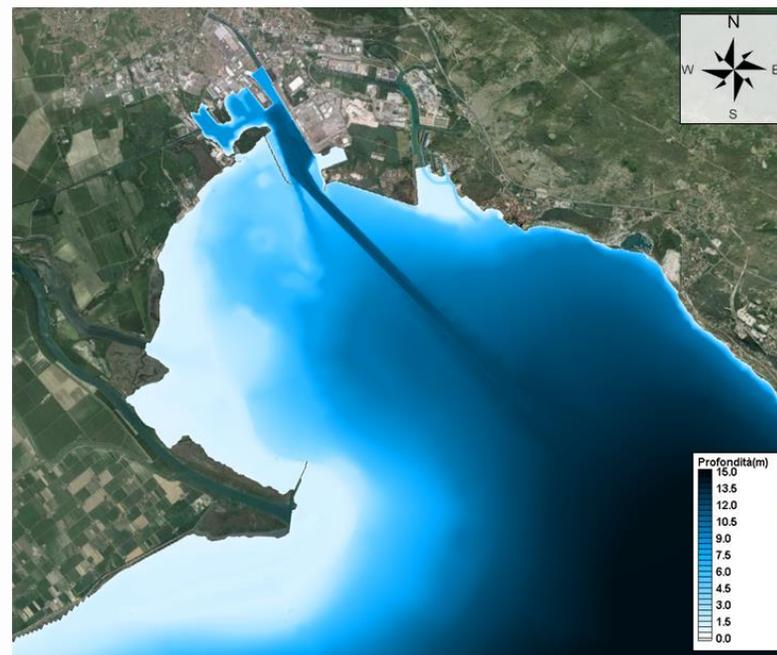
## Monitoraggio Ante-Operam

Implementazione di un modello di circolazione idrodinamica e trasporto solido finalizzato all'analisi della dinamica litoranea

DEFINIZIONE DELLE GRIGLIE DI CALCOLO



DEFINIZIONE DELLE BATIMETRIE FONDALE

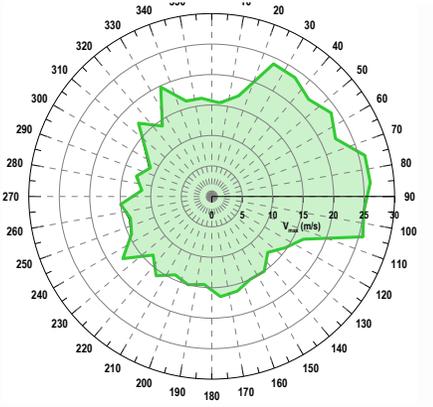
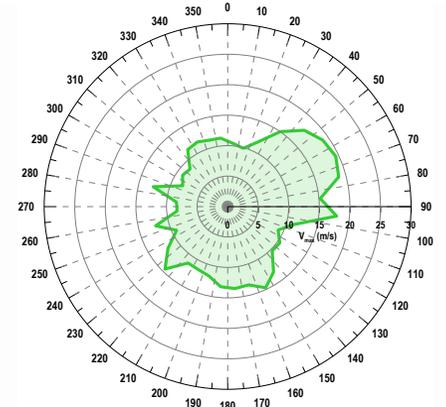


DEFINIZIONE GRANULOMETRIA FONDALE



# Monitoraggio Ante-Operam

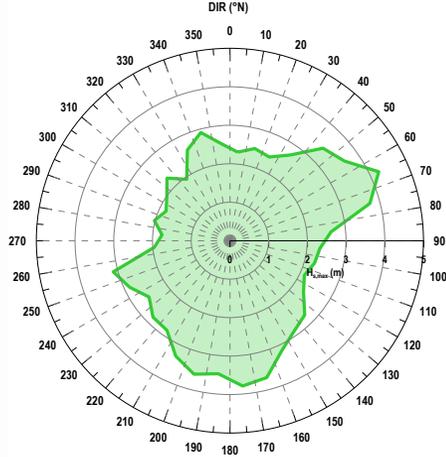
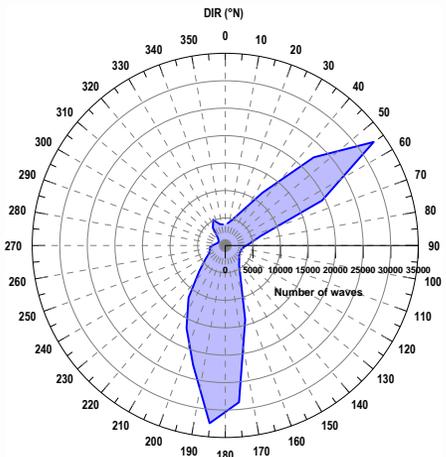
Raccolta dati meteomarini per la ricostruzione degli scenari idrodinamici



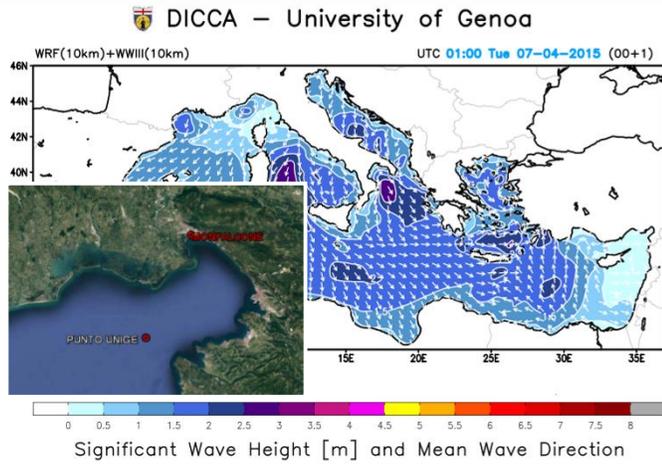
Vento

DATI DI VENTO DELLE STAZIONI DELL'OSMER – STAZIONI DI GRADO E TRIESTE

Moto ondoso



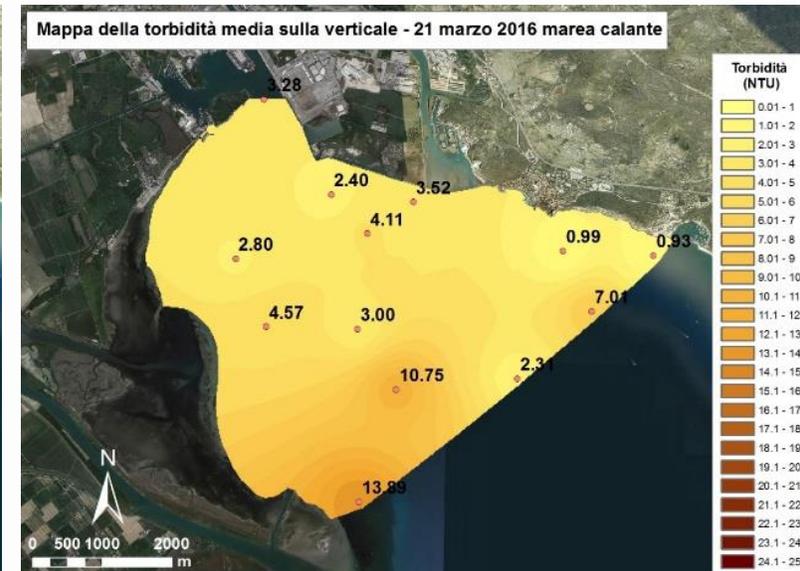
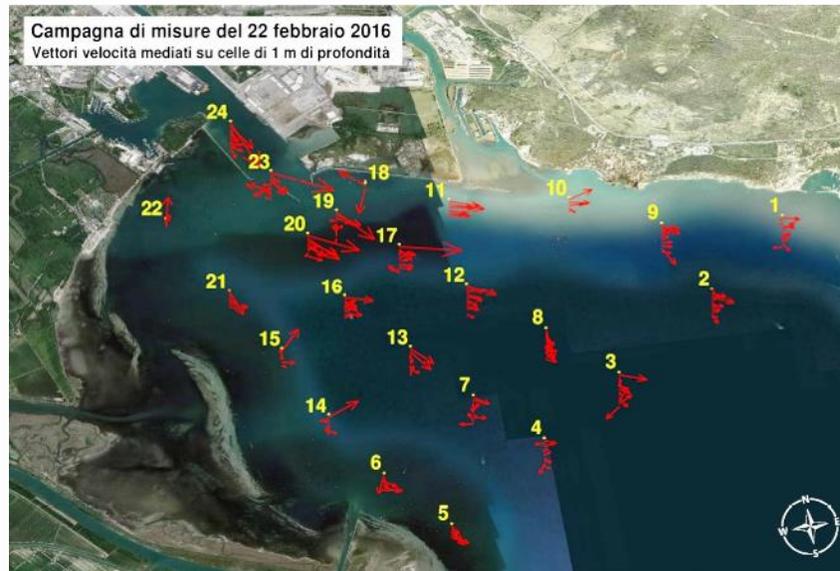
DATI DI MOTO ONDOSO – DATI DA HINDCAST DICCA (UNIGE)



## Monitoraggio Ante-Operam

### Misure in sito per la taratura dei modelli (correntometria e torbidità con ADCP)

CAMPAGNA DI MISURE CORRENTOMETRICHE (ADCP) E DI TORBIDITÀ (BACKSCATTER E ADCP)



