

*Incontro pubblico
29 gennaio 2021*

La nuova diga foranea del Porto di Genova

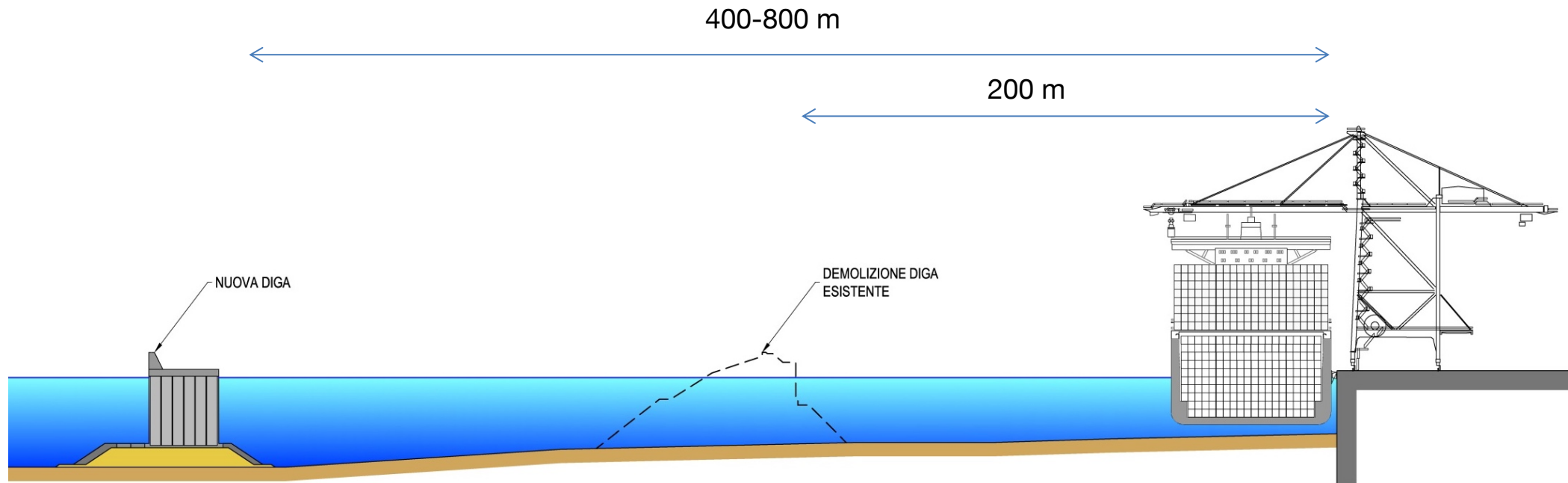
Dott. Filippo Angelotti – Technital S.p.A.

3. GLI EFFETTI SUGLI HABITAT MARINI, SUL PAESAGGIO E SUGLI ASPETTI STORICO- ARCHEOLOGICI

Le soluzioni alternative

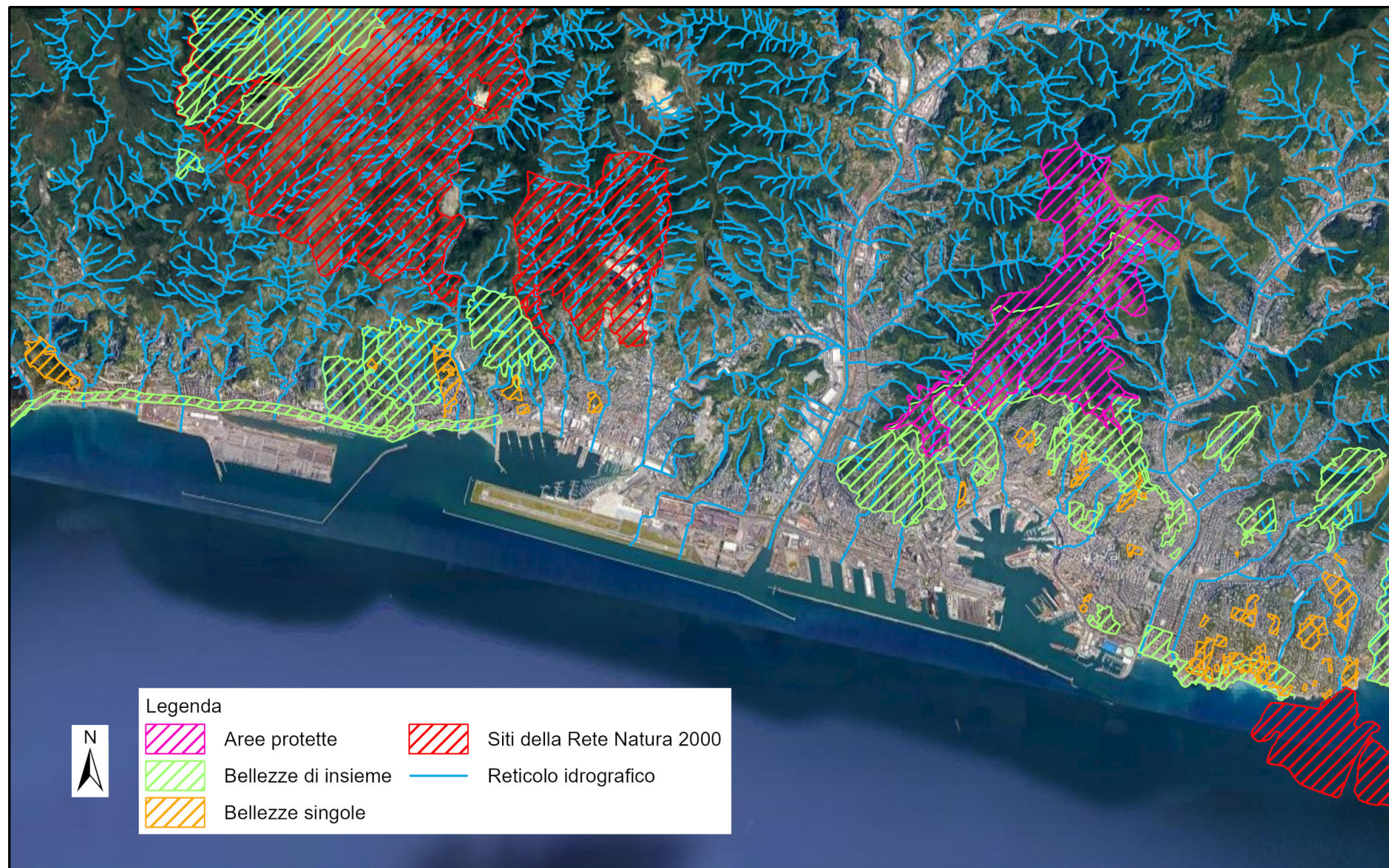


Allargamento del bacino di Sampierdarena



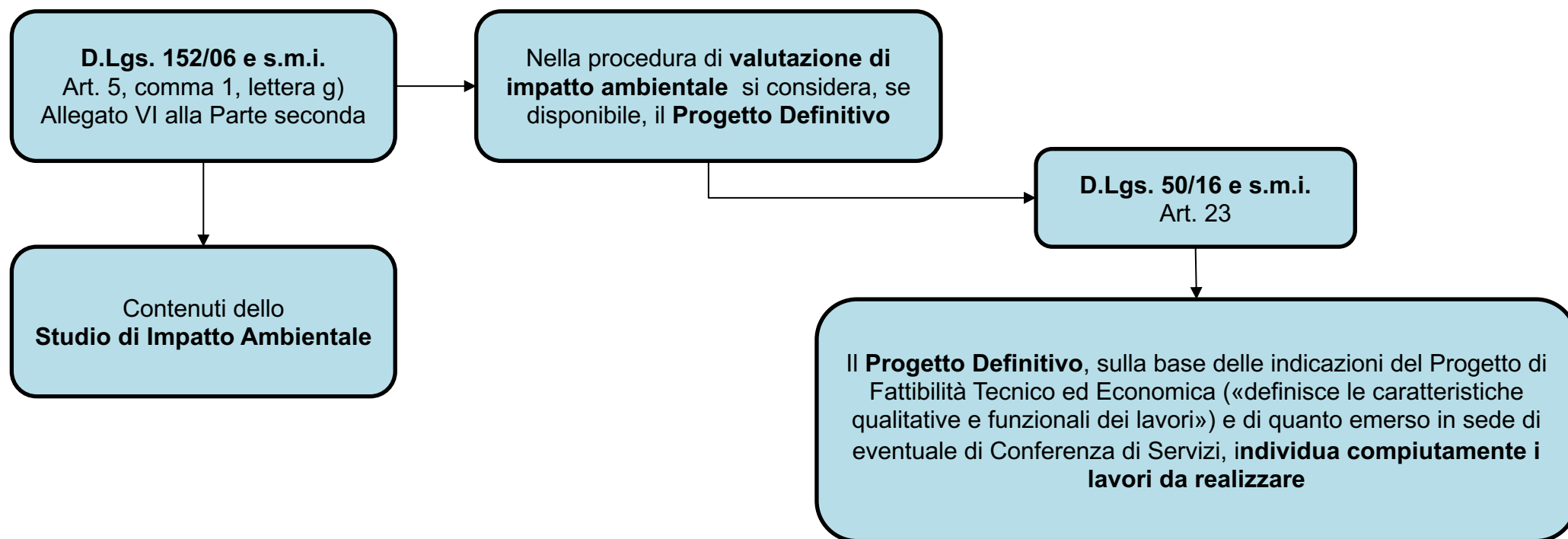
Il bacino di Sampierdarena viene ampliato per realizzare il nuovo avamposto (area di diametro 800 m per l'evoluzione delle navi) e il nuovo canale interno (larghezza 400 m)

Contesto territoriale

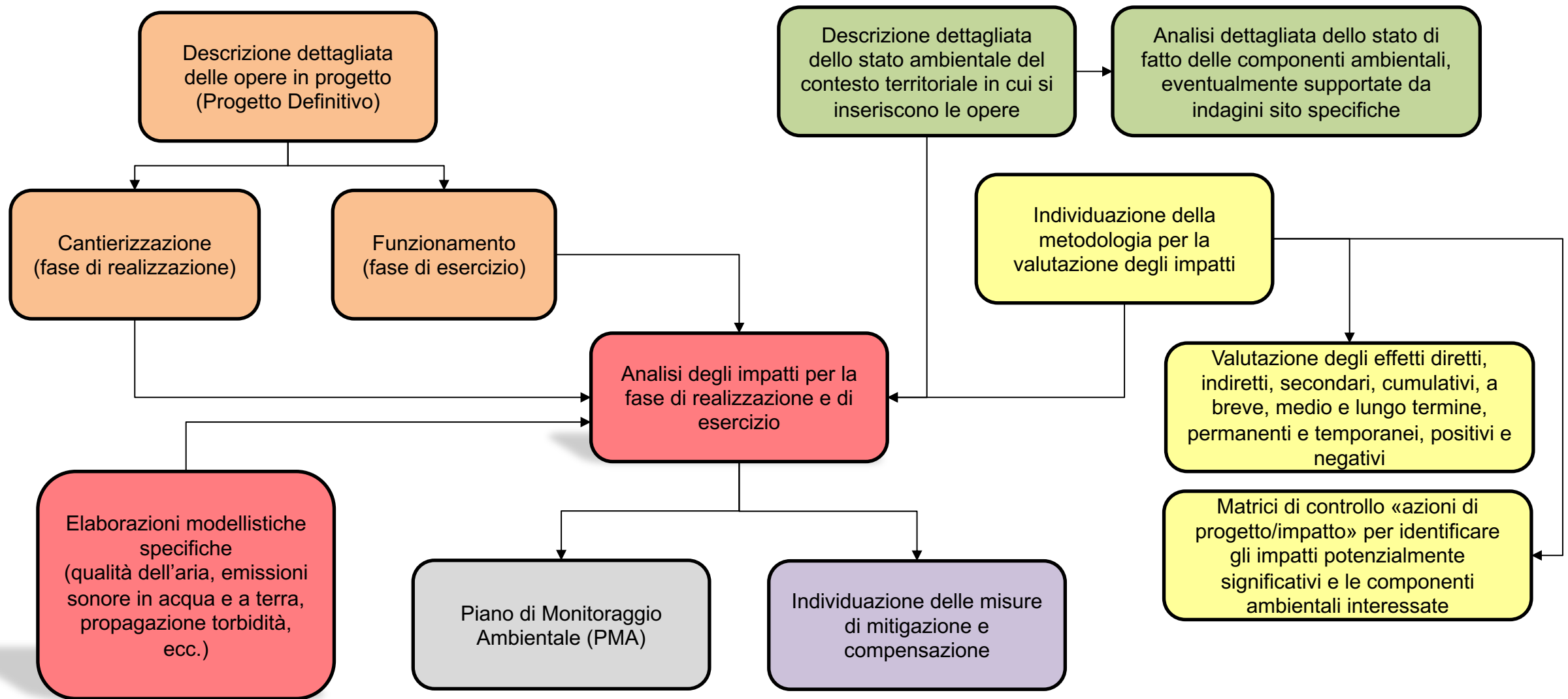


Analisi e valutazione degli impatti ambientali

L'analisi e la valutazione dell'impatto ambientale della soluzione che sarà scelta a valle del dibattito pubblico, sarà effettuata nell'ambito del **Progetto Definitivo**, attraverso la redazione dello **Studio di Impatto Ambientale**.



Analisi e valutazione degli impatti ambientali



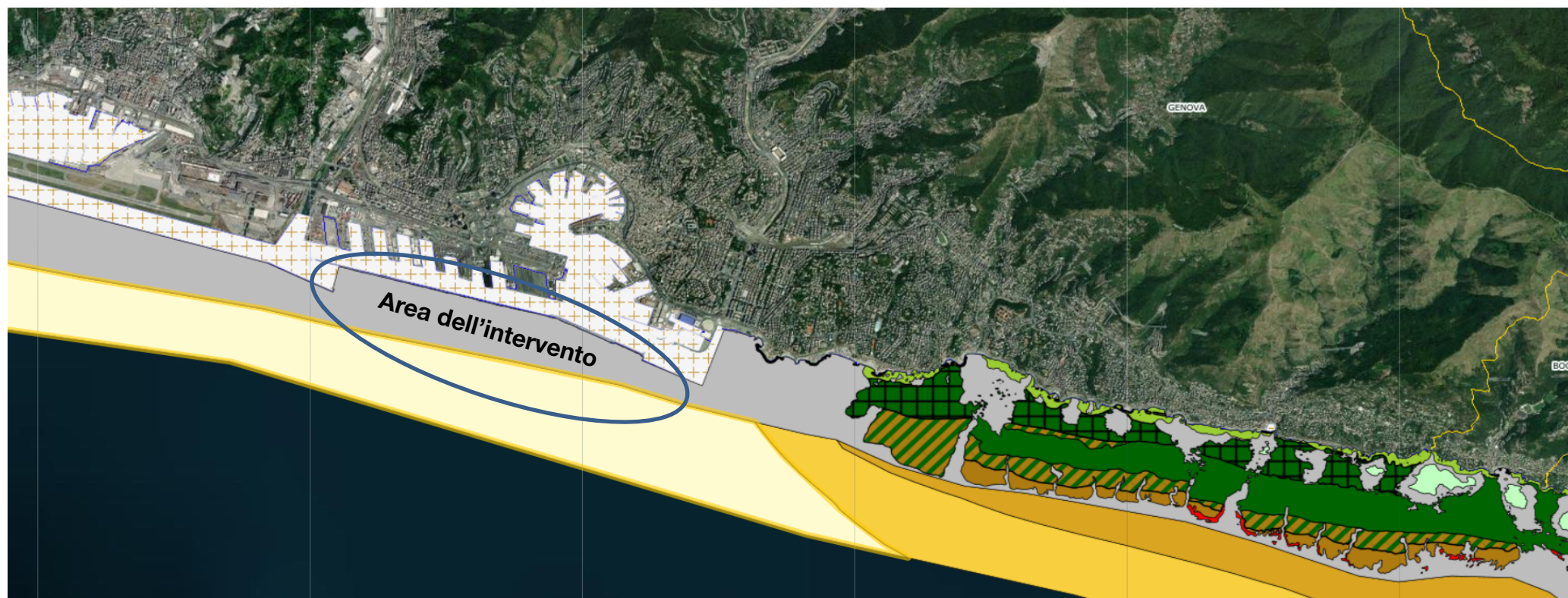
Aspetti ambientali per il confronto delle soluzioni alternative

Sono stati identificati gli aspetti ambientali utili per il confronto delle soluzioni alternative, in termini di «effetto indotto» dalla presenza nel contesto territoriale di riferimento.

- Habitat marini
- Aspetti paesaggistici
- Aspetti storico – archeologici

- Ricambio idrico e qualità delle acque marino costiere
- Idrodinamica e sedimentazione: foce del Torrente Polcevera e del Torrente Bisagno
- Impatto sulle spiagge adiacenti

Habitat marini



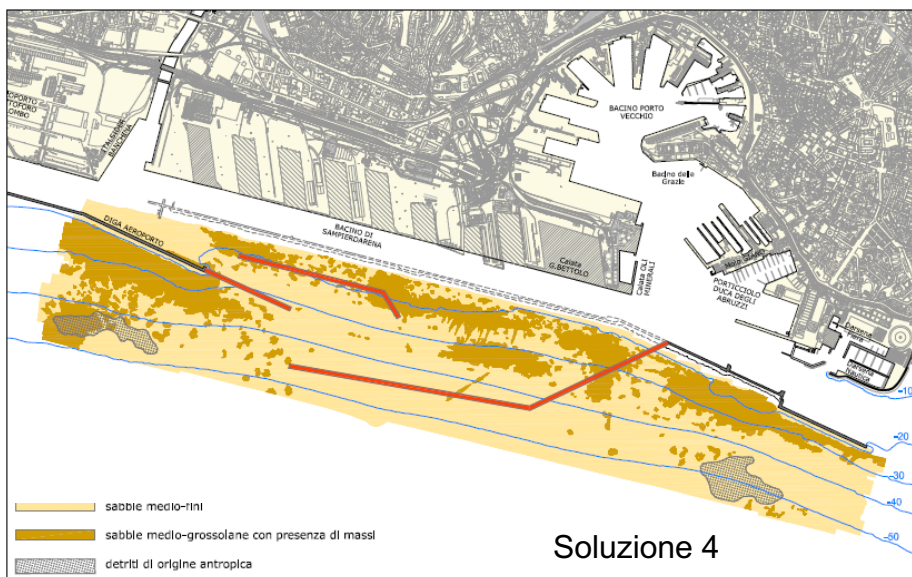
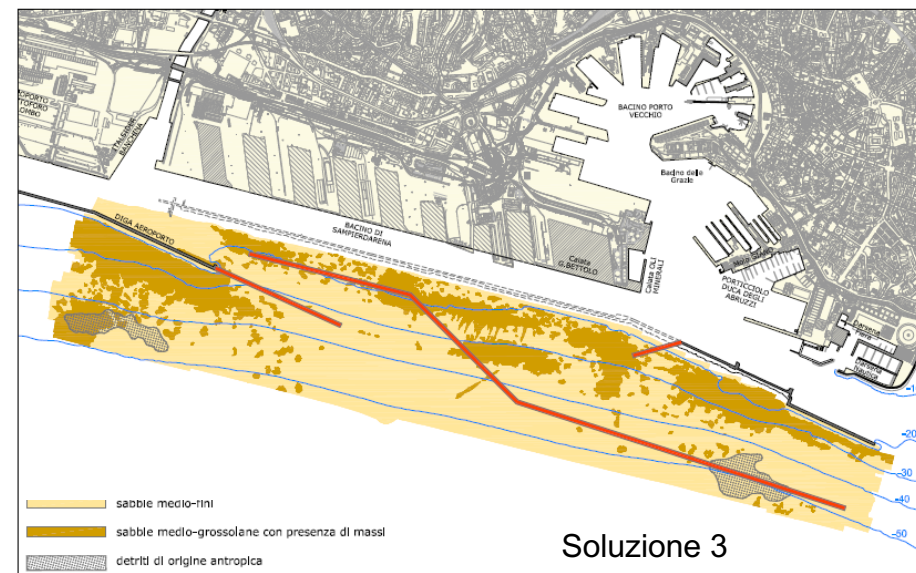
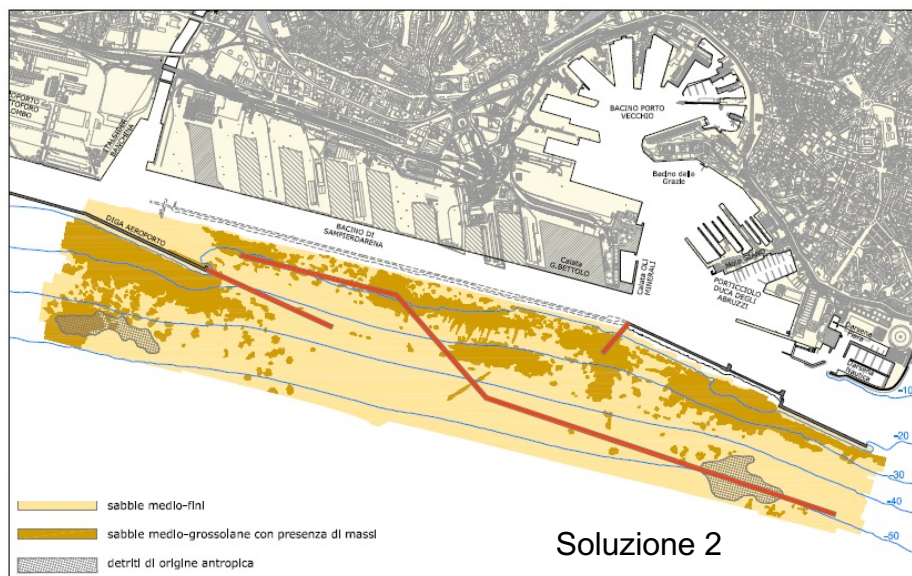
- S = sabbia
- POS-ROC = posidonia su roccia
- POS = posidonieto
- F = fango
- DI = detritico infangato
- CYM-POS = prato di Cymodocea con cespugli sparsi di posidonia
- CYM-MMP = prato di Cymodocea su matte morta di posidonia
- CYM-DENSA = prato denso di Cymodocea nodosa
- C = coralligeno

Atlante degli Habitat Marino Costieri della Regione Liguria (anno 2020)

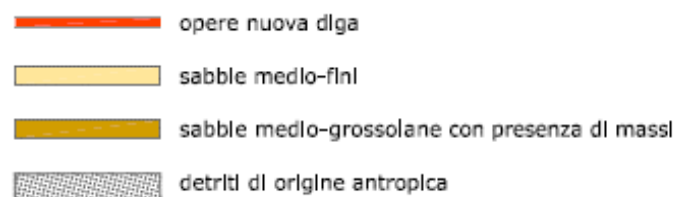
(fonte: Portale Cartografico della Regione Liguria, <https://geoportal.regione.liguria.it/>)

- Generalmente classificati come «sabbia» e «fango»/«detritico infangato»
- Rilievo geofisico - riprese video per verificare la presenza di habitat di pregio (popolamenti di fanerogame marine / formazioni coralligene)

Habitat marini



Carta della Morfologia dei Sedimenti



- Fondali per lo più di natura sabbiosa, a differente granulometria, non occupati da habitat di particolare pregio
- Potenziale presenza di biocenosi di scarso valore conservazionistico (molluschi bivalvi, policheti) che vivono ancorate e immobile sul fondale
- Tutte le soluzioni hanno la medesima occupazione di fondale

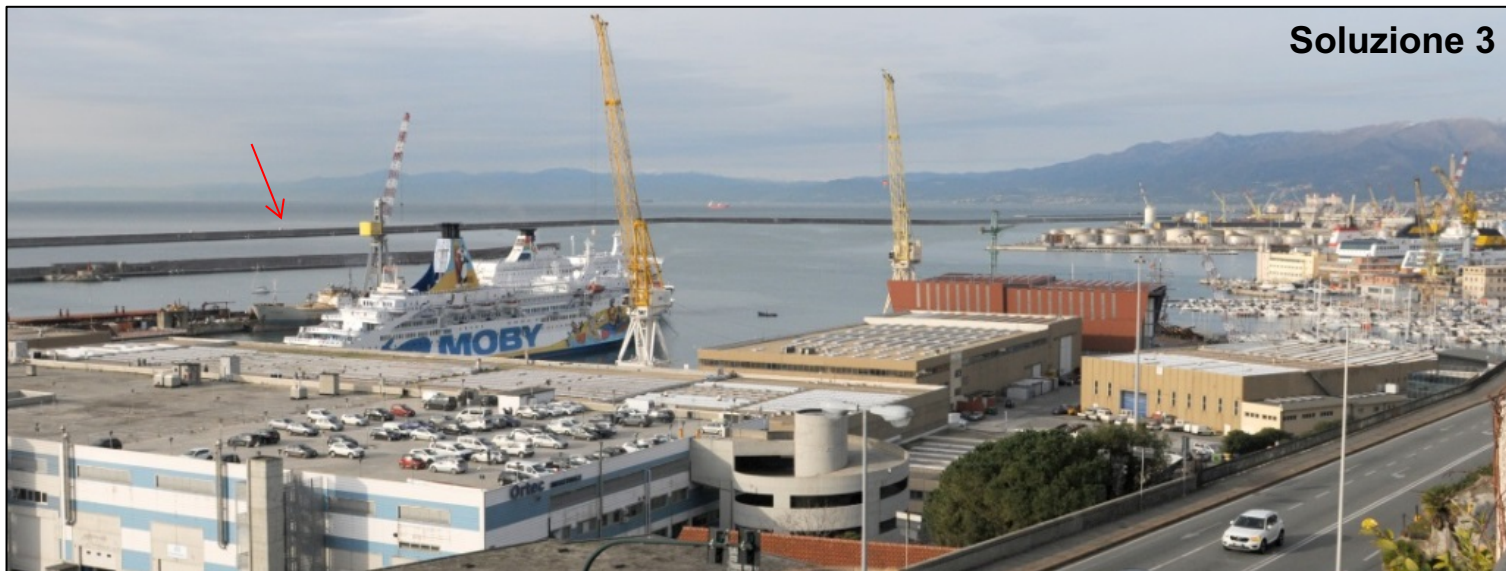
Aspetti paesaggistici

Viste dalla città (ostruzione visiva, intrusione visiva)

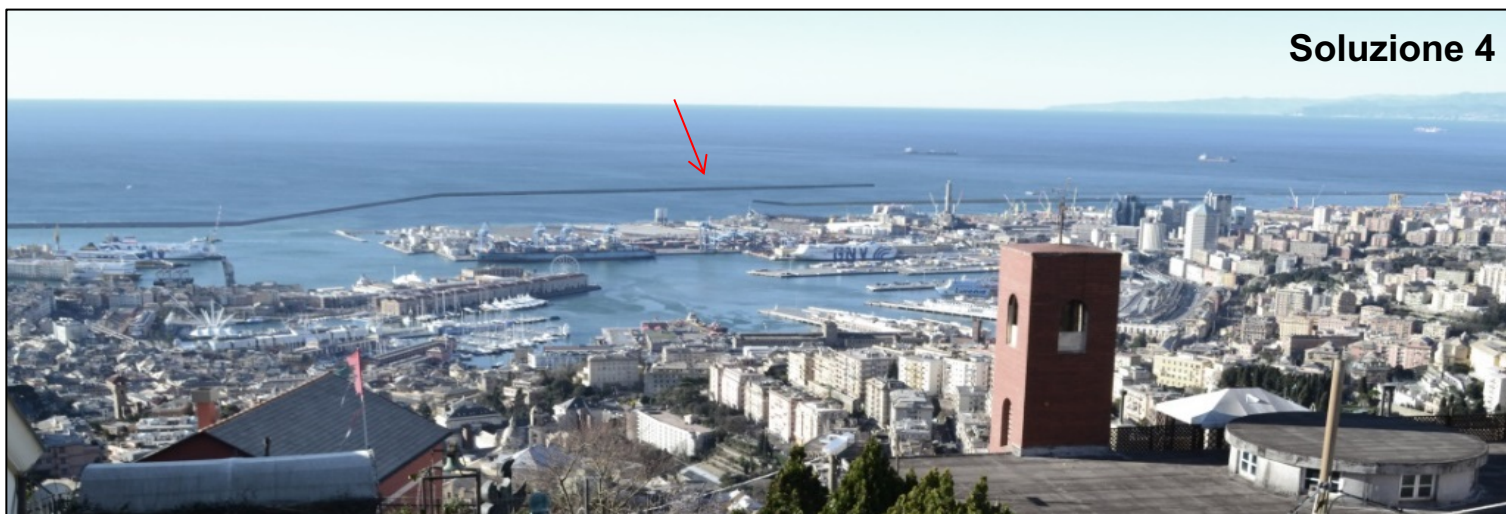
- Dall'area di Levante - vicino alle zone a vocazione turistico-balneare
- Dall'area collinare
- Dalla Lanterna



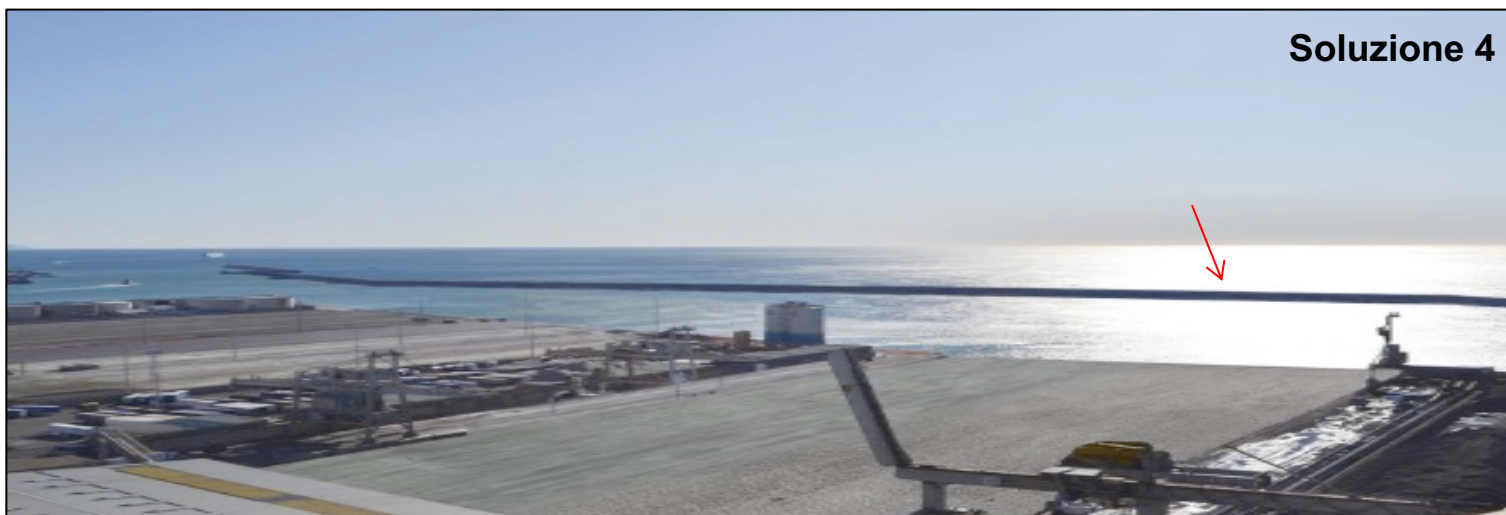
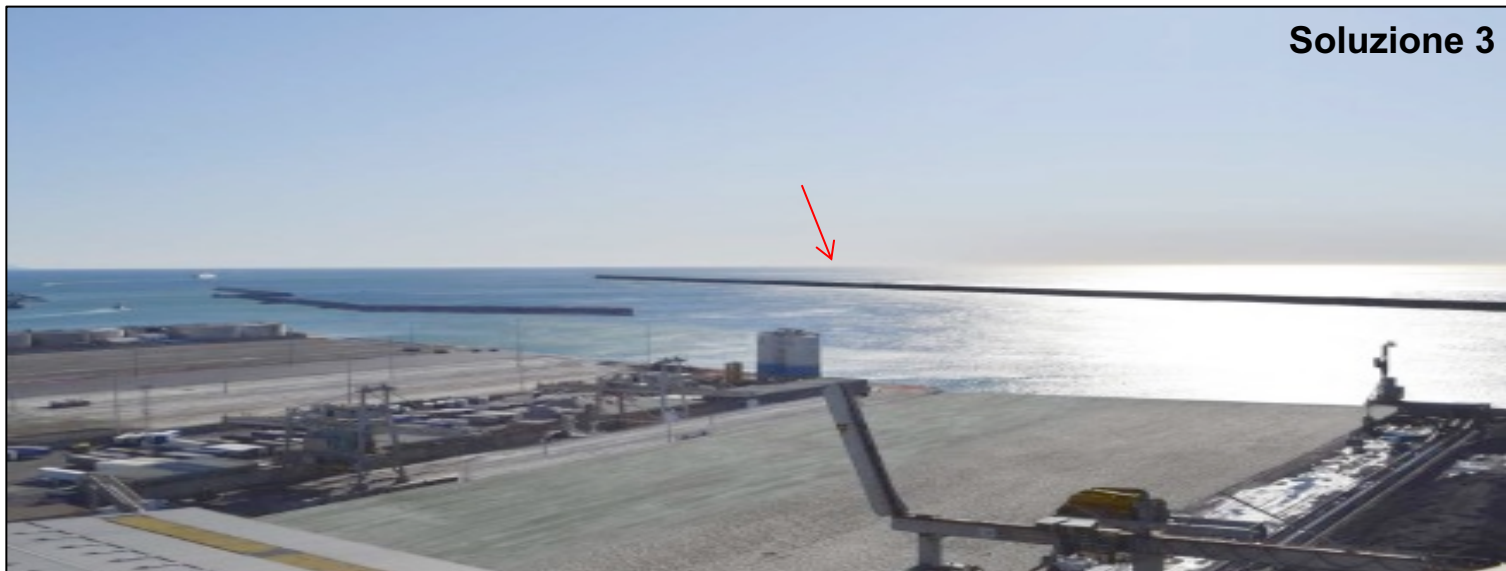
Aspetti paesaggistici