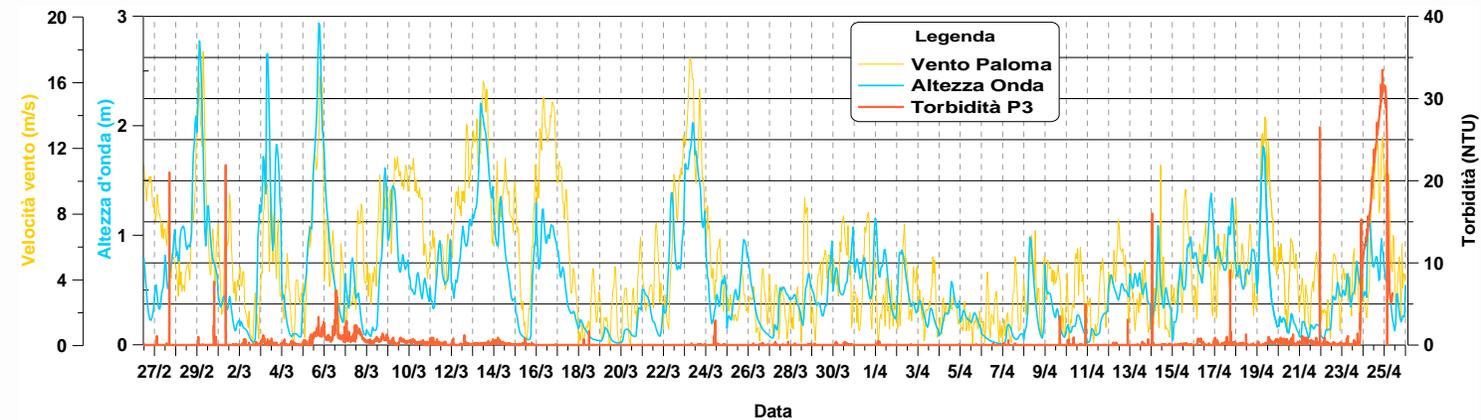
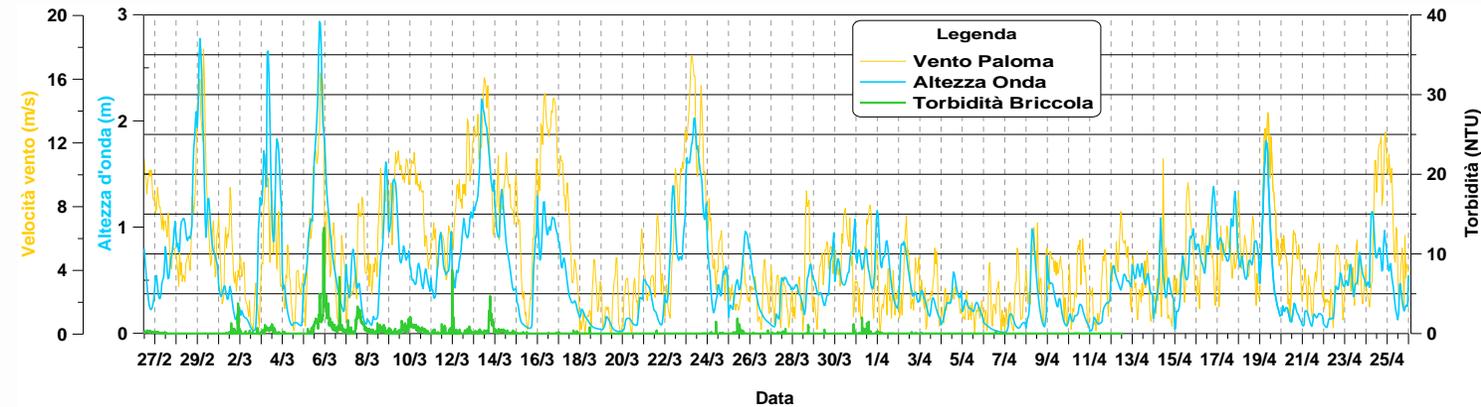
## Monitoraggio Ante-Operam

# Misure in sito impiegate per la taratura del modello (torbidità con sonde nefelometriche)

RILIEVO IN CONTINUO DELLA TORBIDITÀ IN PUNTI FISSI MEDIANTE SONDE AUTOREGISTRANTI



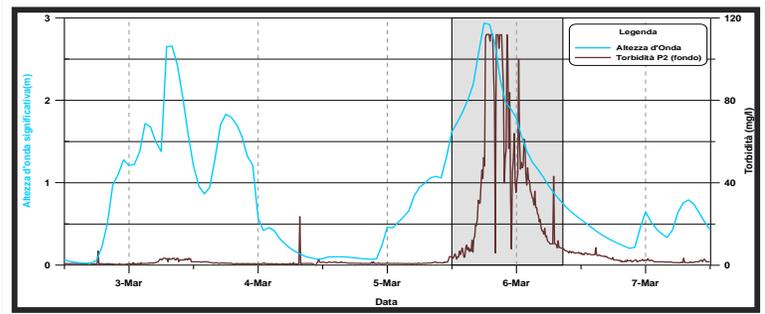
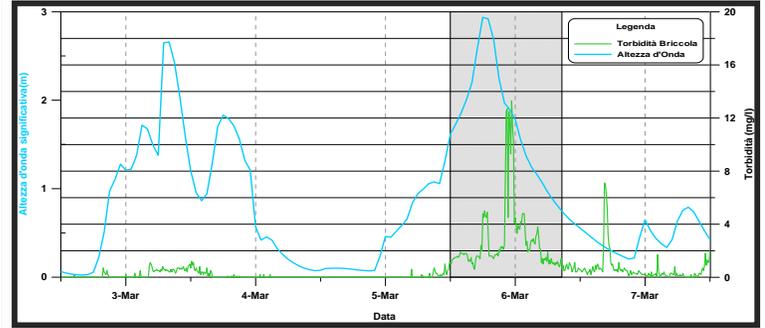
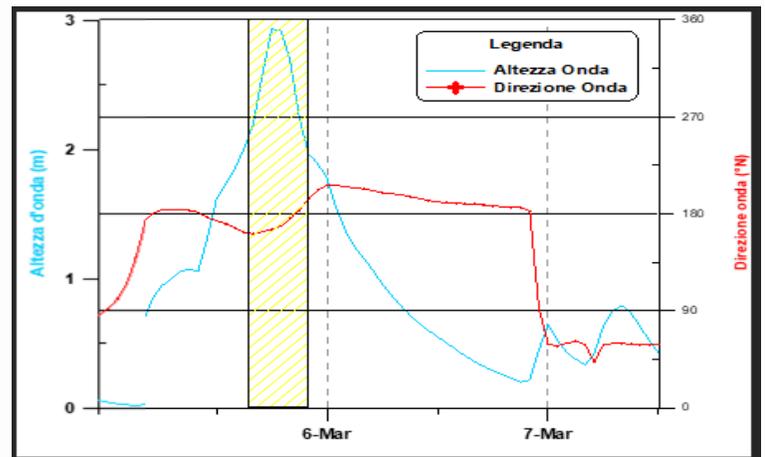
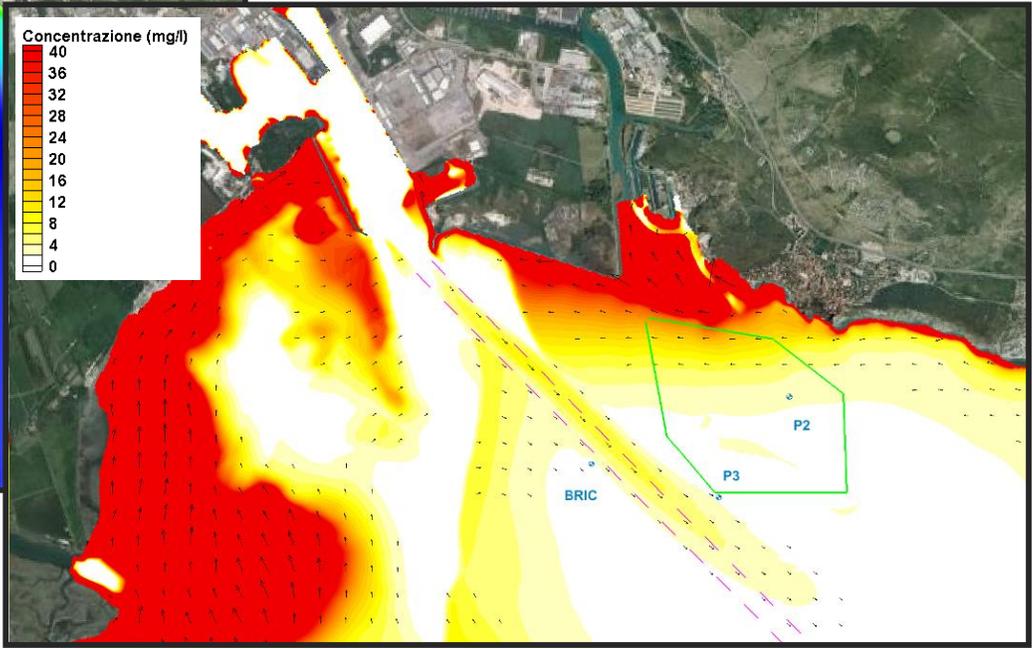
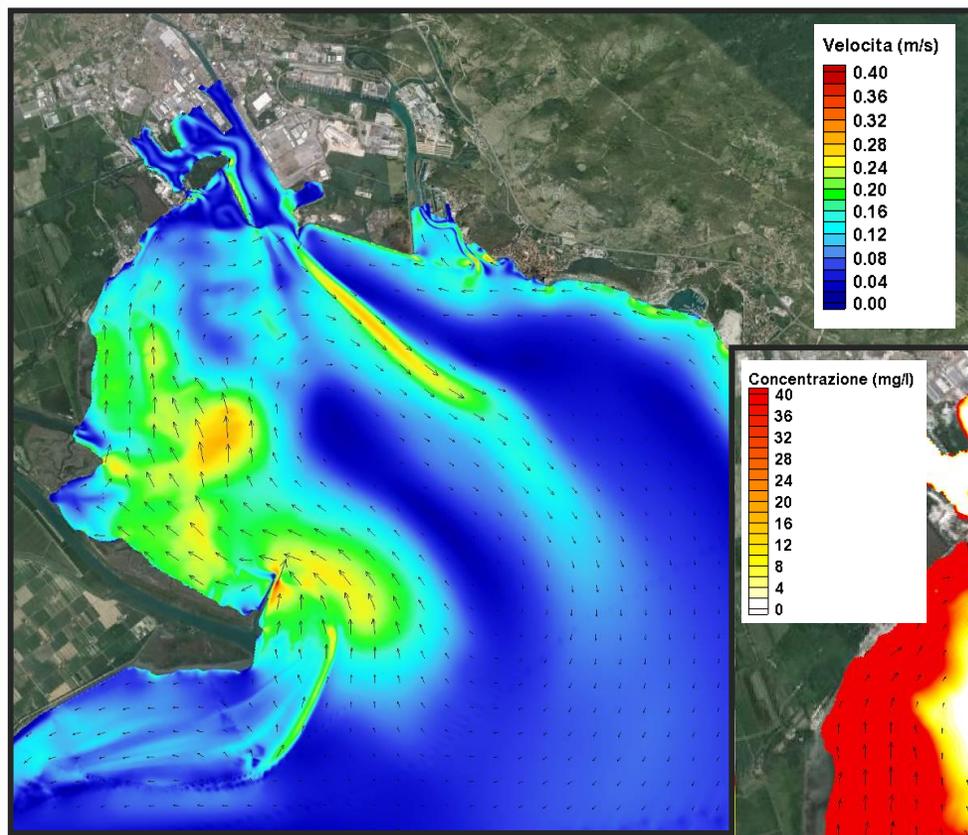
Punto	Lat. N	Long. E	Strumenti	Parametri misurati
P1	45°46'.217	13°35'.093	Correntometro Nortek profilatore sul fondo	corrente, pressione, temperatura, salinità, torbidità
P2	45°45'.959	13°35'.899	Correntometro Aanderaa 400 sul fondo	corrente, temperatura, conducibilità, torbidità
			Correntometro Aanderaa 388 sospeso (-3.5 m)	corrente, temperatura, conducibilità, torbidità
P3	45°45'.504	13°35'.439	Correntometro Aanderaa 287 sospeso (-3.5 m)	corrente, temperatura, conducibilità
			Sonda multiparametrica Hydrolab sospesa (-3.5 m)	temperatura, conducibilità, torbidità
BRICCOLA	45°45'.645	13°34'.631	Sonda multiparametrica Hydrolab sospesa (-3.5 m)	temperatura, conducibilità, torbidità