Aspetti paesaggistici



Aspetti paesaggistici



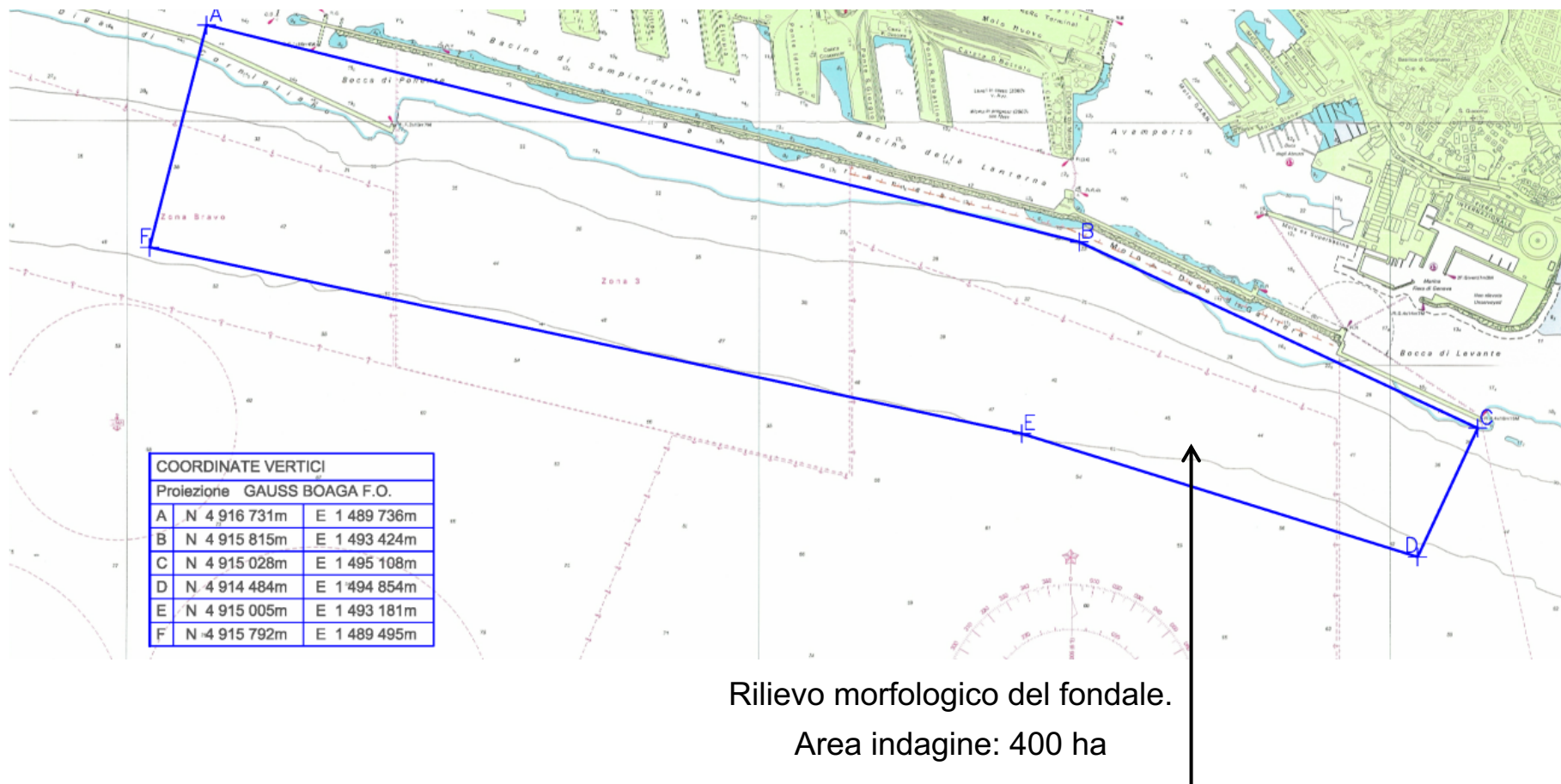
Aspetti di interesse storico-archeologico

Indagini preliminari eseguite per la valutazione del rischio archeologico

- Ricerche bibliografiche e d'archivio
- Esame della cartografia storica e fotografia aerea del territorio
- Esame di sondaggi geognostici pregressi (terrestri e marini)
- Lettura e interpretazione archeologica dei rilievi geofisici di progetto:
 - Rilievo batimetrico *multibeam* (MBES)
 - Rilievo morfologico con *side-scan-sonar* (SSS)
 - Rilievo stratigrafico con *sub-bottom profiler* (SBP) e *sparker* (SPK)
 - Rilievo delle anomalie magnetiche con *gradiometro* (GRAD)

Aspetti di interesse storico-archeologico

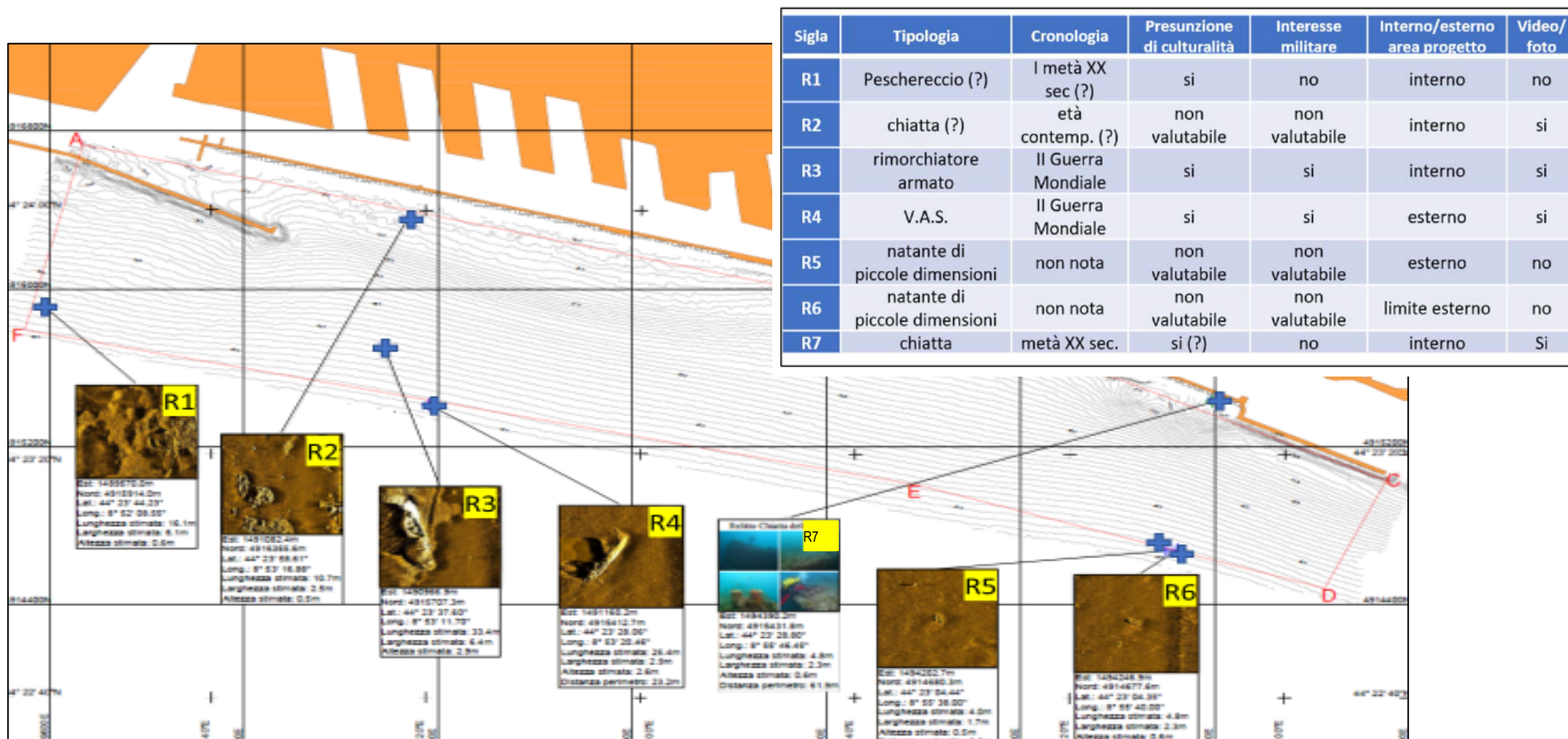
Indagini preliminari eseguite per la valutazione del rischio archeologico



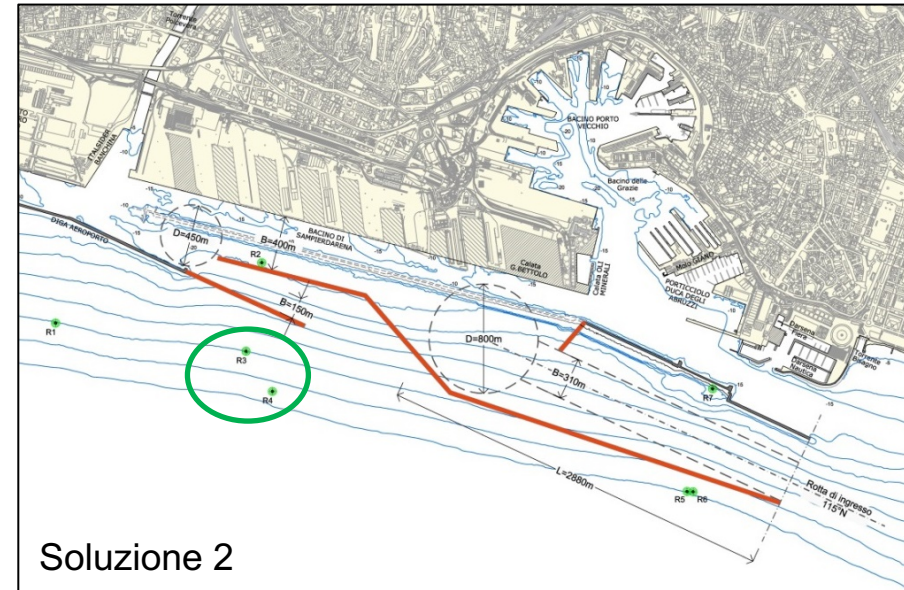
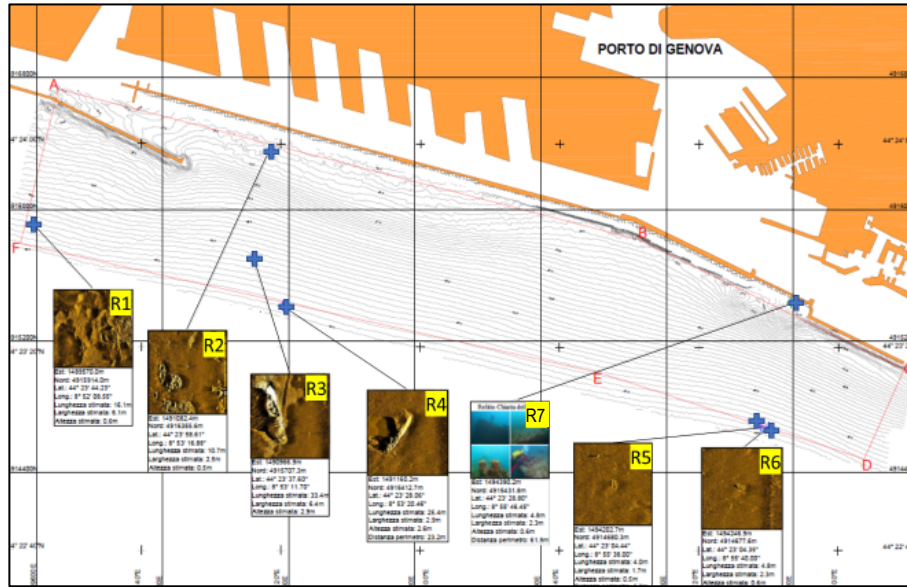
Aspetti di interesse storico-archeologico

Presenza di almeno 7 relitti riconducibili ad età contemporanea

«Presunzione di culturalità» per due di essi (R3, R4)



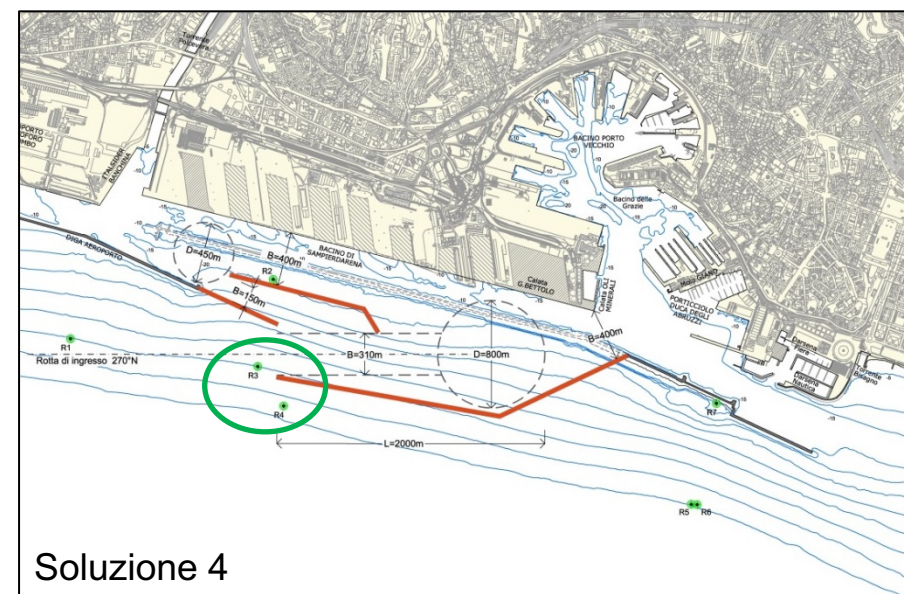
Aspetti di interesse storico-archeologico



Soluzione 2



Soluzione 3



Soluzione 4

Aspetti di interesse storico-archeologico



Carta del potenziale archeologico dell'area

Molo antico Duca di Galliera

- depositi di fondo dell'area in esame potrebbero custodire testimonianze di antichi naufragi o di perdite di carico
- tratto di mare antistante i ponti San Giorgio ed Eritrea (promontorio della Lanterna): potrebbe contenere resti di antiche imbarcazioni e/o di materiali archeologici risalenti alle più antiche epoche di frequentazione del bacino portuale di Genova
- rilievi Side Scan Sonar: cospicuo numero di anomalie (magnetiche e non) esposte o semiaffioranti, tra cui almeno 8 di grandi dimensioni e di presunta natura antropica

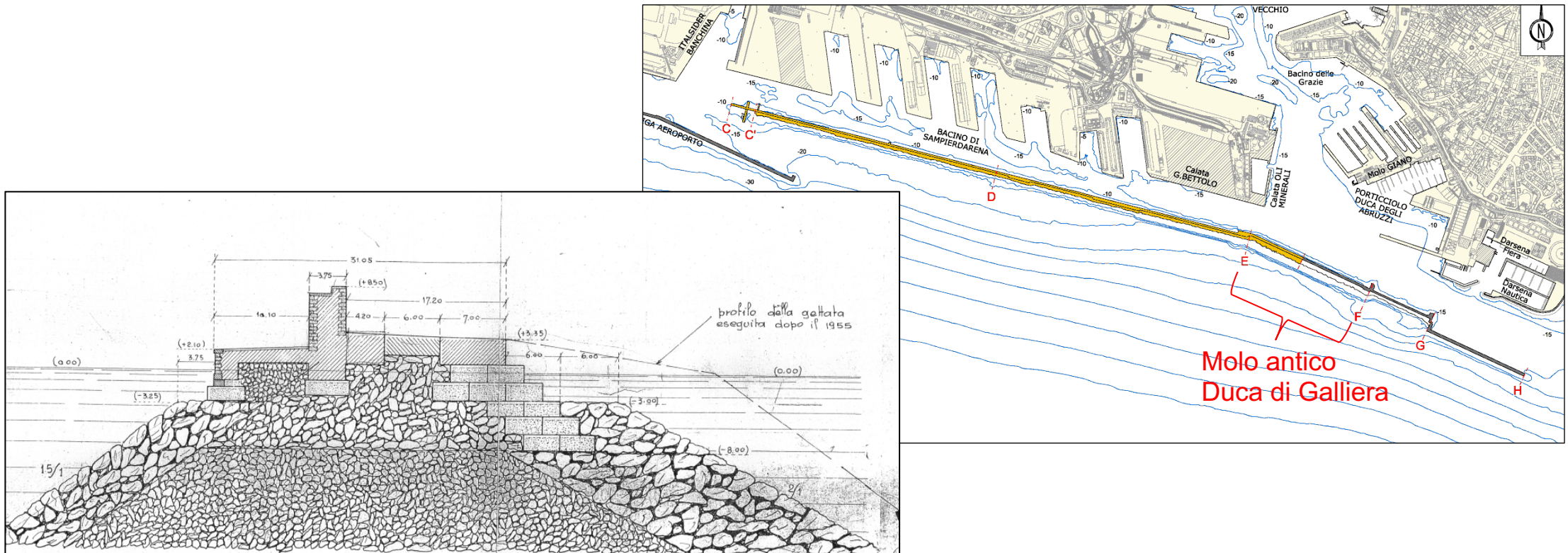
Fase progettuale definitiva: necessità di ricognizioni visive dei target di superficie e di indagini dirette e/o indirette sito specifiche, avviare la “verifica dell’interesse culturale” (VIC).

Aspetti di interesse storico-archeologico

Demolizione di tratti di diga di interesse storico-culturale:

➤ Molo antico Duca di Galliera

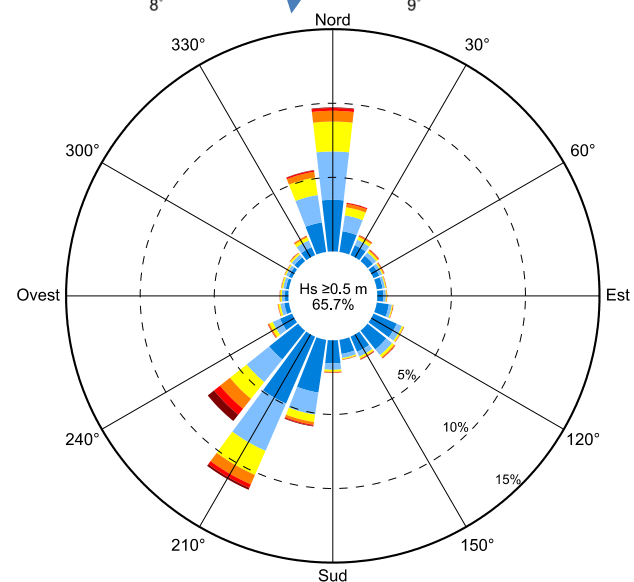
- Soluzione 2 non comporta demolizione del molo antico
- Soluzioni 3 e 4 demolizione parziale del molo antico (300 m su 900 m)



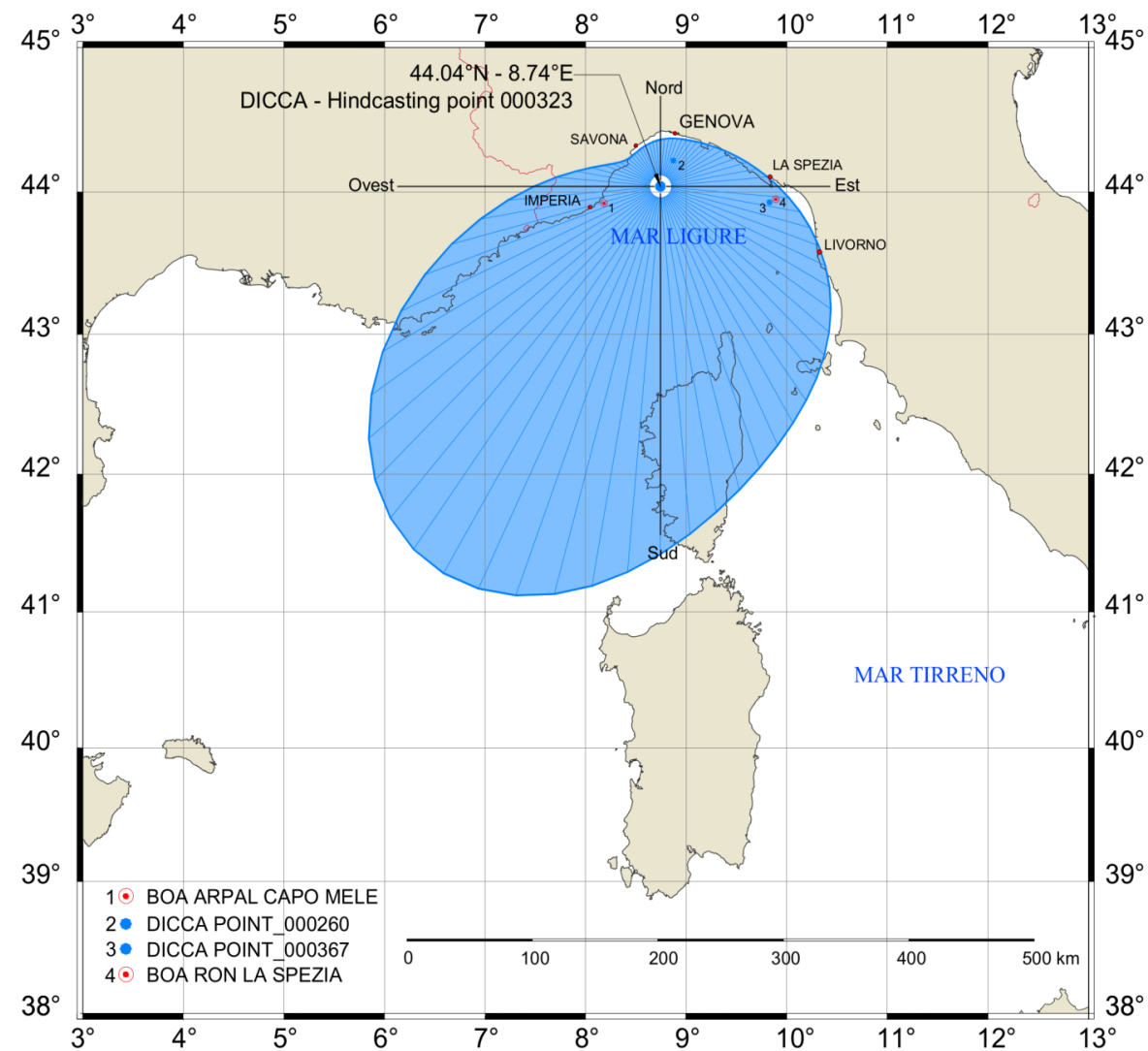
Prof. Ing. Paolo De Girolamo - Modimar S.r.l.

4. GLI EFFETTI SULLA QUALITÀ DELLE ACQUE COSTIERE, SULL'IDRODINAMICA E TRASPORTO SOLIDO FLUVIALE E SULLE SPIAGGE ADIACENTI

Inquadramento geografico e ondametrico

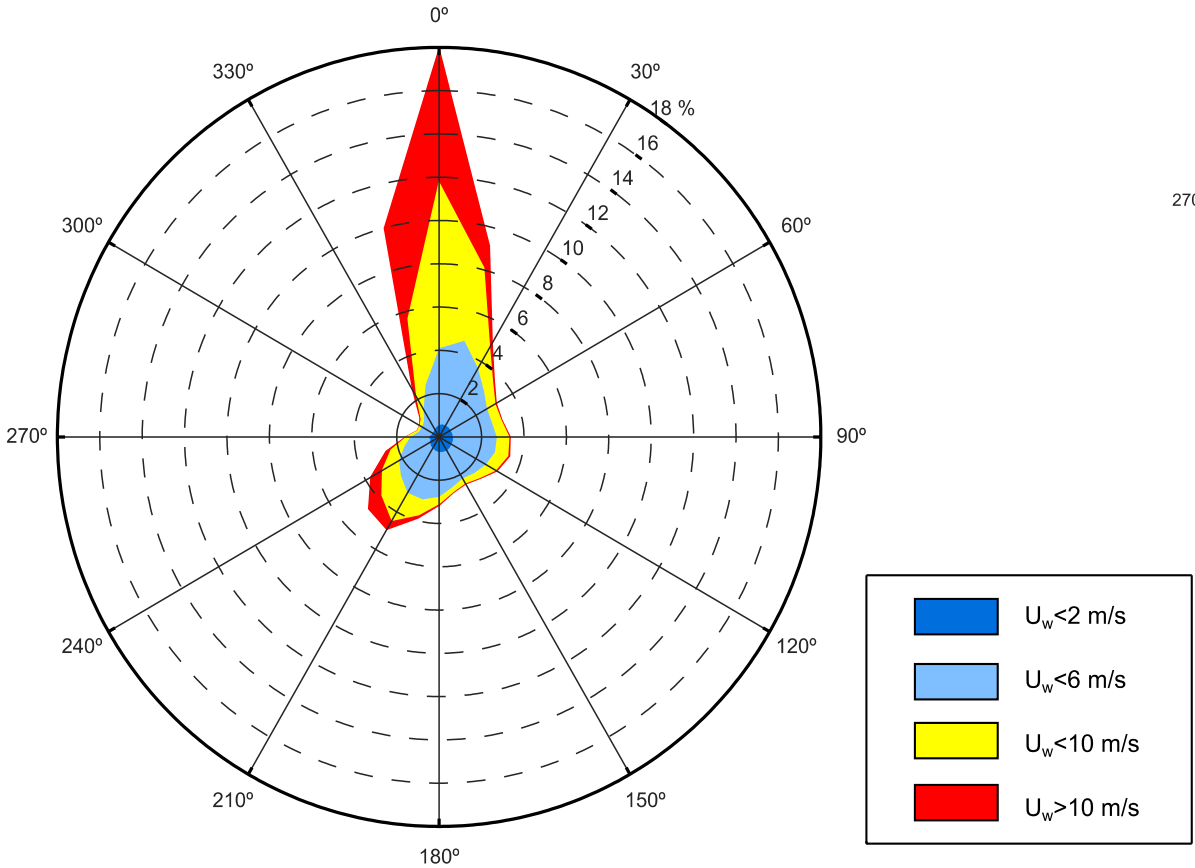


Rosa ondamentica media annuale
DICCA P_000323 (1979-2018)

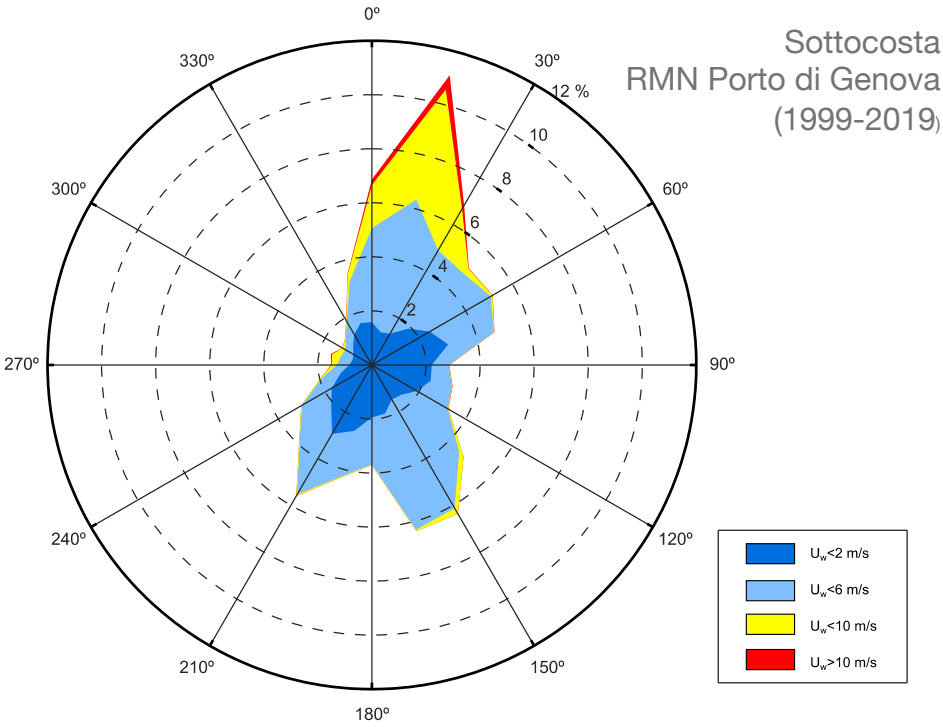


Clima anemometrico

CLIMA ANEMOMETRICO



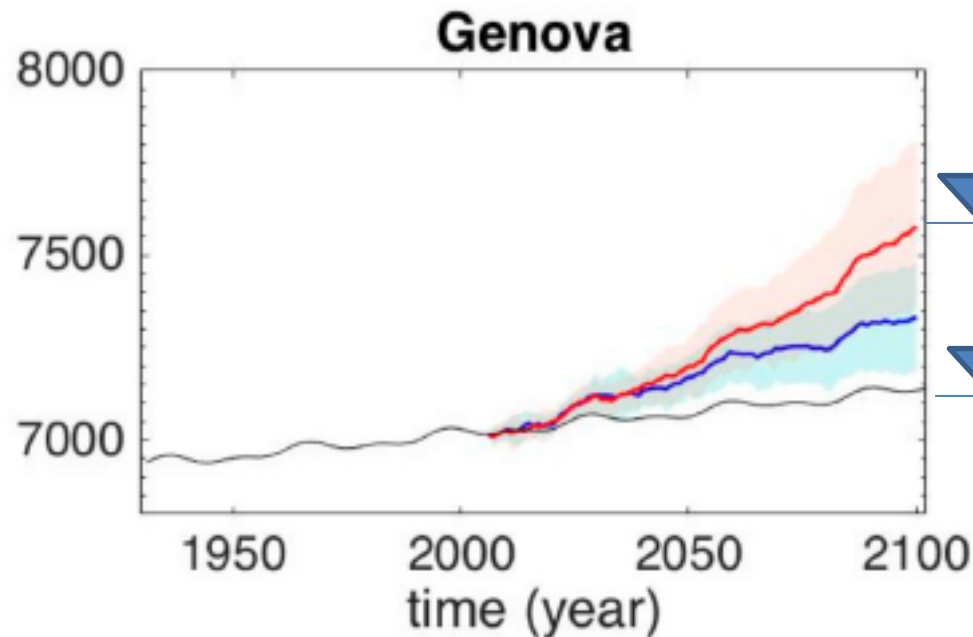
Al largo
DICCA P_00323 al largo di Genova
(1979-2018)



VARIAZIONI CLIMATICHE: Livello del mare «Sea Level Rise»

A.Vecchio, M.Anzidei, F.Serpelloni, F.Florindo, *Natural variability and vertical land motion in the Mediterranean sea-level records over the last two centuries and projections for 2100*. Water 2019

Tide Gauge Station (Duration)	Sea Level (mm) RCP2.6		Sea Level (mm) RCP8.5	
	2050	2100	2050	2100
Genova 1931–1992 (92 years)	163 ± 150	337 ± 306	193 ± 156	581 ± 347



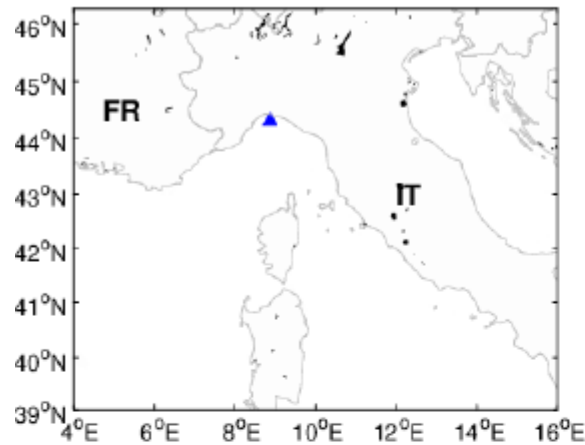
Massimo Scenario RCP8.5 = +58,1 ±34,7 cm

Minimo Scenario RCP2.6 = +33,7 ±30,6 cm

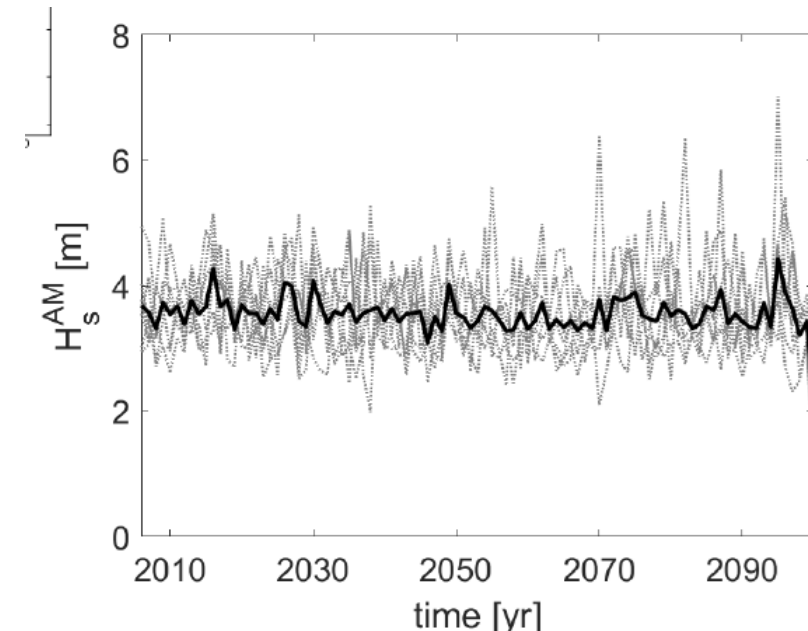
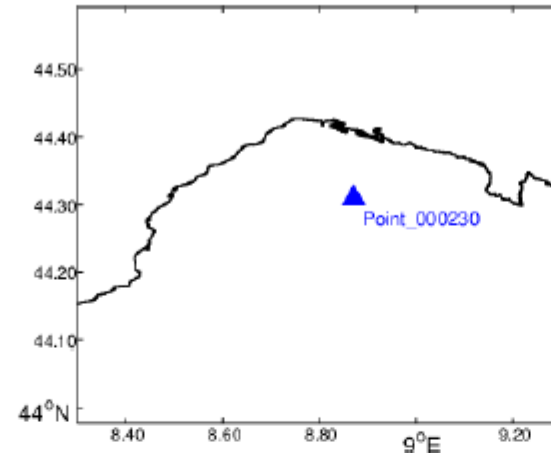
VARIAZIONI CLIMATICHE: Moto ondoso