# Monitoraggio Ante-Operam

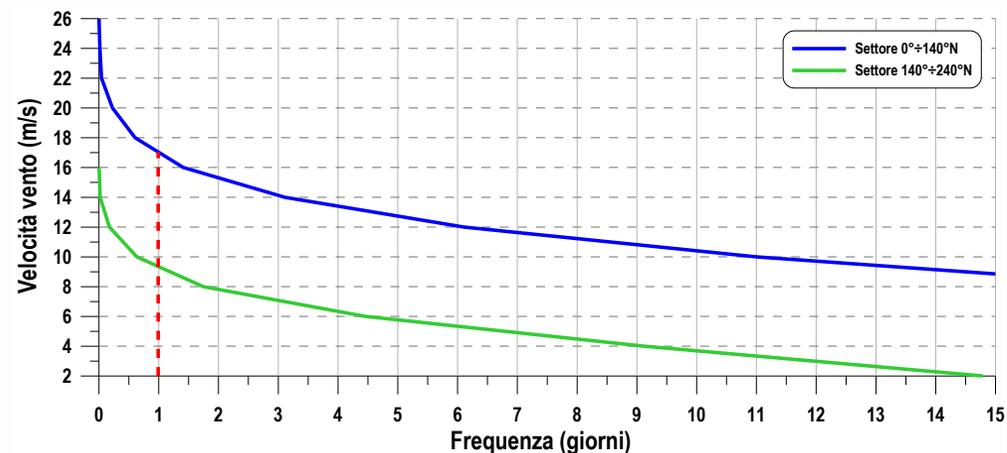
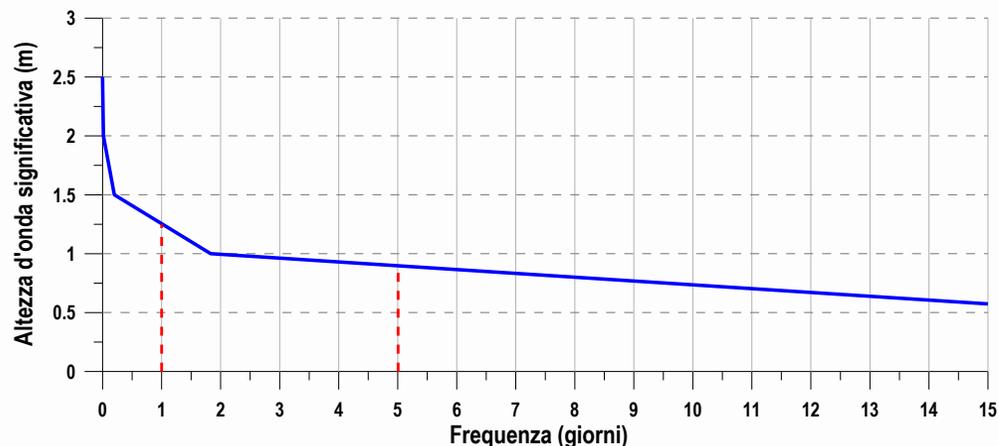
Taratura su eventi singoli

Evento di Scirocco del 5-6 marzo 2016



## Monitoraggio Ante-Operam

### Definizione degli scenari di riferimento

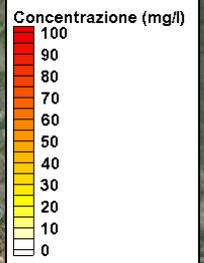
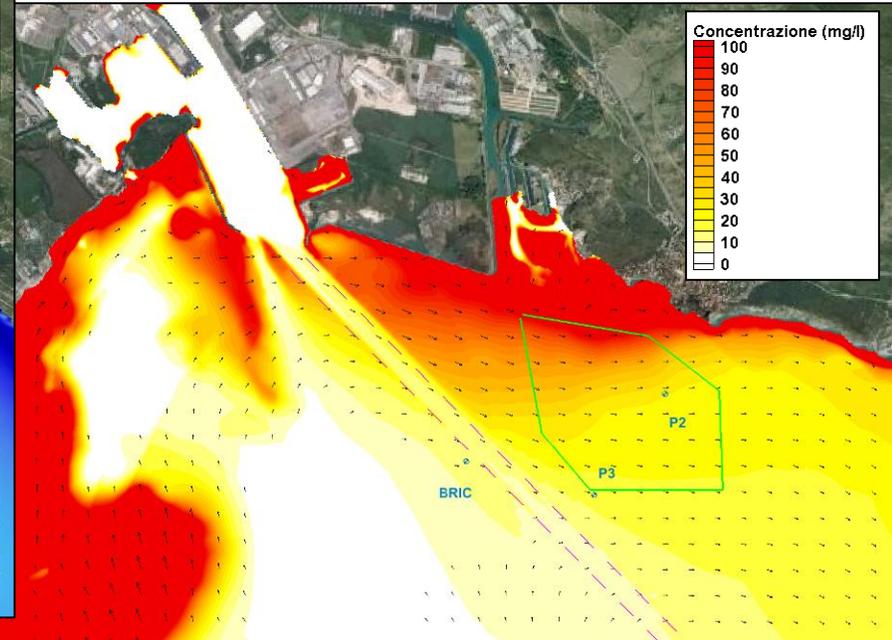
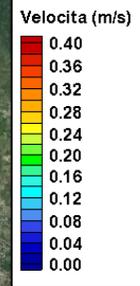
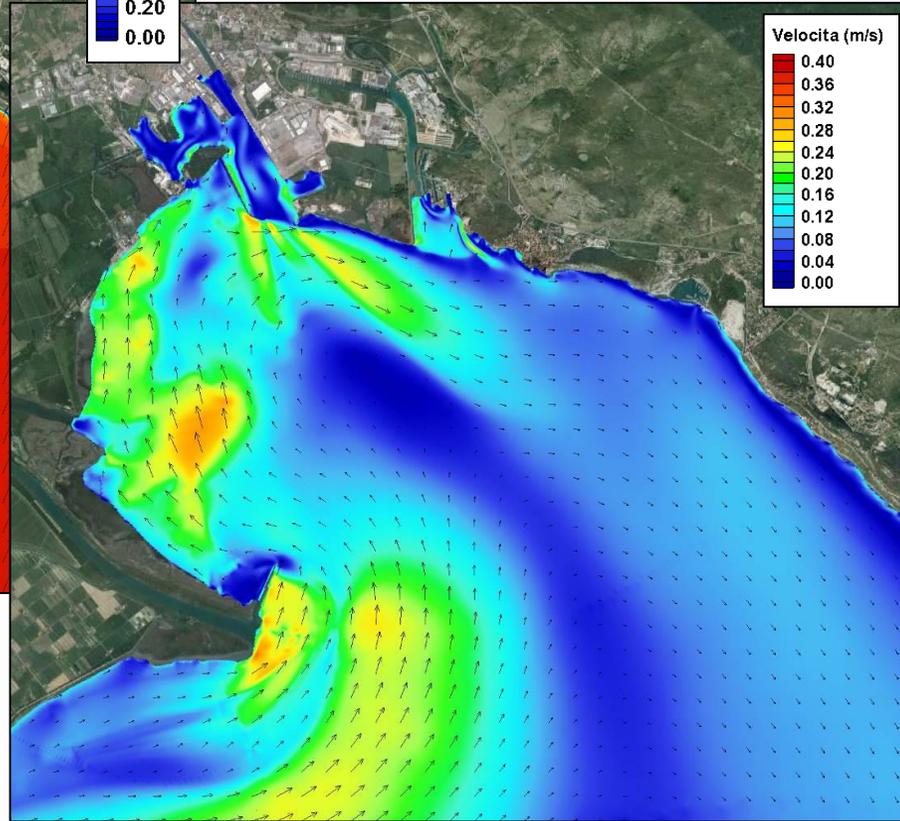
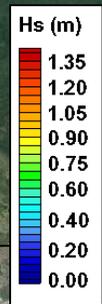
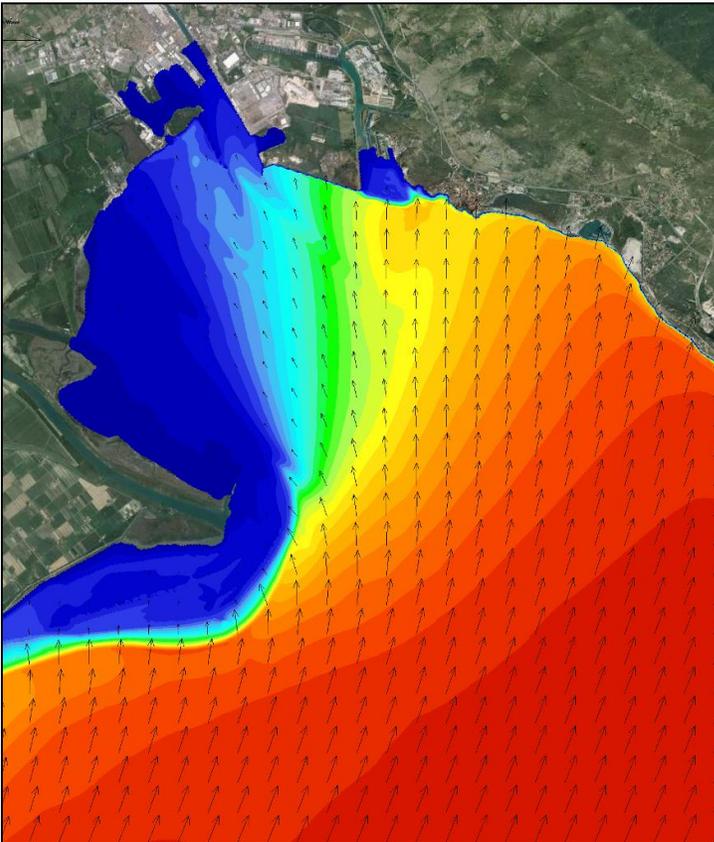