Giovanni Besio, Lorenzo Mentaschi & Francesco De Leo

Trends and variability of waves under scenario RCP8.5 in the Mediterranean sea,
International Workshop on Waves, Storm Surges and Coastal Hazards, 2019



Genova

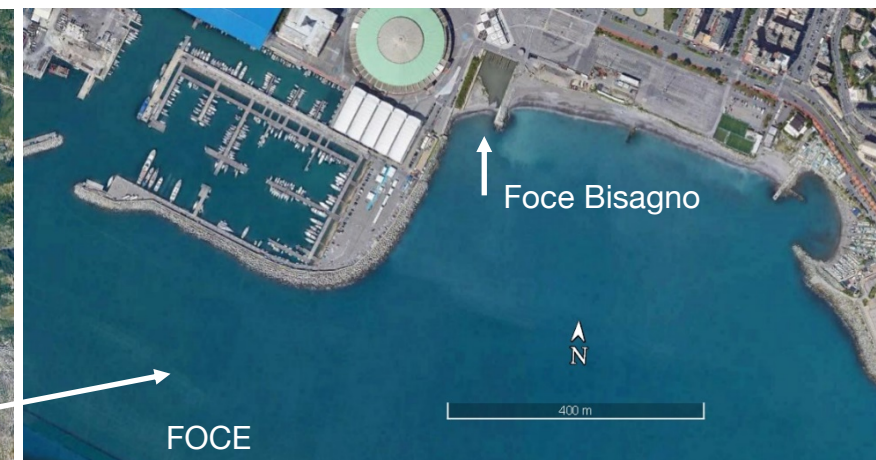
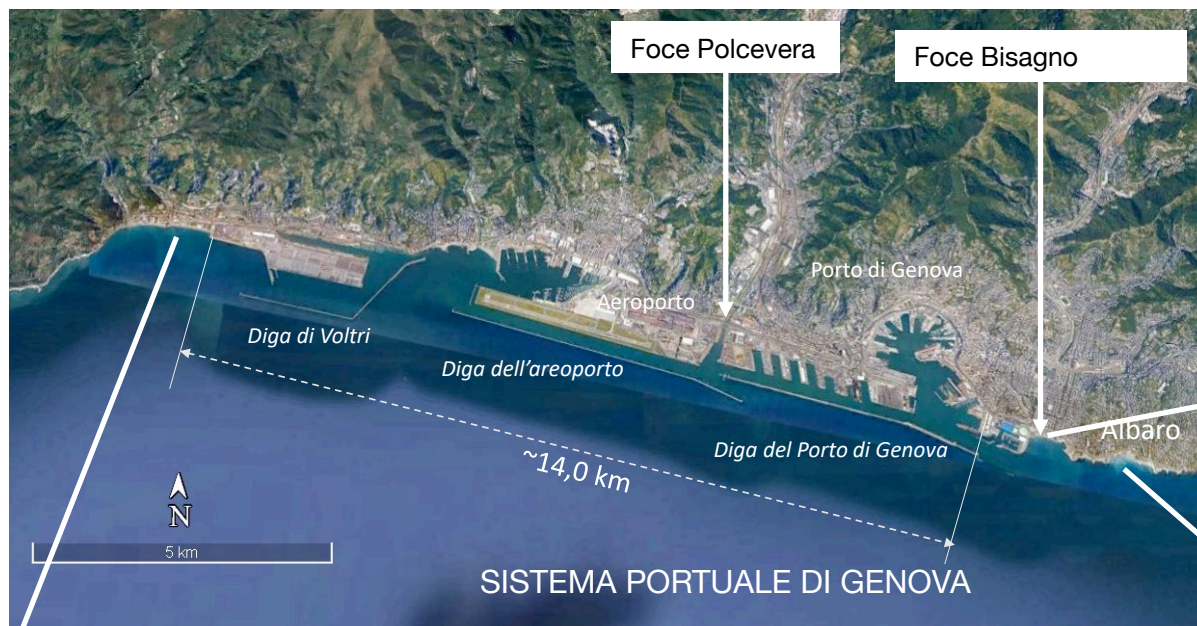


Previsione al 2100

H_s^{AM} = altezza d'onda significativa media annuale

ΔH_s compreso tra circa -15.0 e -18.0 cm.

Inquadramento morfologico



Effetti sulla qualità delle acque costiere e sul ricambio idrico portuale

Obiettivo Valutare gli effetti delle 3 alternative progettuali, rispetto allo stato di fatto, su:

- Qualità delle acque costiere nelle aree adiacenti al porto
- Capacità di ricambio idrico del porto



Effetti sulla qualità delle acque costiere e sul ricambio idrico portuale

Scenari di analisi

- **Piena contemporanea** dei torrenti Polcevera e Bisagno (Portata con $Tr = 2$ anni - Polcevera $340 \text{ m}^3/\text{s}$ Bisagno $175 \text{ m}^3/\text{s}$)

Apporto di un **tracciante passivo con concentrazione unitaria (es. inquinante)** dalle due foci

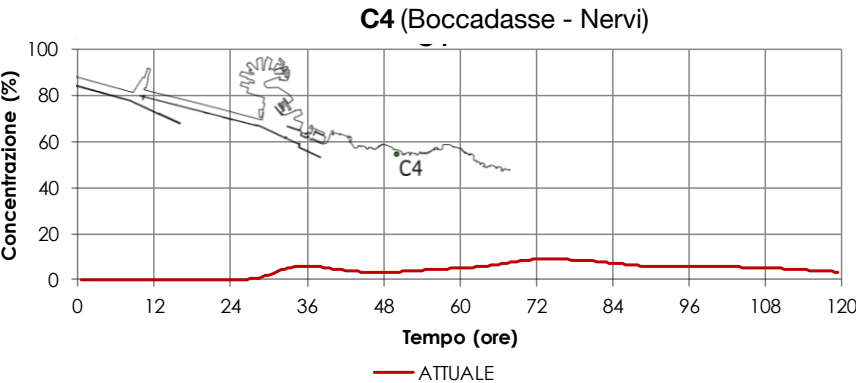
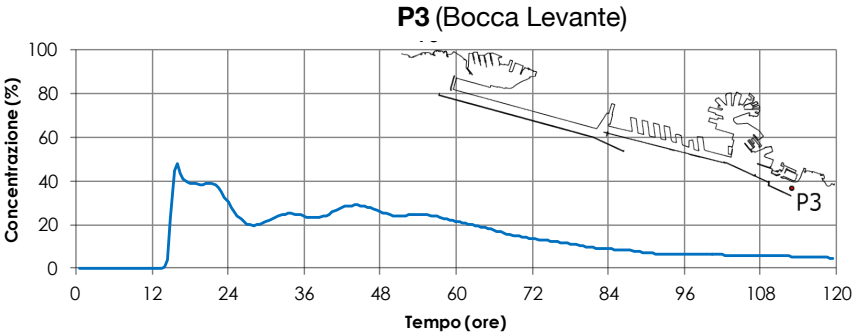
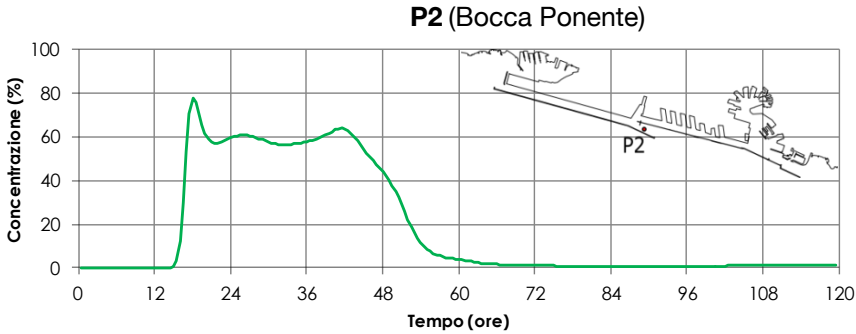
Analisi dell'**evoluzione della concentrazione del tracciante** nel porto e lungo costa

- **Forzanti idrodinamiche:** condizioni meteomarine estive tipiche di Genova (forzanti deboli, più critiche per circolazione/qualità delle acque)
 - condizioni alta pressione atmosferica
 - marea astronomica ordinaria
 - brezze termiche estive con rotazione oraria
 - brezze termiche permanenti provenienti da Scirocco e da Libeccio

Campo di Concentrazione – Scenario 2 (Libeccio) – STATO ATTUALE



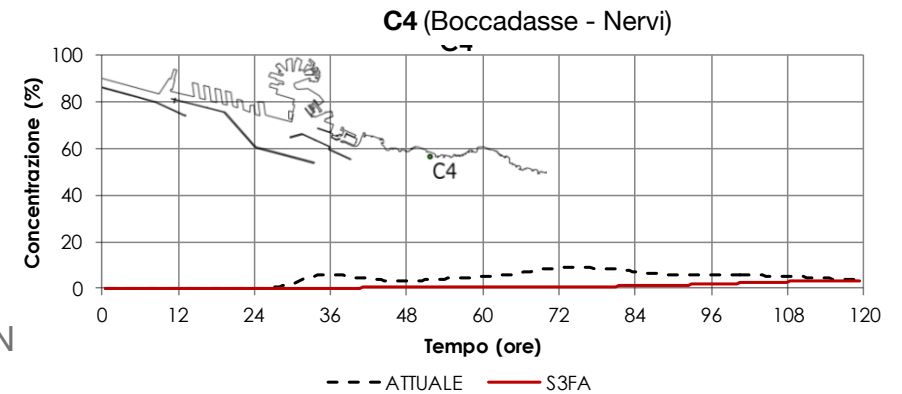
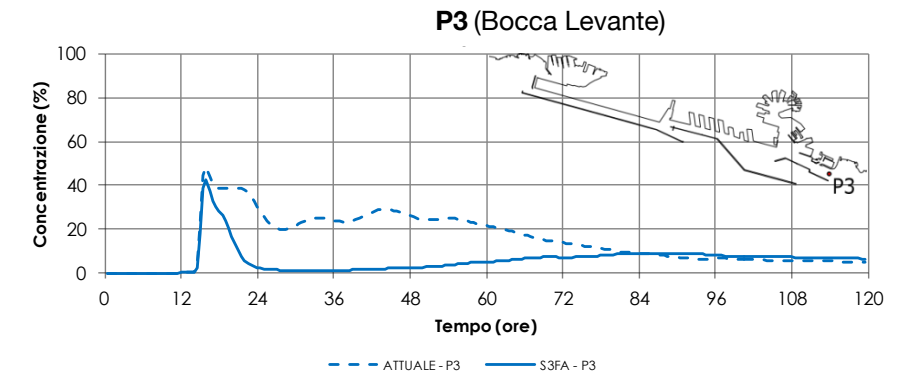
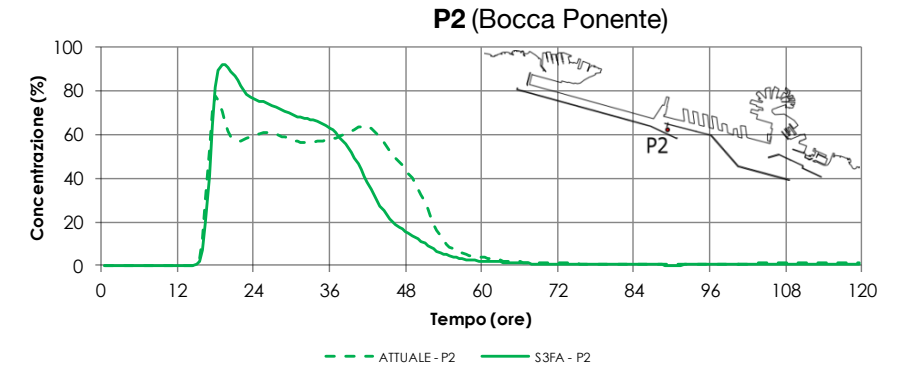
Direzione vento: 225°N



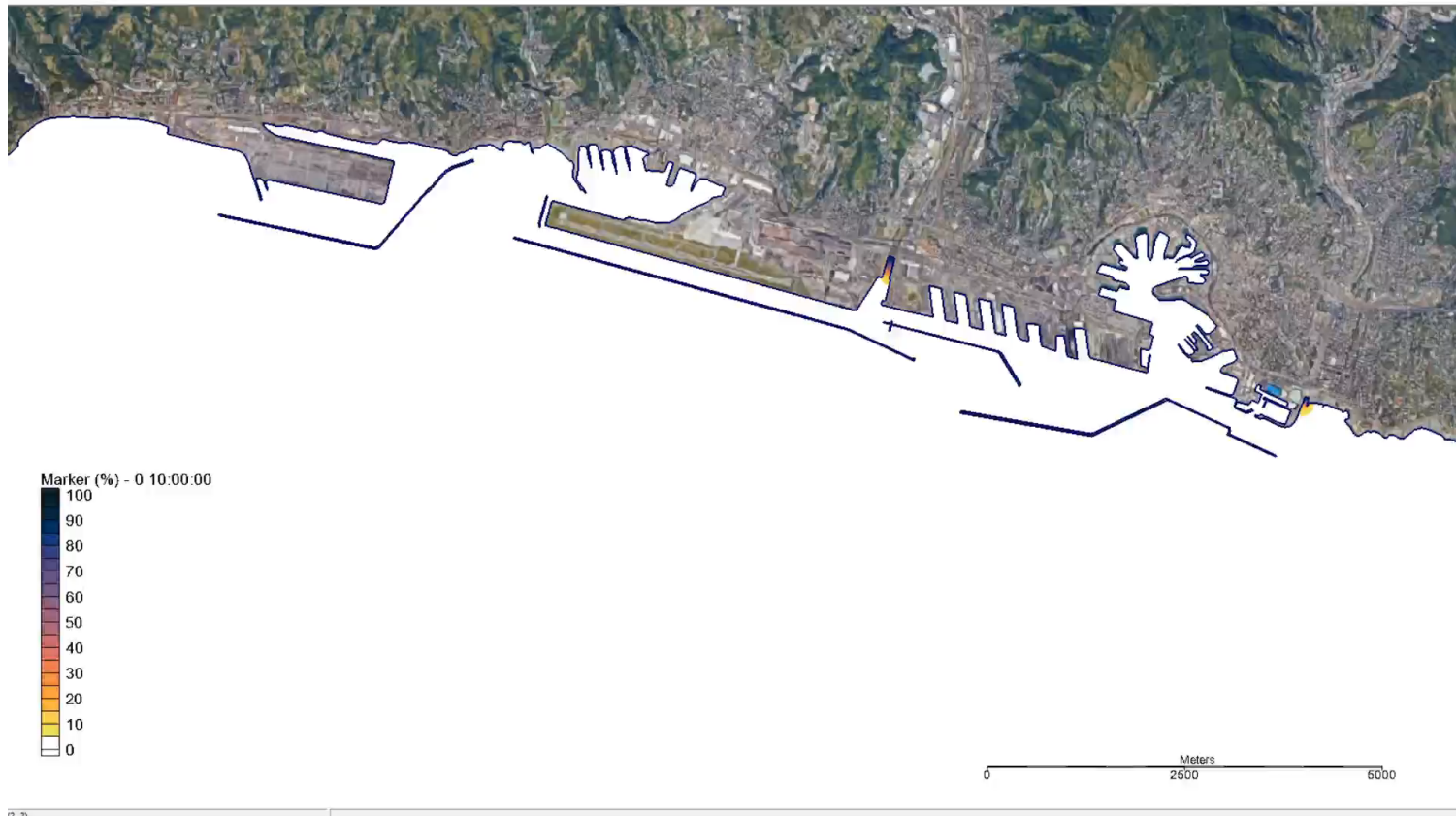
Campo di Concentrazione – Scenario 2 (Libeccio) – SOL 3 FASE A