EVENTI DI LIBECCIO, MEZZOGIORNO E BORA CARATTERIZZATI DA FREQUENZA DI APPARIZIONE PARI A 1 E 5 GIORNI ALL'ANNO

TEST	Mareggiata	Frequenza mareggiata	Vento	Frequenza vento	CARATTERISTICHE MAREGGIATA NEL PUNTO "P"			CARATTERISTICHE DEL VENTO	
					H <sub>s</sub> (m)	T <sub>p</sub> (s)	Dir (°N)	Velocità (m/s)	Dir (°N)
1	Libeccio	1 g/anno	congruo	-	1.26	6.17	215	15.1	195
2	Libeccio	1 g/anno	Scirocco	1 g/anno	1.26	6.17	215	17.0	115
3	Libeccio	1 g/anno	Mezzogiorno	1 g/anno	1.26	6.17	215	9.3	175
4	Libeccio	5 gg/anno	congruo	-	0.83	5.40	255	8.0	195
5		1 g/anno	Bora	1 g/anno				17.0	65
6		5 gg/anno	Bora-Levante	1 g/anno				17.0	85

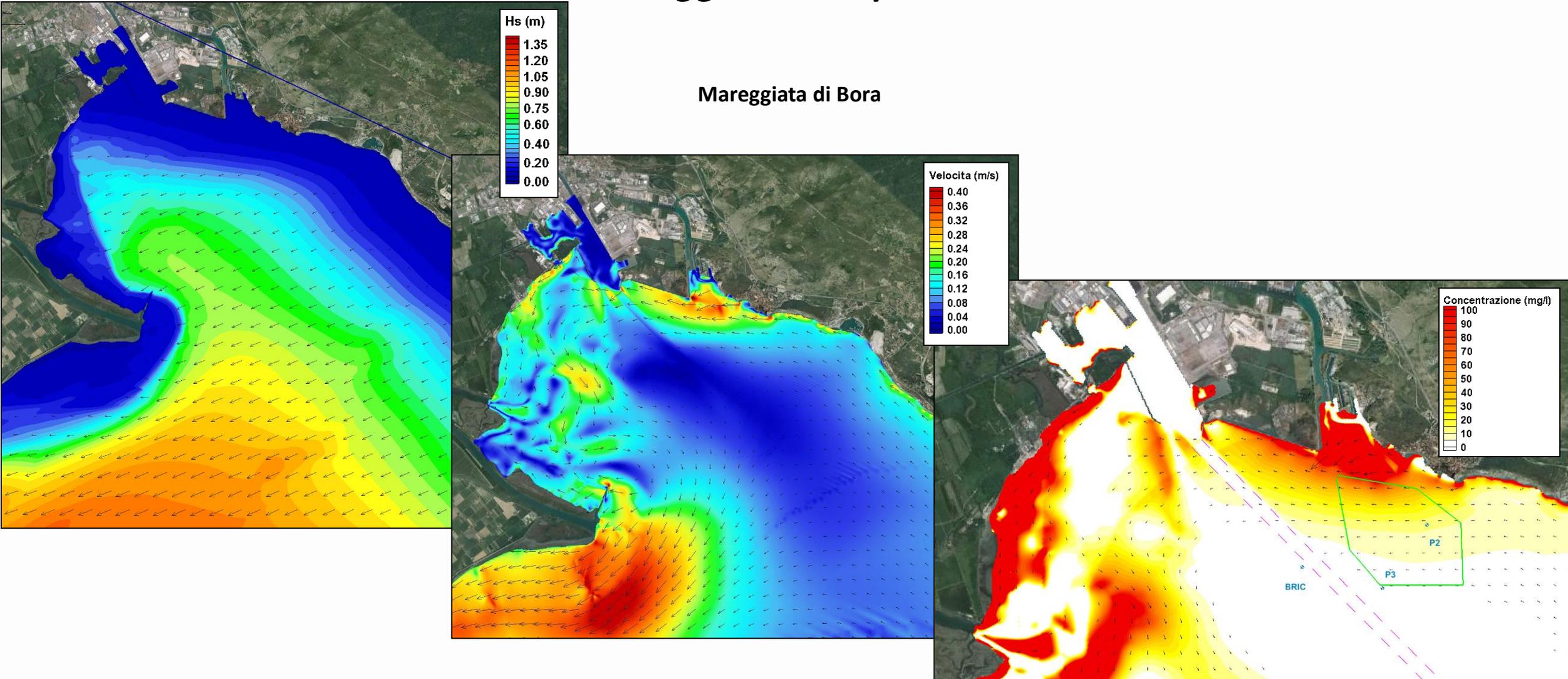
# Monitoraggio Ante-Operam

Mareggiata di Libeccio



# Monitoraggio Ante-Operam

Mareggiata di Bora



## Monitoraggio Ante-Operam

Valori medi di velocità della corrente e torbidità «naturale» massima per gli scenari di riferimento

	Velocità (m/s)					
	TEST 1	TEST 2	TEST3	TEST4	TEST5	TEST6
MEDIA ZONA MITICOLTURA	0.13 →	0.15 ←	0.03 →	0.04 →	0.18 ←	0.18 ←
MEDIA CANALE	0.10 →	0.10 ↘	0.08 ↘	0.07 ↘	0.09 ←	0.07 ←

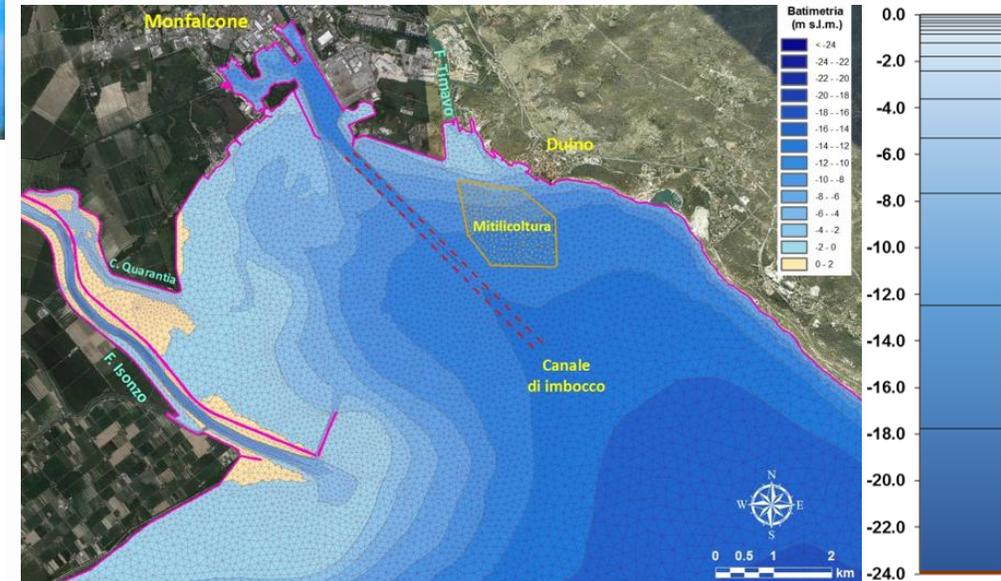
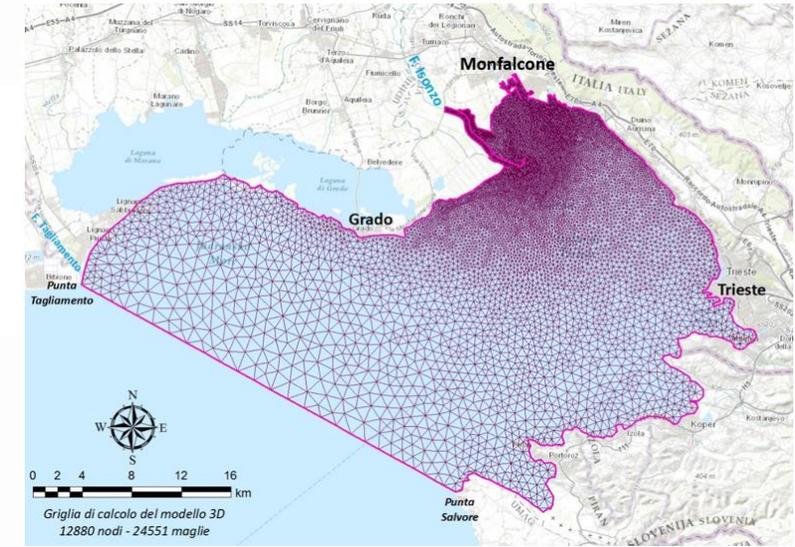
	Concentrazione dei sedimenti in sospensione(mg/l)					
	TEST 1	TEST 2	TEST3	TEST4	TEST5	TEST6
PUNTO P2	11	4	3	1	5	5
MASSIMO ZONA MITICOLTURA	60	40	25	10	50	50



Dalla teoria alla pratica: capitalizzazione dei risultati ottenuti dai progetti Interreg Italia-Francia Marittimo SEDRI PORT, SEDITERRA E GRAMAS  
 De la théorie à la pratique: capitalisation des résultats obtenus par les projets Interreg Italie-France Maritime SEDRI PORT, SEDITERRA ET GRAMAS

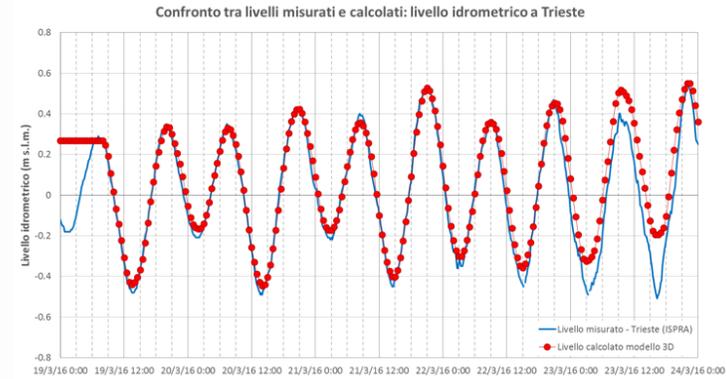
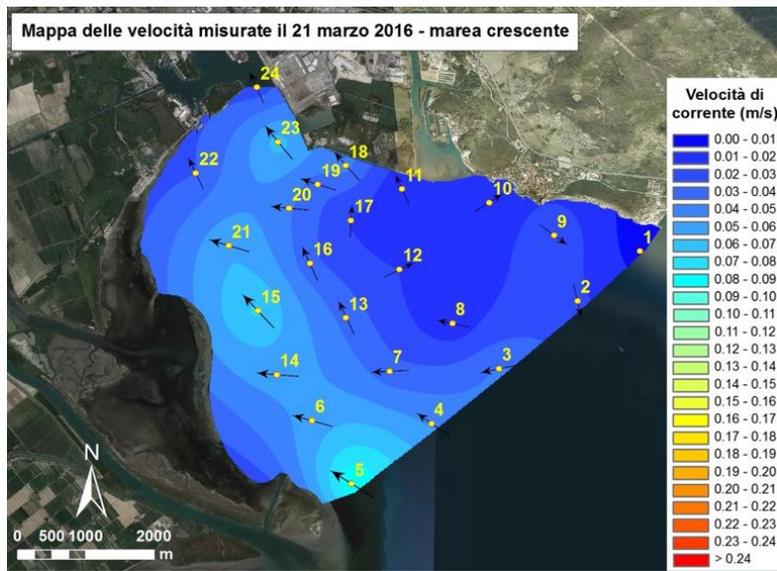
## Monitoraggio Ante-Operam

Implementazione di un modello di circolazione idrodinamica e trasporto solido finalizzato all'analisi delle torbide fluviali governate dalle correnti di densità