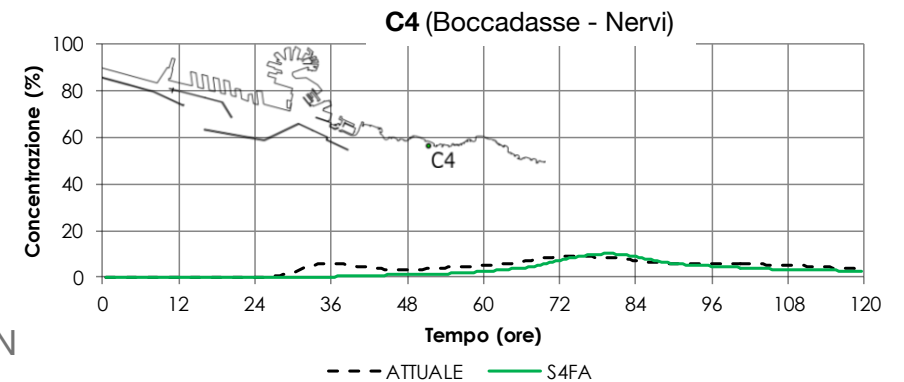
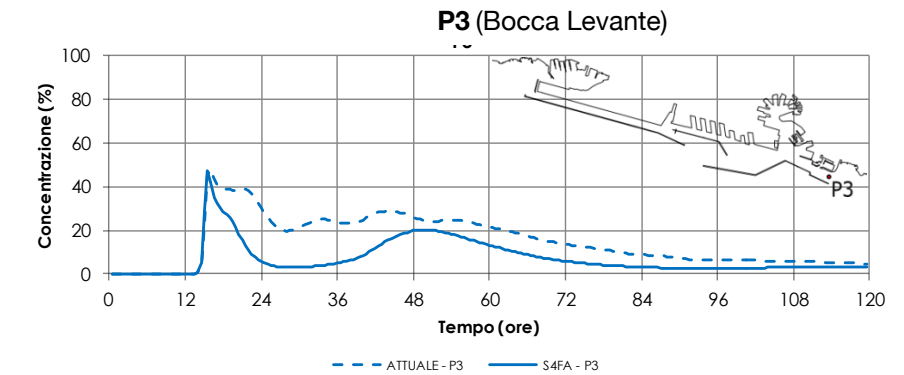
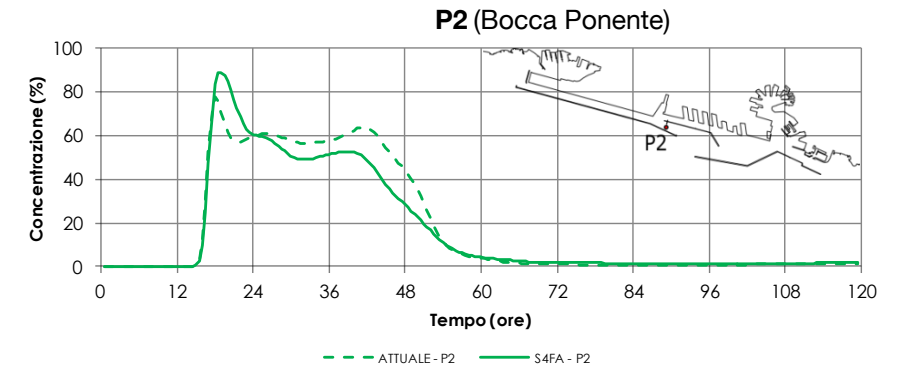
Direzione vento: 225°N



Campo di Concentrazione – Scenario 2 (Libeccio) – SOL 4 FASE A



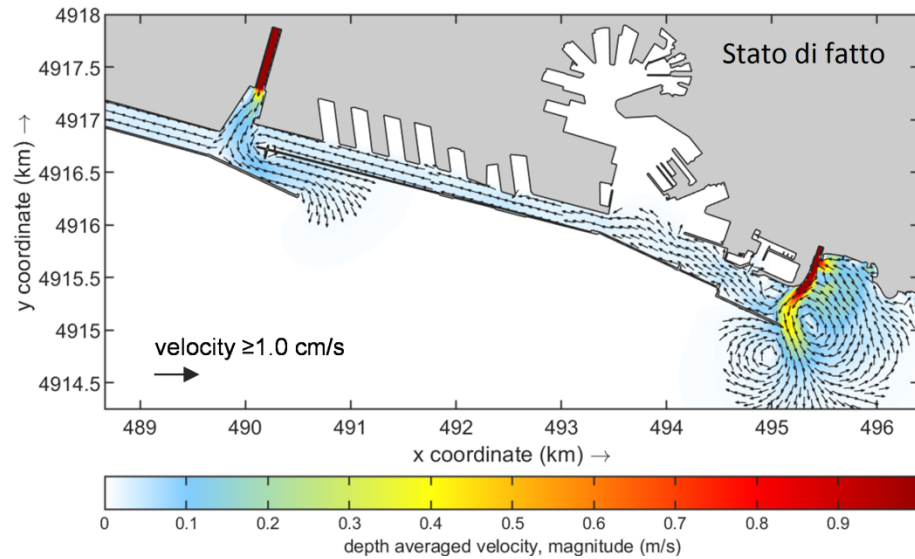
Direzione vento: 225°N



Principali risultati ottenuti

- In condizioni di **vento da Scirocco**, nei pressi della spiaggia di Voltri, il campo di concentrazione rispetto allo stato attuale rimane sostanzialmente inalterato per tutte le soluzioni in esame;
- In condizioni di **vento da Libeccio**, nei pressi delle spiagge di Albaro e di Quarto dei Mille, tutte le soluzioni mostrano un miglioramento rispetto alla situazione attuale;
- Nel caso di **condizione di termica estiva** o in presenza di sola marea astronomica il campo di concentrazione non mostra modifiche sostanziali nei punti posizionati alle imboccature portuali;
- Il confronto tra FASE A e FASE B non mostra **variazioni lungo le coste** in condizioni di Libeccio e Scirocco.

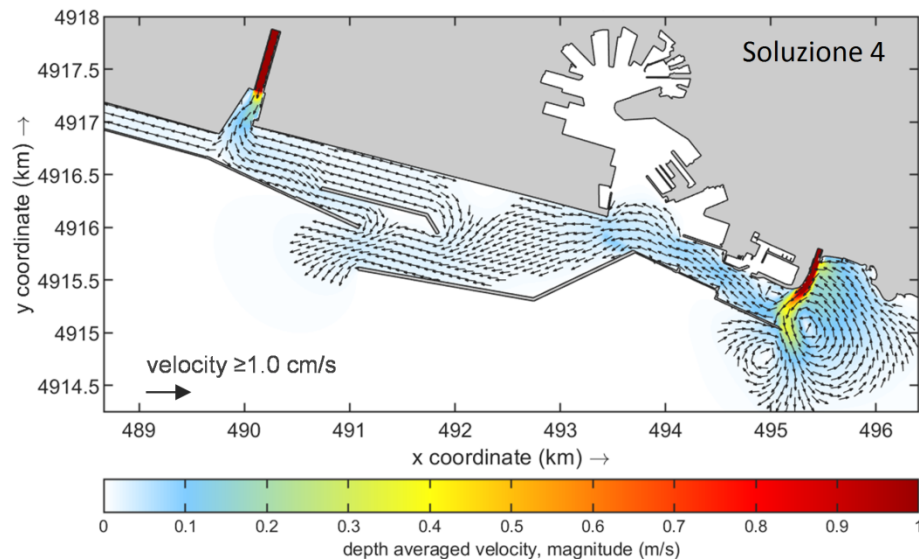
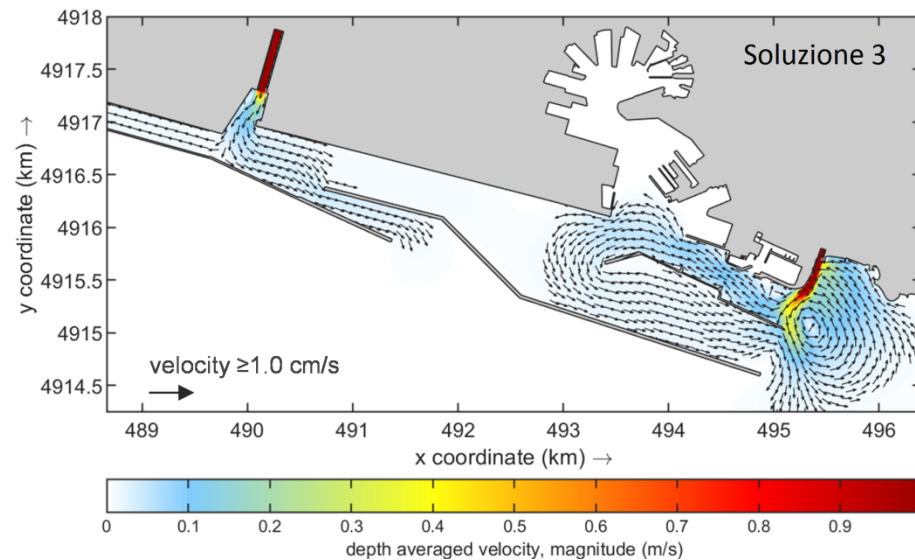
Effetti delle nuove opere sull'idrodinamica e trasporto solido del Polcevera e Bisagno



IDRODINAMICA

La valutazione è stata eseguita con una portata del Polcevera e Bisagno caratterizzata da un tempo di ritorno decennale (Portata con $Tr = 10$ anni - Polcevera $939 \text{ m}^3/\text{s}$ Bisagno $416 \text{ m}^3/\text{s}$)

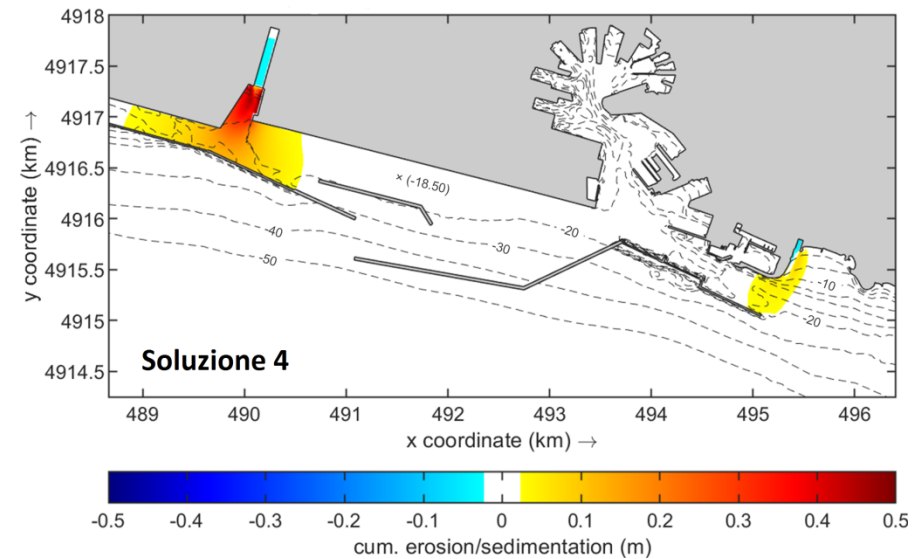
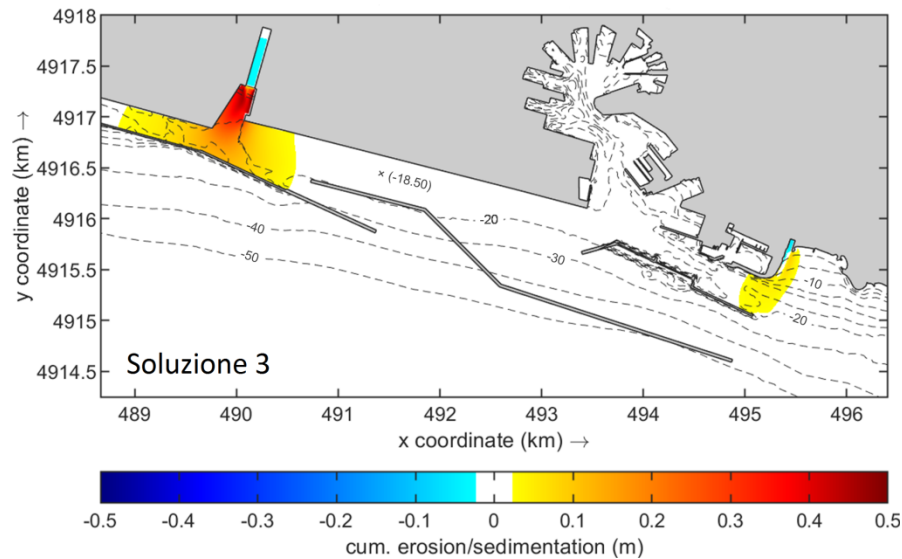
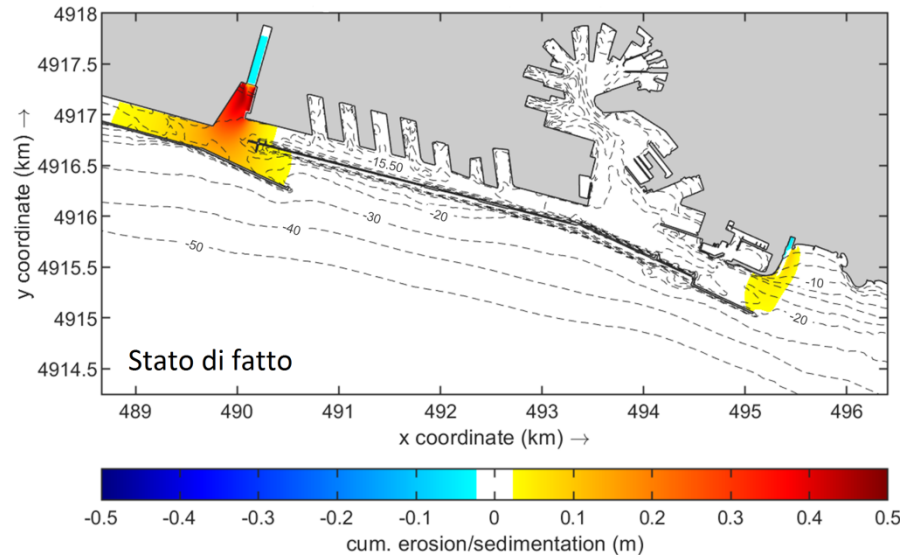
Le correnti indotte a mare alle foci del Polcevera e del Bisagno non vengono modificate in modo significativo dalla configurazione delle nuove opere foranee, che in alcun modo ostacolano il deflusso delle portate di piena



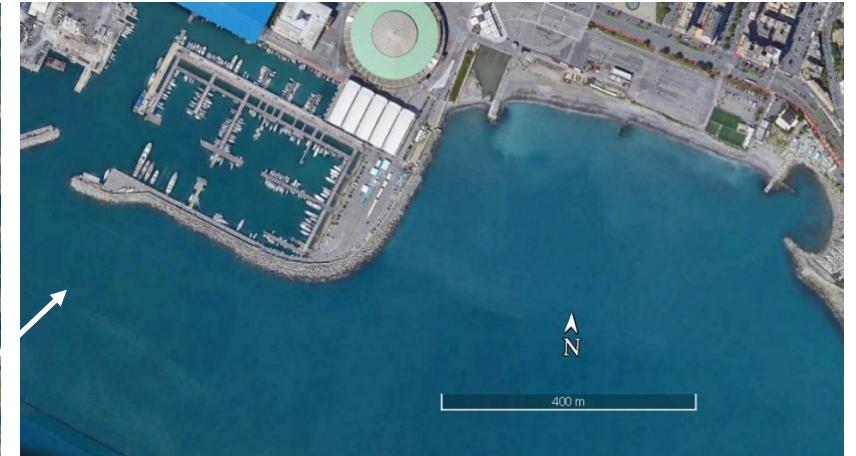
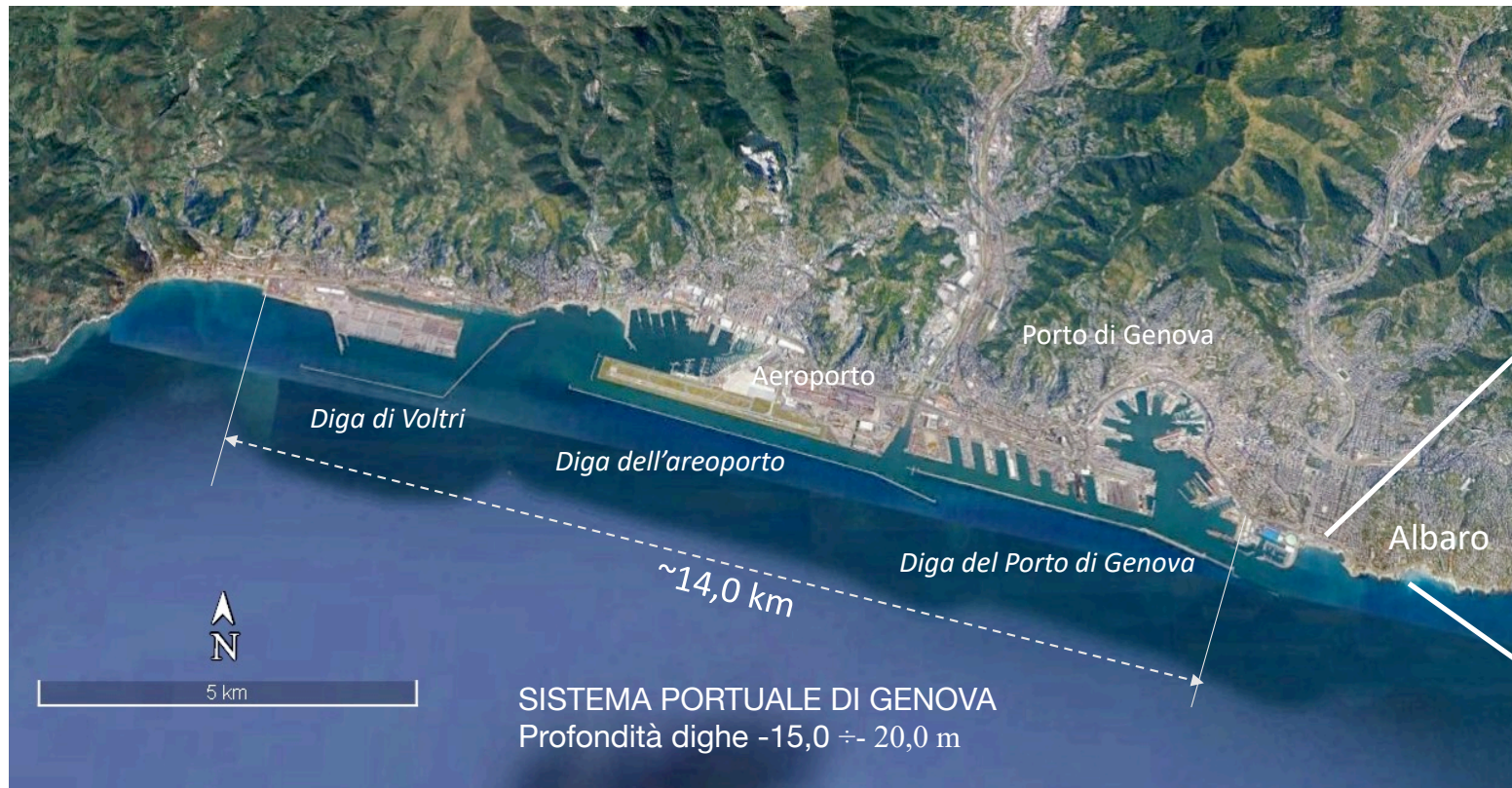
Effetti delle nuove opere sull'idrodinamica e trasporto solido del Polcevera e Bisagno