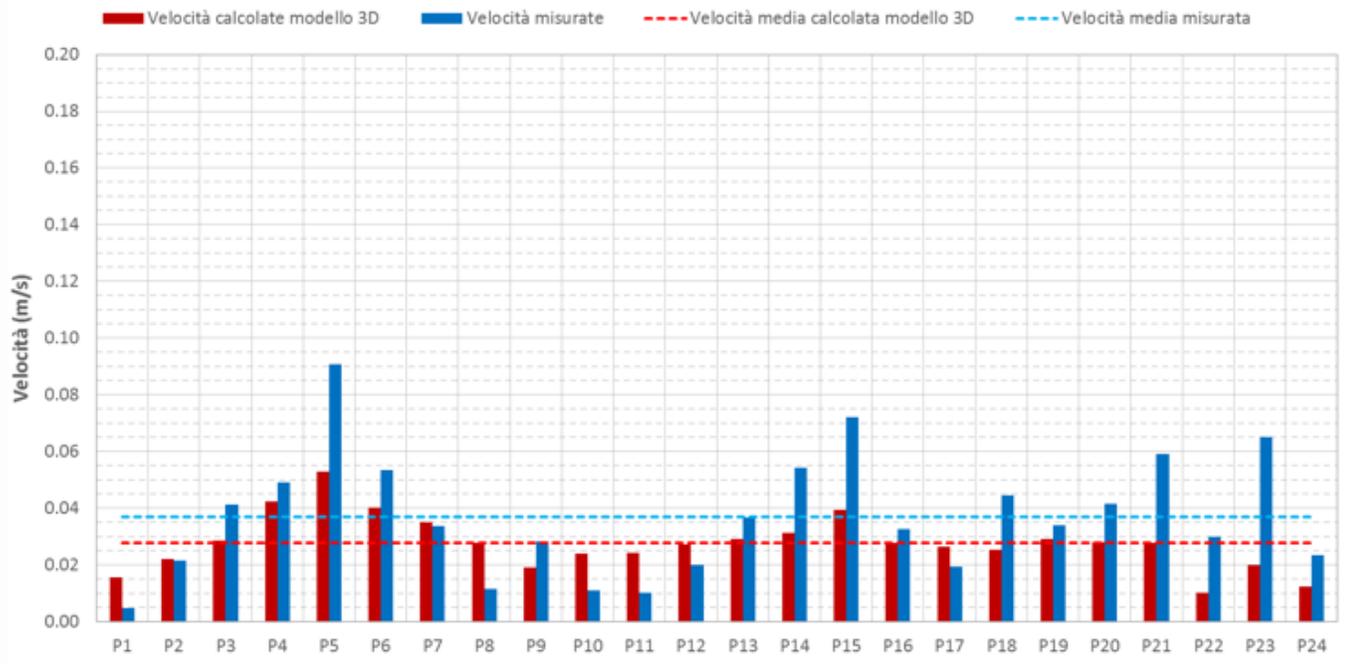


# Monitoraggio Ante-Operam

## Calibrazione e verifica del modello sui dati raccolti durante le campagne di misura

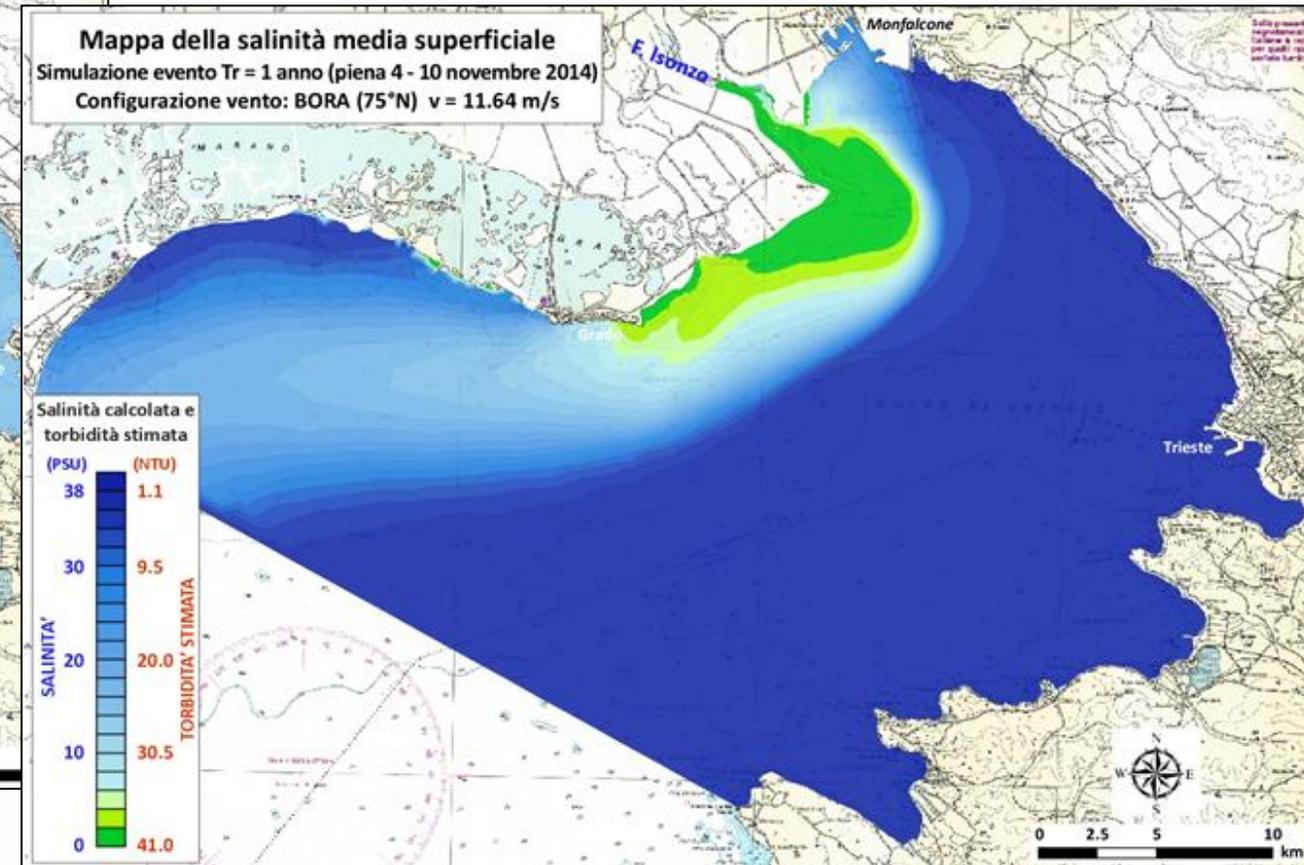
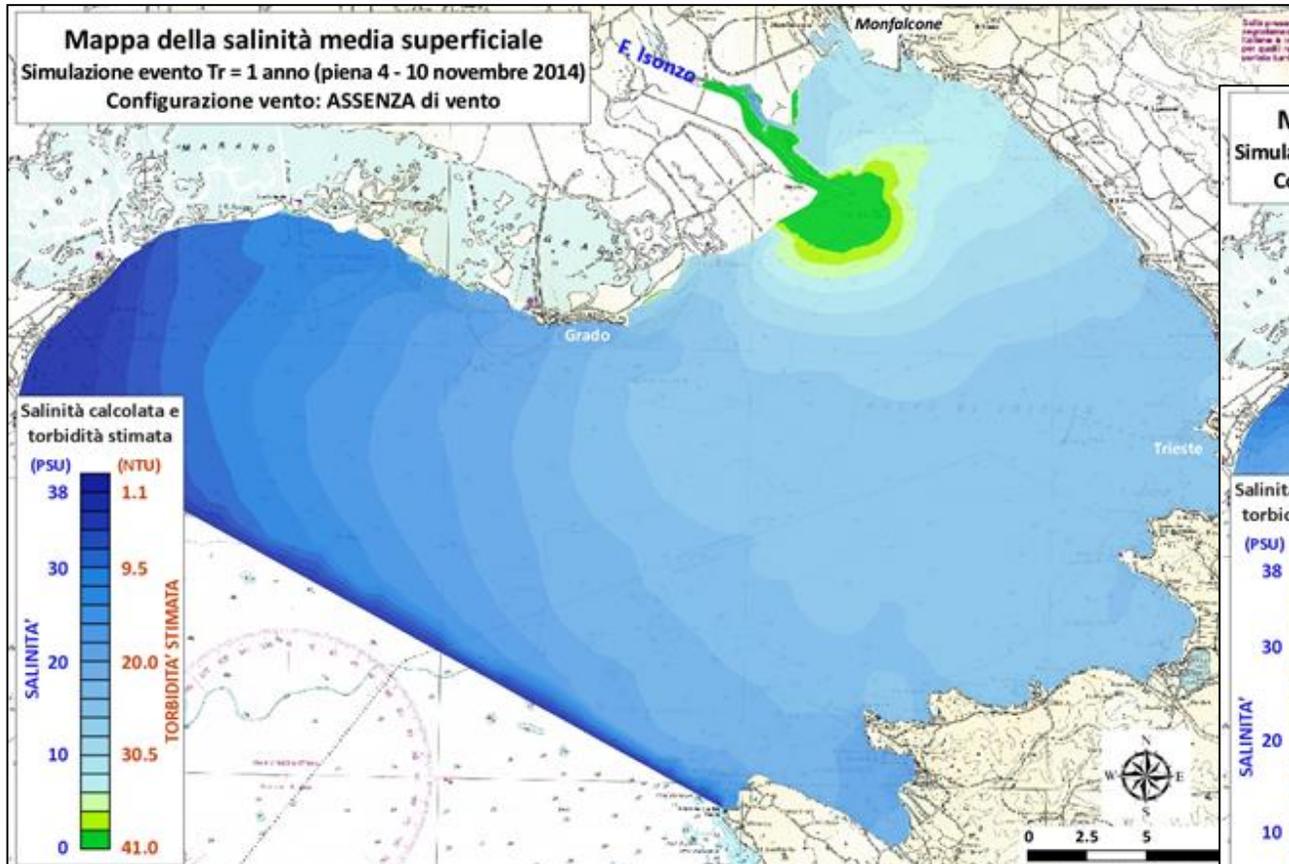


Confronto tra intensità della velocità di corrente misurata e calcolata



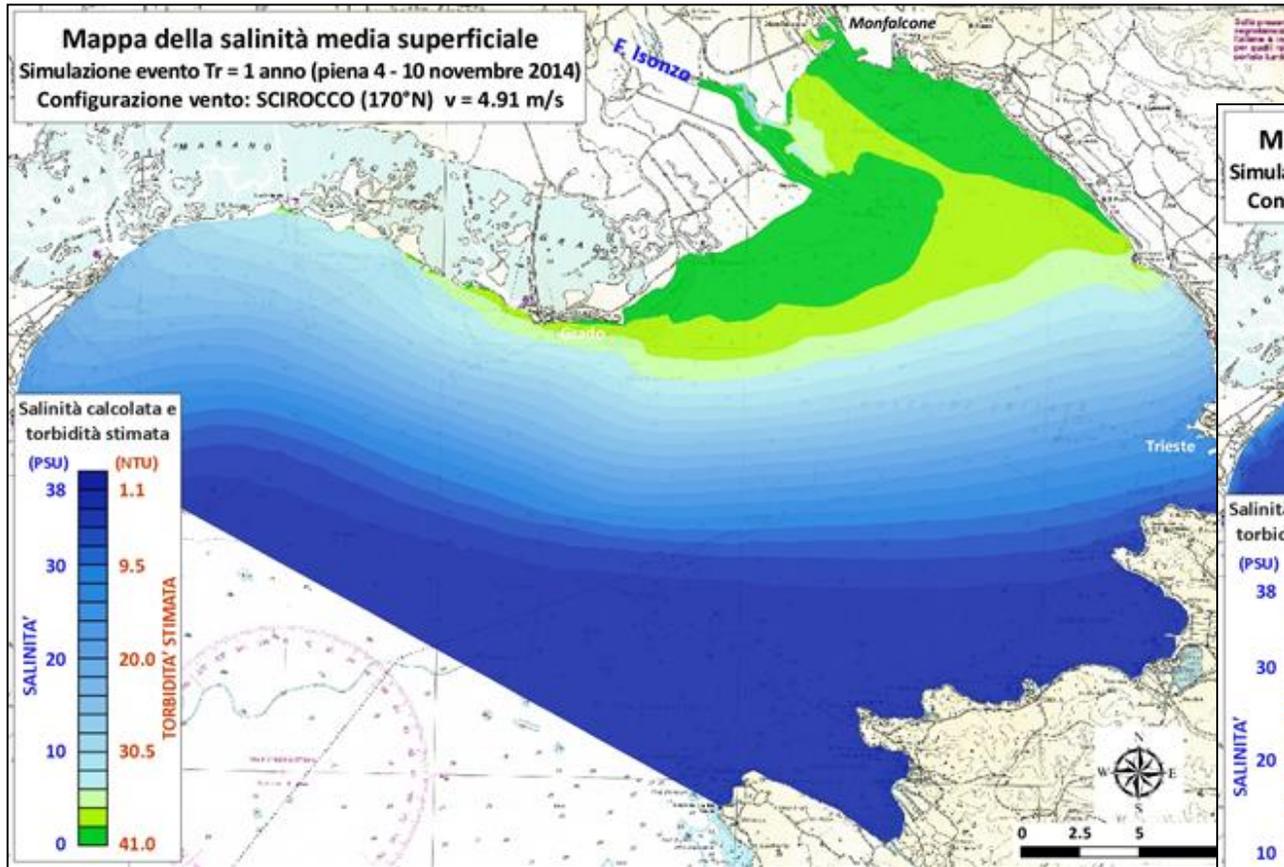
## Monitoraggio Ante-Operam

Analisi di eventi di piena in concomitanza con diverse condizioni meteorologiche



## Monitoraggio Ante-Operam

Analisi di eventi di piena in concomitanza con diverse condizioni meteorologiche



## Progettazione dell'intervento

IL MONITORAGGIO HA EVIDENZIATO LA SOSTANZIALE ASSENZA DI TORBIDITÀ SULLA COLONNA D'ACQUA

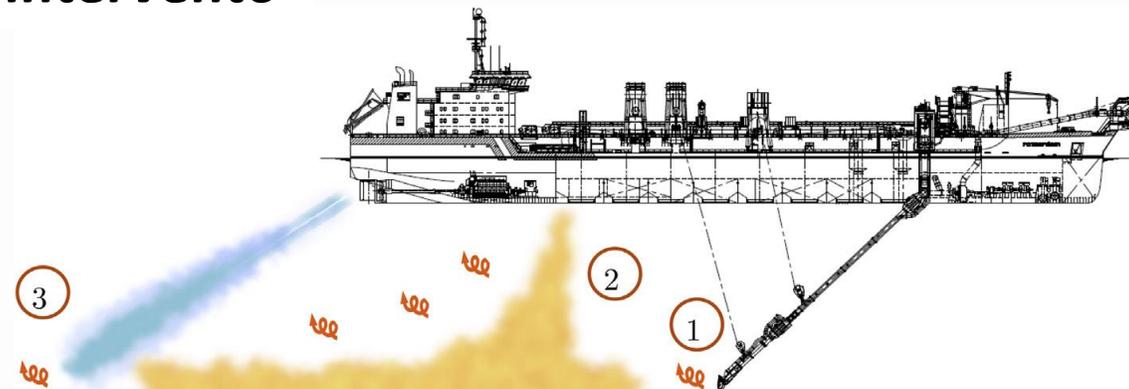


LA MODELLISTICA MATEMATICA HA PERMESSO DI STUDIARE LO SVILUPPO DEL PLUME CON LE DIVERSE TECNOLOGIE DI DRAGAGGIO

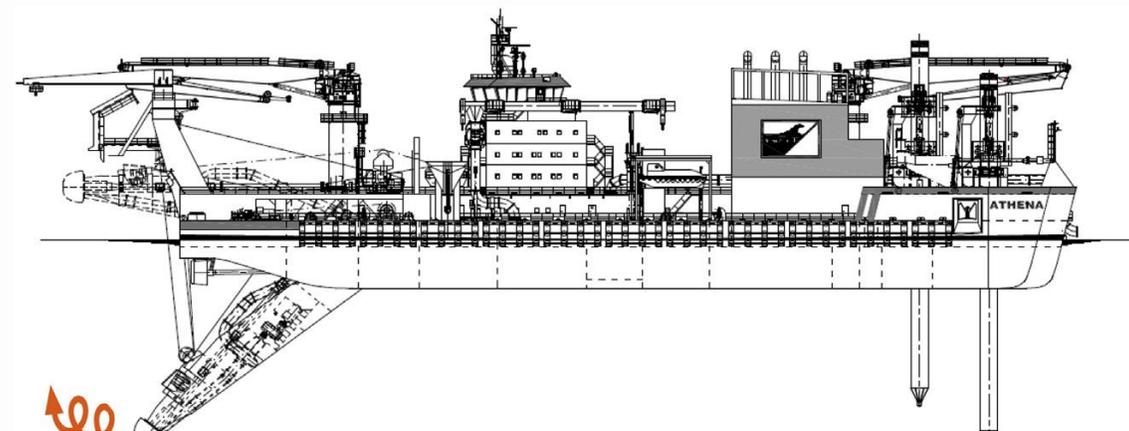


LA PRATICA DELL'OVERFLOW (PREVISTA IN PD) NON È RISULTATA COMPATIBILE CON LE CARATTERISTICHE DEL SITO

È STATA SELEZIONATA UNA DIVERSA TECNOLOGIA

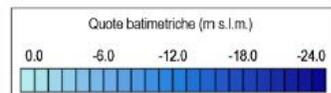
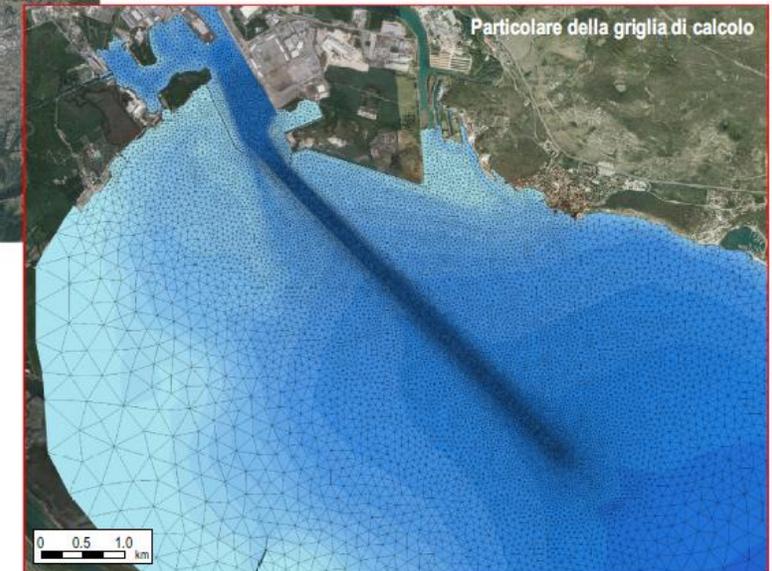
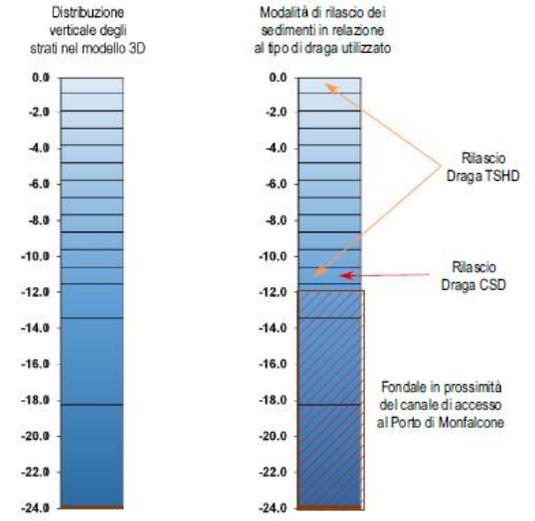
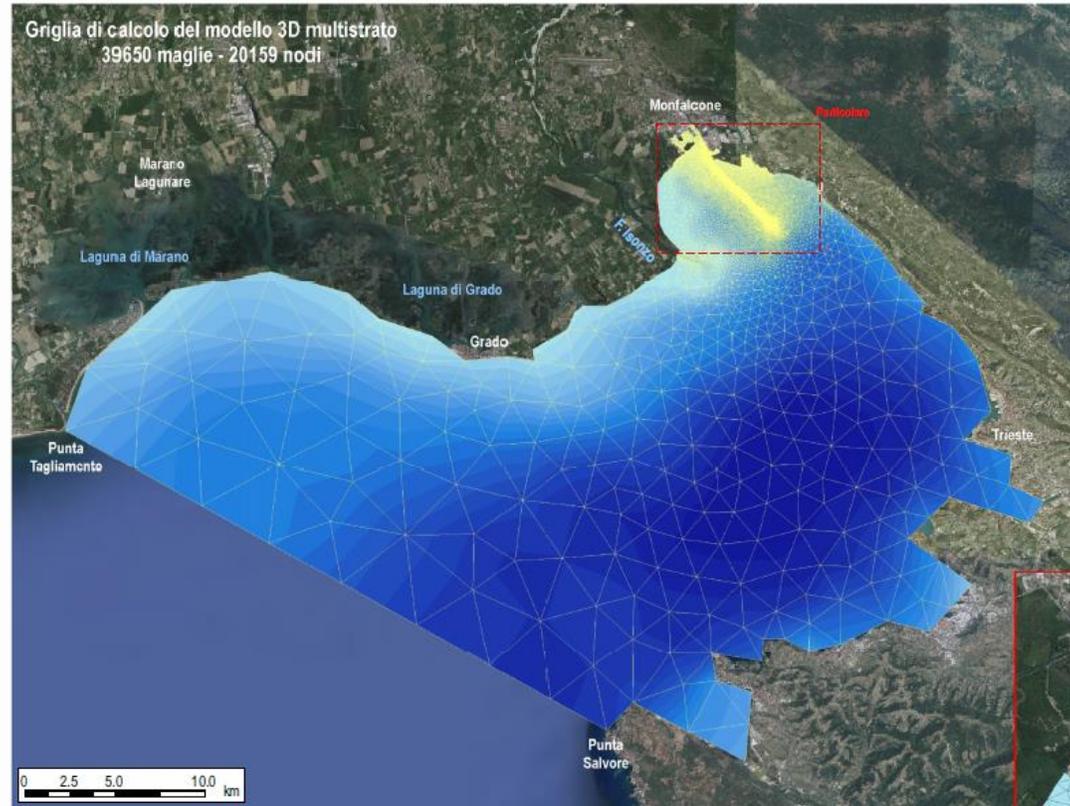