TRASPORTO SOLIDO - SEDIMENTAZIONE

La sedimentazione per le tre soluzioni nel bacino di Sampierdarena in prossimità delle foci per un evento di piena decennale è modesta e comparabile con quanto avviene nello stato di fatto



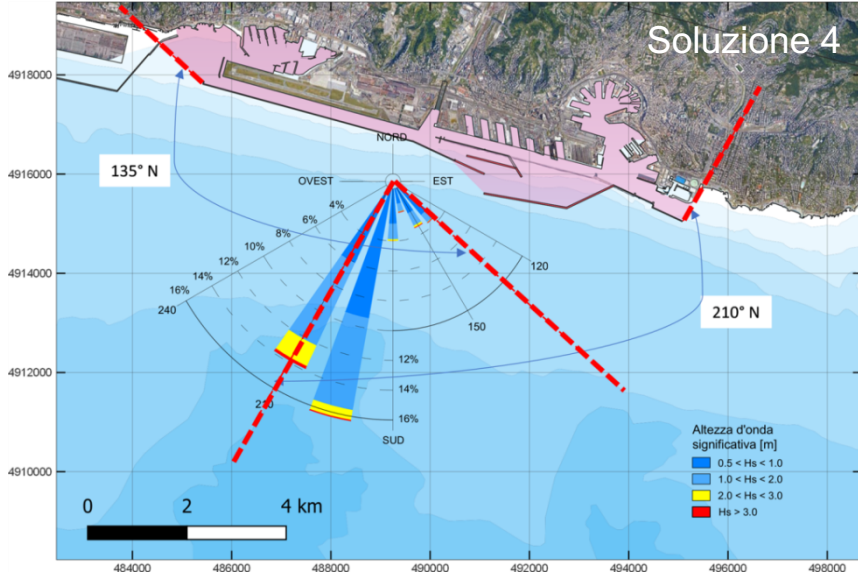
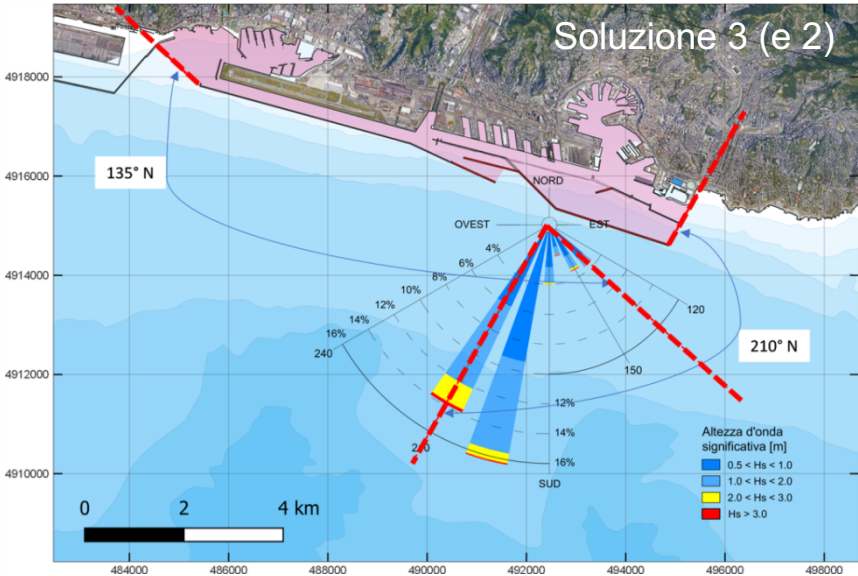
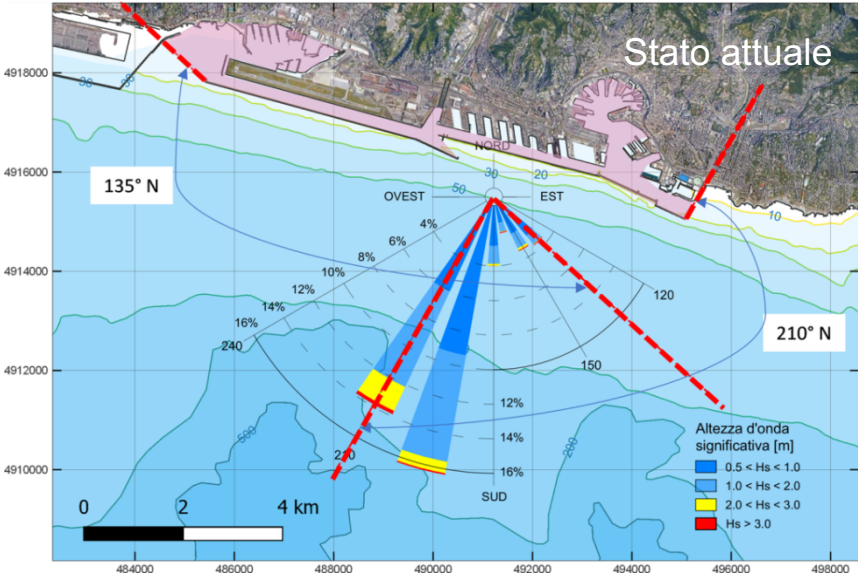
Influenza sulla morfologia delle spiagge adiacenti



Profondità di chiusura della fascia attiva $-7,0 \div -8,0$ m s.l.m.m.

Lisi, I., Bruschi, A., Del Gizzo, M., Archina, M., Barbano, A., Corsini, S., (2010), *Le unità fisiografiche e le profondità di chiusura delle coste italiane*, L'Acqua n. 2, 2010.

Influenza sulla morfologia delle spiagge adiacenti



Ing. Gian Luca Dadone, EPF

5. SOLUZIONI PER TECNOLOGIE RINNOVABILI

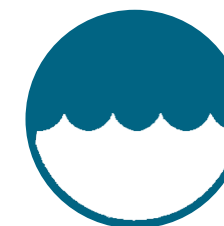
Soluzioni tecnologiche per energie rinnovabili

Obiettivo:

contribuire alla mitigazione dell'impatto ambientale dell'opera ed alla decarbonizzazione dell'area

Sono state esaminate 2 tecnologie in relazione alle risorse naturali:

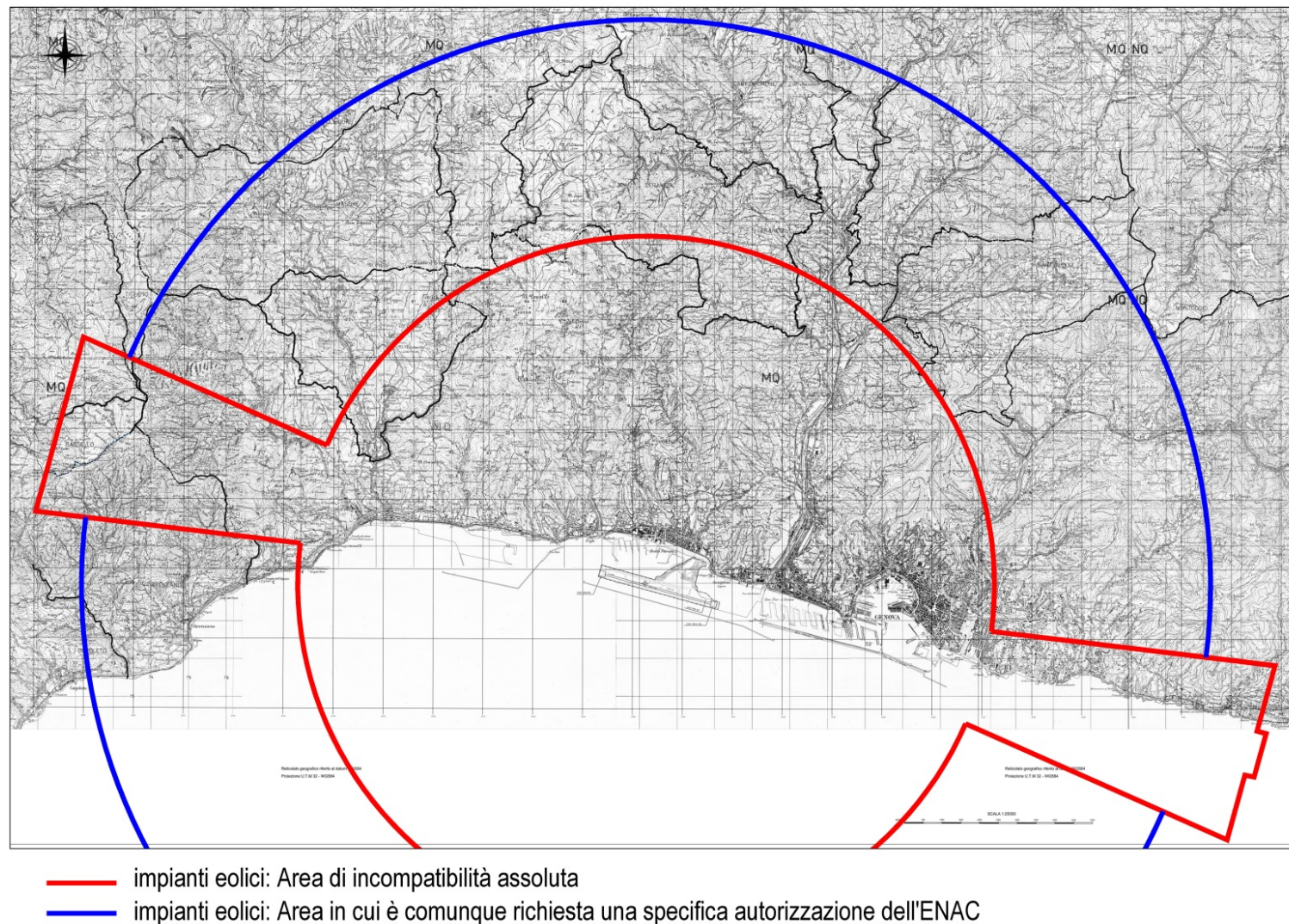
- **conversione eolica:** eolico tecnologia matura. Sono stati esaminati aerogeneratori a torre tubolare di varia altezza installati nel tratto più a largo della nuova diga in funzione dei vincoli esistenti.
- **conversione da moto ondoso:** si trova invece in una situazione pre-commerciale ed ancora mancante di convergenza tecnologica. Lo studio ha preso in considerazione i principali convertitori di moto ondoso, analizzandone l'integrabilità nella diga e le potenzialità di resa in relazione alla risorsa del sito.





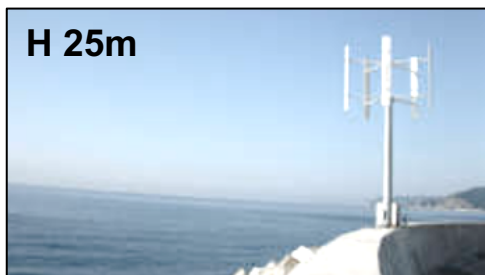
F.E.R. EOLICA

Vincoli aeroportuali nell'area d'intervento

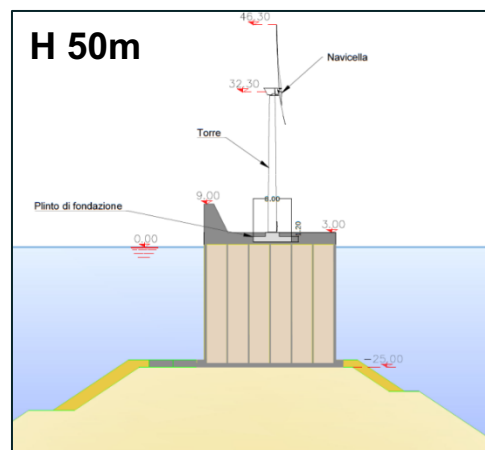


Tipologie di aerogeneratori valutati

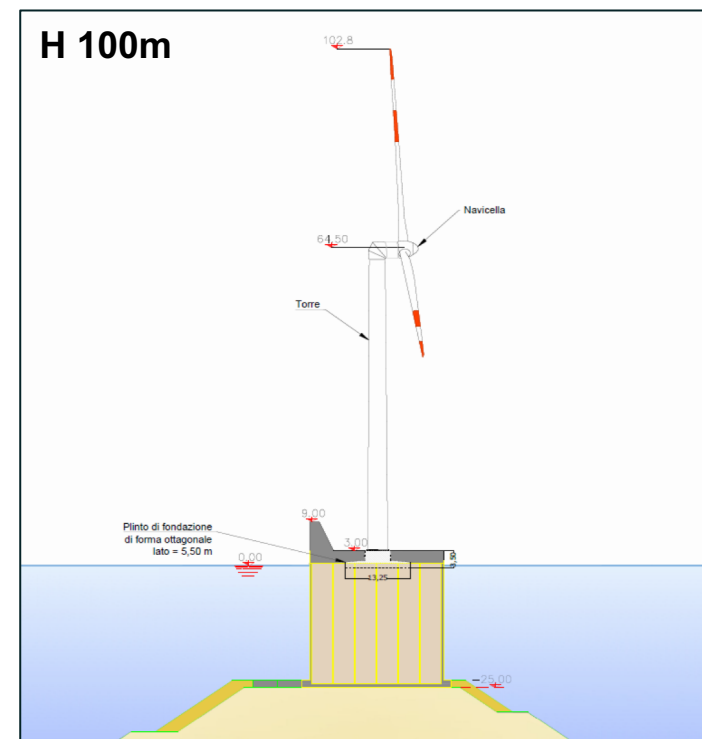
Sono state analizzate e confrontate differenti soluzioni d'impianto con aerogeneratori con diversa altezza sommitale per valutare il potenziale della FER eolica.