SORGENTI DI TORBIDITÀ PER UNA DRAGA TSHD



SORGENTI DI TORBIDITÀ PER UNA DRAGA CSD

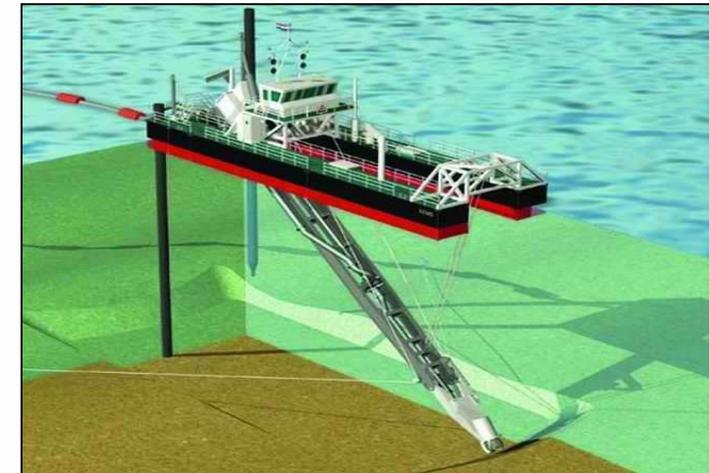
# Progettazione dell'intervento



## Progettazione dell'intervento

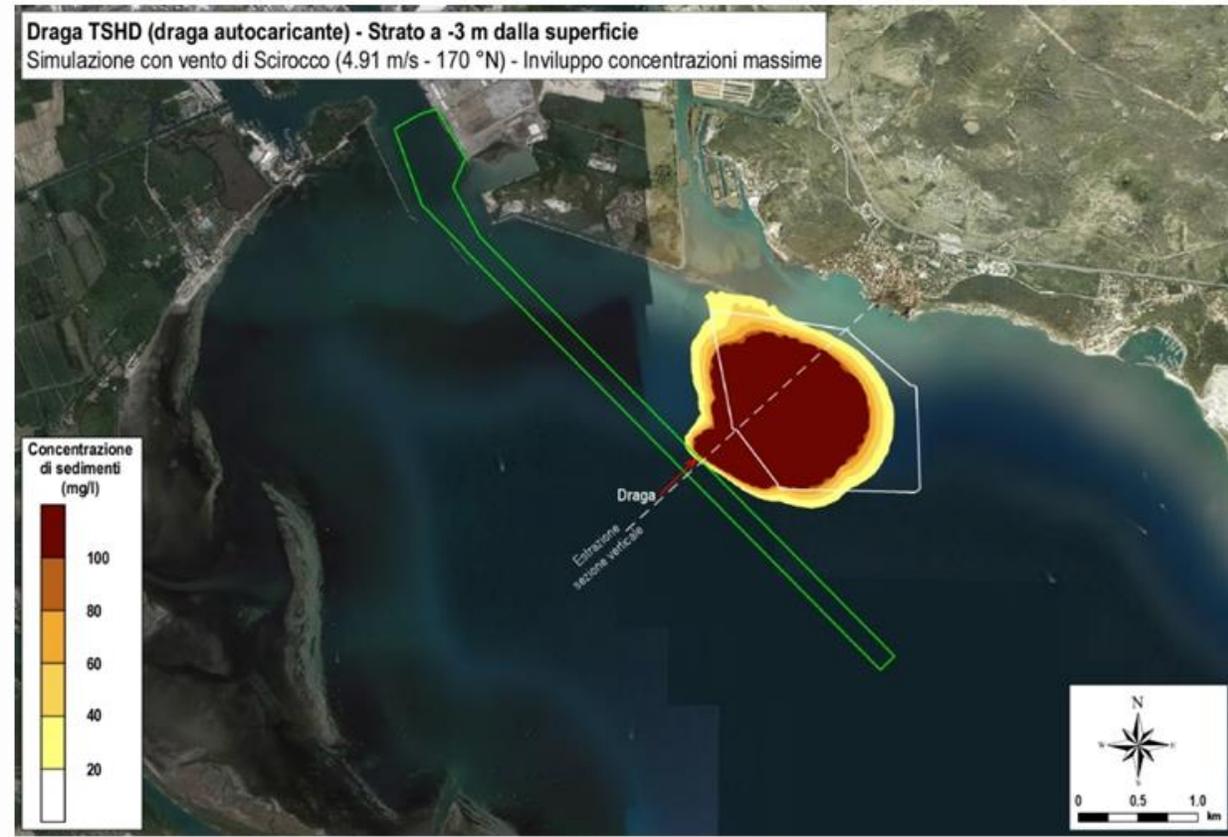
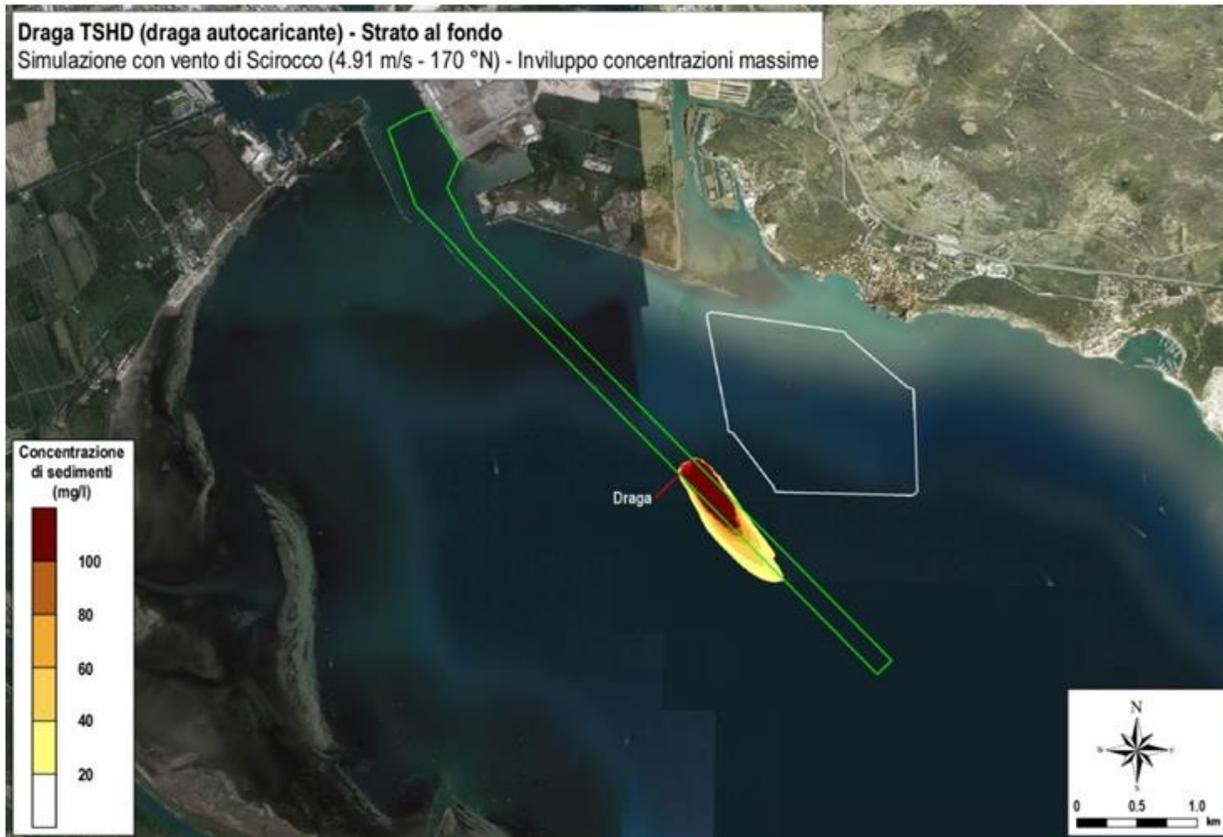
Simulazione della dispersione del plume di solidi sospesi generato dal dragaggio con mezzo tipo TSHD e CSD:

2.65	peso specifico dei costituenti solidi in $g/cm^3$
1.03	peso specifico dell'acqua di mare in $g/cm^3$
70%	contenuto d'acqua dei sedimenti nel canale
64%	porosità
0.95	$g/cm^3$ peso di volume secco in sito
1.61	$g/cm^3$ peso di volume saturo in sito
1250	$m^3/ora$ sedimento (riferito alla densità in sito)
20%	percentuale di solido in volume alla densità nativa
6250	$m^3/ora$ di miscela caricata
1.74	$m^3/s$ di miscela caricata
190	concentrazione di solido nella miscela ( $kg/m^3$ o $g/l$ )
80%	efficienza sedimentazione nei pozzi
5250	$m^3/ora$ di miscela scaricata dopo sedimentazione (overflow)
250	$m^3/ora$ di sedimento scaricato
1.46	$m^3/s$ di miscela scaricata (overflow)
65.97	flusso di solido nella miscela scaricata ( $kg/s$ )
45.18	concentrazione di solido nella miscela scaricata ( $kg/m^3$ o $g/l$ )
8	ore produzione giornaliera in fase di dragaggio
10000	$m^3$ produzione giornaliera



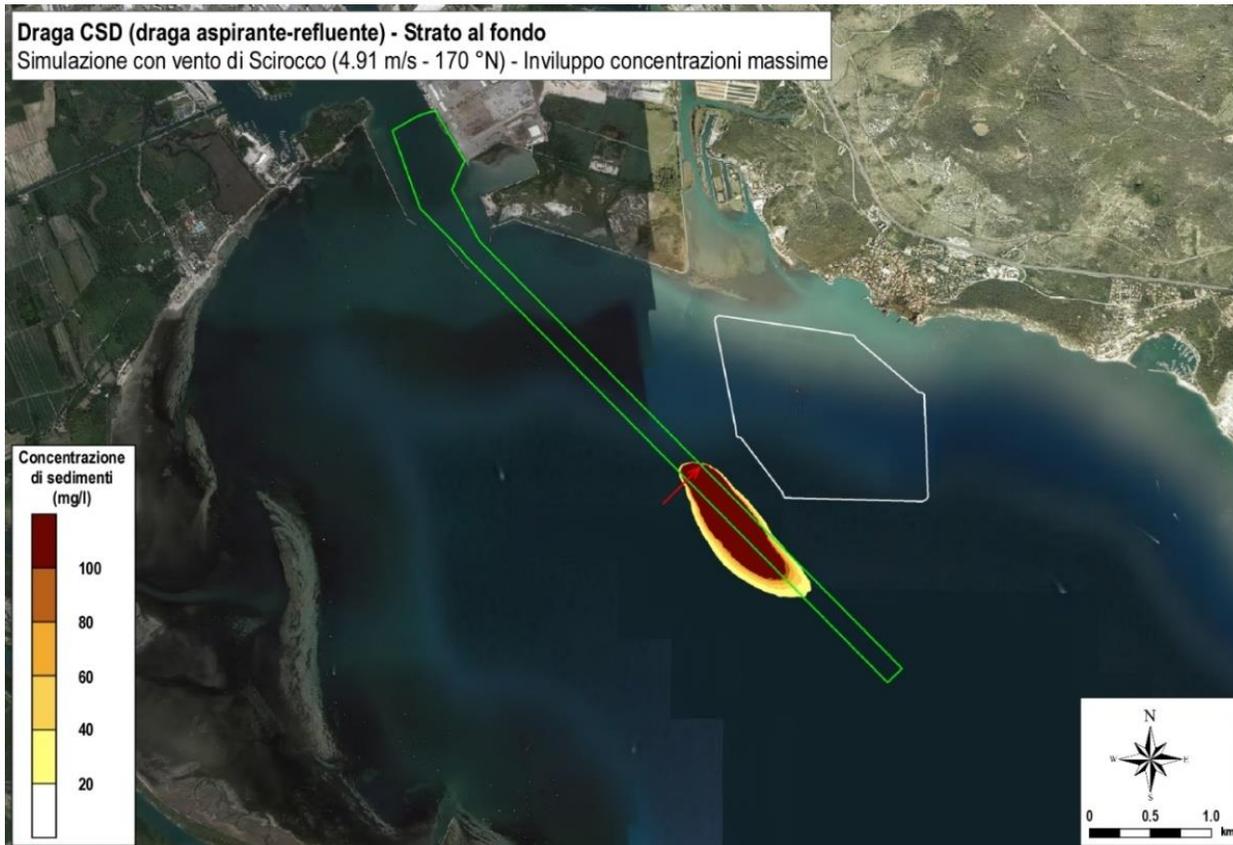
## Progettazione dell'intervento

### Dispersione del plume generato dal dragaggio con draga TSHD



## Progettazione dell'intervento

### Dispersione del plume generato dal dragaggio con draga CSD



## Progettazione dell'intervento

### Confronto del plume sulla sezione verticale