➤ altezza sommitale **25m**



➤ altezza sommitale **50m**



➤ altezza sommitale **100m**

Valutazione comparata delle tipologie di impianti valutati su 3 km di diga

	PARAMETRI	u.m.	CASO 1	CASO 2	CASO 3
Aerogeneratore	Tipologia	-	H25	H50	H100
	Potenza Installata	kW	6	90	800
	Altezza Sommitale Massima	m	25	50	100
	AEP medio*	MWh	2	157	1.464
Impianto	Numero Aerogeneratori	#	75	30	11
	Potenza Installata Complessiva	kW	450	2.700	8.250
	AEP Totale**	MWh	170	4.700	16.100
	LCOE	€/MWh	-	115	90
AdSP	% Fabbisogno Area Portuale**	%	0,3	9,2	31,6
	Emissioni di CO2 evitate	t CO2	85	2.303	7.889

(*) riferito ai dati dell'anemometro di Genova Sestri (serie SYNOP)

(**) riferito ad una tratta arbitraria di 3.000m di sviluppo di diga foranea

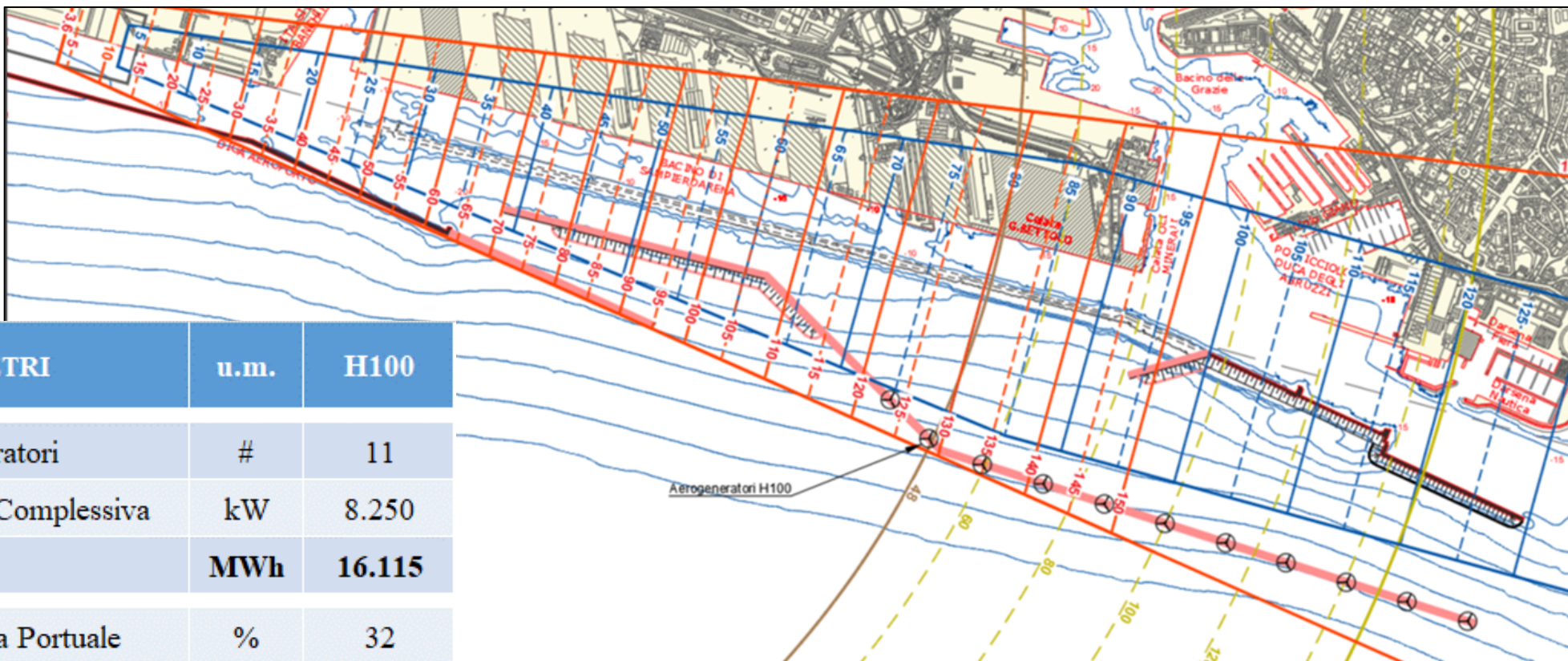
Valutazione comparata delle tipologie di impianti valutati su 3 km di diga

	PARAMETRI	u.m.	CASO 1	CASO 2	CASO 3
Aerogeneratore	Tipologia	-	H25	H50	H100
	Potenza Installata	kW	6	90	800
	Altezza Sommitale Massima	m	25	50	100
	AEP medio*	MWh	2	157	1.464
Impianto	Numero Aerogeneratori	#	75	30	11
	Potenza Installata Complessiva	kW	450	2.700	8.250
	AEP Totale**	MWh	170	4.700	16.100
	LCOE	€/MWh	-	115	90
AdSP	% Fabbisogno Area Portuale**	%	0,3	9,2	31,6
	Emissioni di CO2 evitate	t CO2	85	2.303	7.889

(*) riferito ai dati dell'anemometro di Genova Sestri (serie SYNOP)

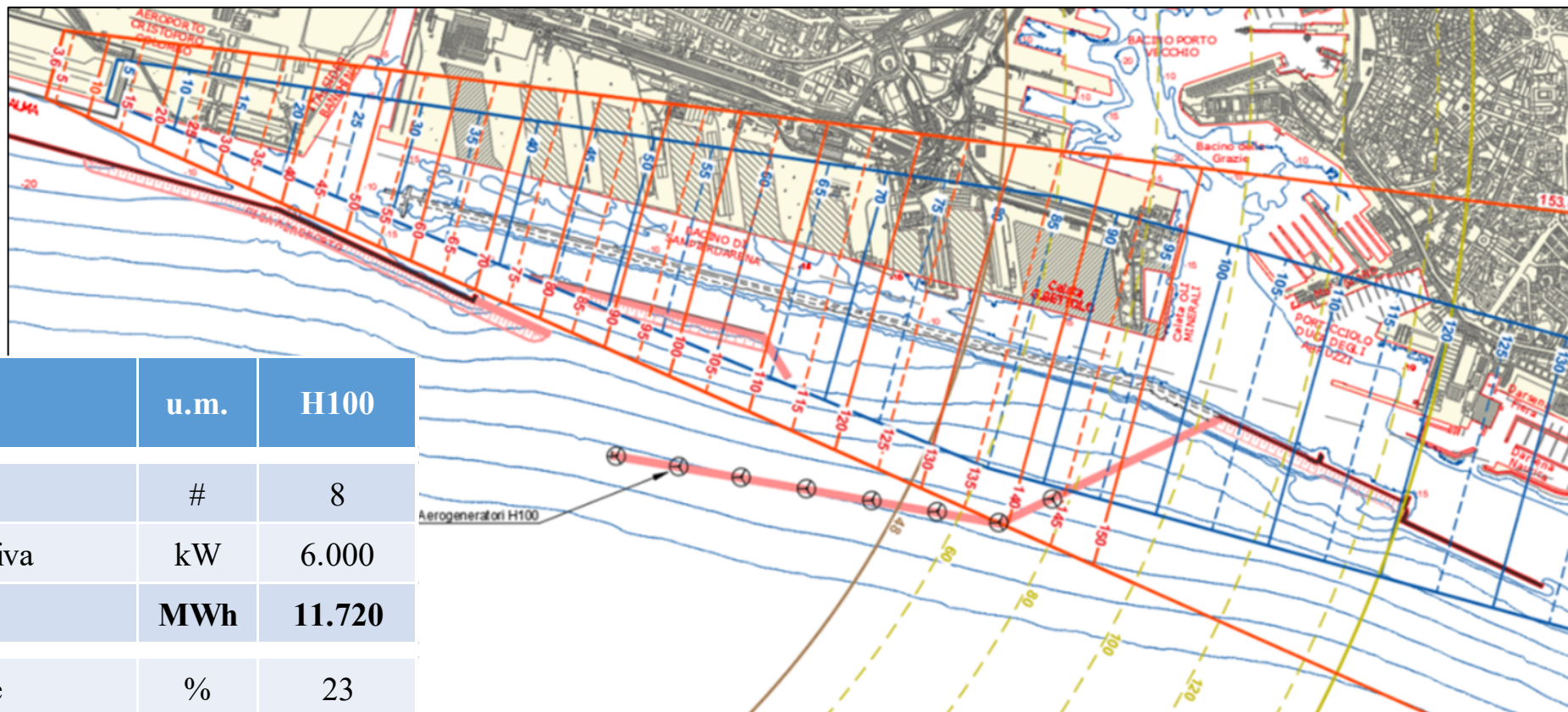
(**) riferito ad una tratta arbitraria di 3.000m di sviluppo di diga foranea

Esempio di analisi tecnica per impianto eolico per il layout 3b (torri H 100 m)



PARAMETRI	u.m.	H100
Numero Aerogeneratori	#	11
Potenza Installata Complessiva	kW	8.250
AEP Totale	MWh	16.115
% Fabbisogno Area Portuale	%	32
Emissioni di CO2 evitate	t CO2	7.897
LCOE	€/MWh	90
Costo impianto	k€	14.167

Esempio di analisi tecnica per impianto eolico per il layout 4b (torri H 100 m)

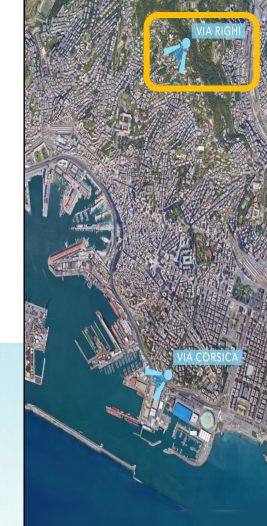


PARAMETRI	u.m.	H100
Numero Aerogeneratori	#	8
Potenza Installata Complessiva	kW	6.000
AEP Totale	MWh	11.720
% Fabbisogno Area Portuale	%	23
Emissioni di CO2 evitate	t CO2	5.743
LCOE	€/MWh	93
Costo impianto	k€	9.212

Impatti visivi – soluzione 3, via Righi (H100)



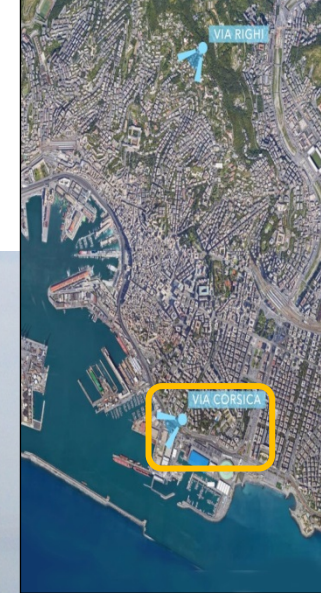
Impatti visivi – soluzione 4, via Righi



Impatti visivi – soluzione 3, via Corsica



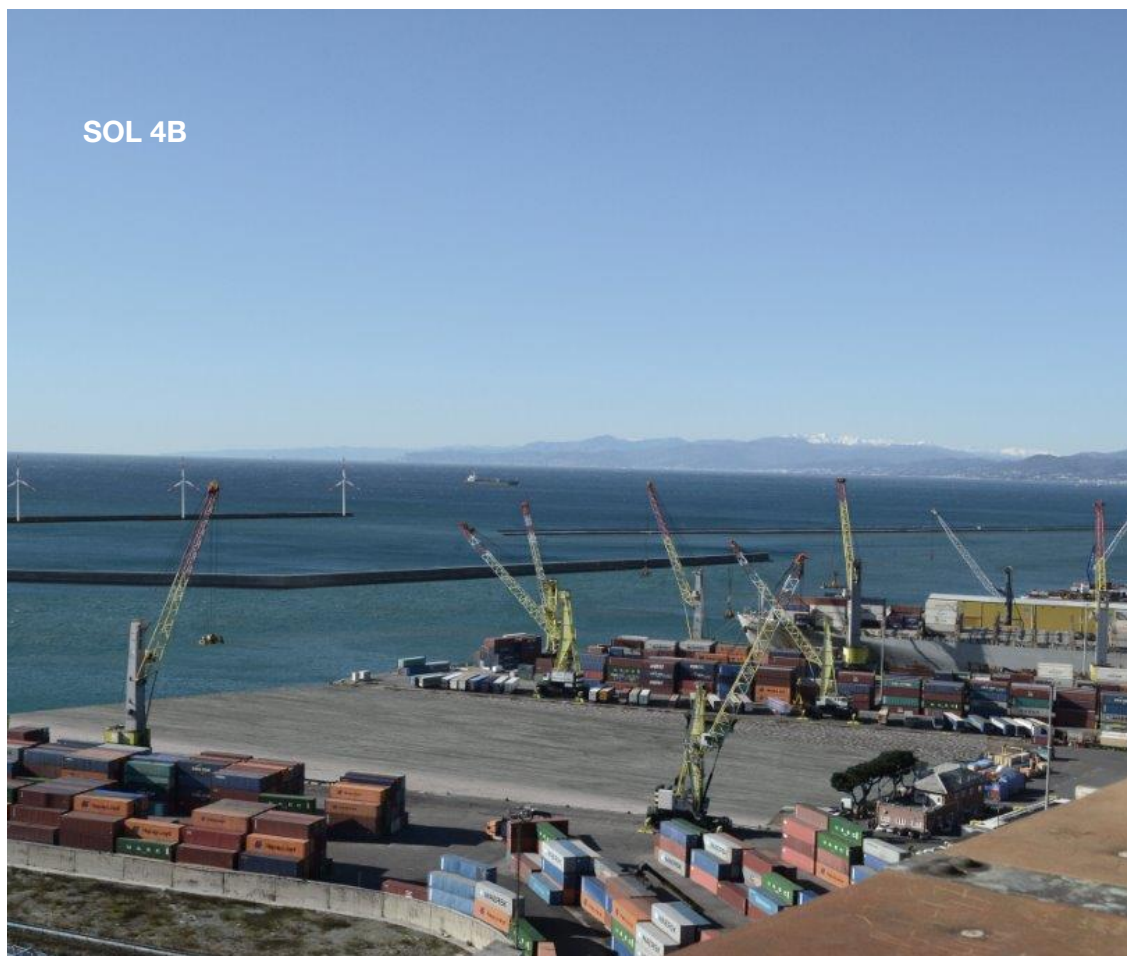
Impatti visivi – soluzione 4, via Corsica

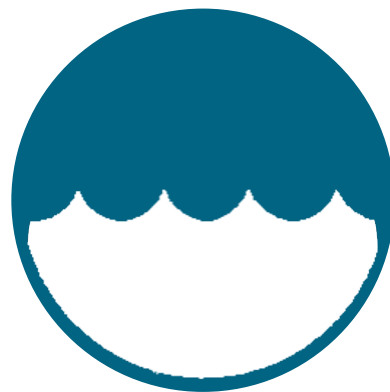


Impatti visivi – soluzione 3 dalla Lanterna



Impatti visivi – soluzione 4 dalla Lanterna

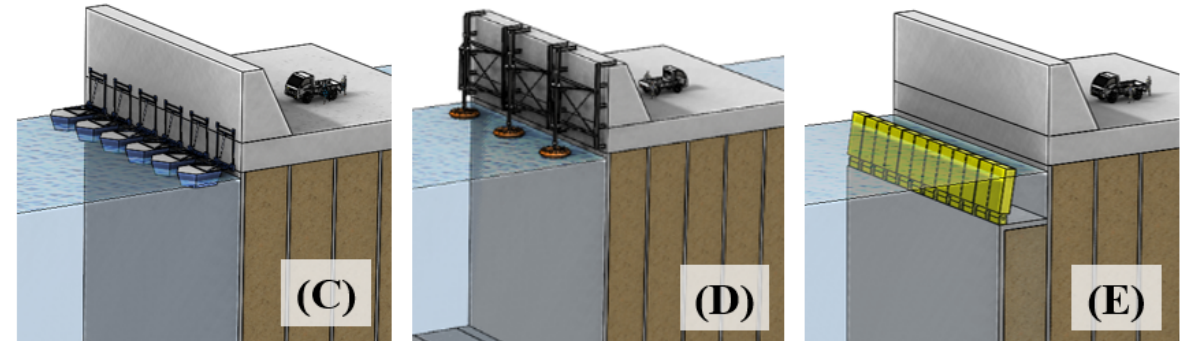
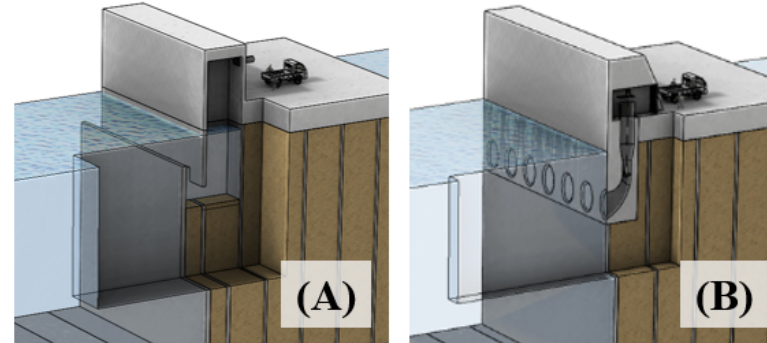




F.E.R. MOTO ONDOSO

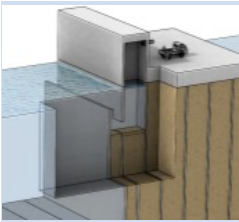
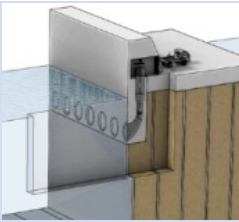
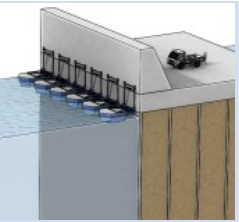
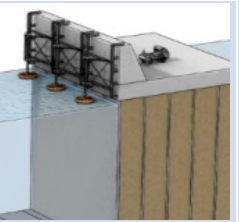
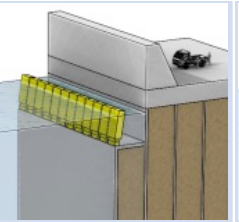
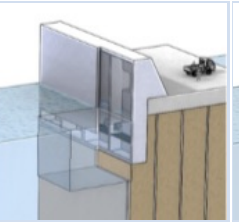
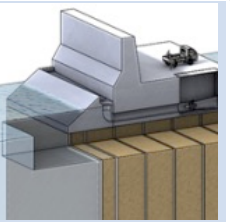
Tipologie di Convertitori di Moto Ondoso (CMO) valutati

- (A) CMO con colonna oscillante con conversione in aria
- (B) CMO con colonna oscillante con conversione in acqua
- (C) CMO con corpo galleggiante con moto di beccheggio
- (D) CMO con corpo galleggiante con moto di sussulto
- (E) CMO con paratoia oscillante con moto di rollio
- (F) CMO con doppia camera con colonna oscillante
- (G) CMO con rampa per tracimazione e bacino di raccolta



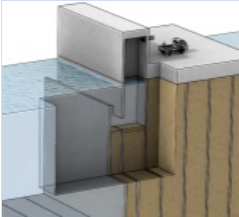
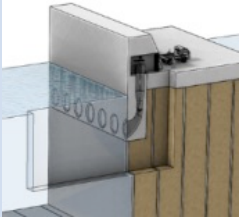
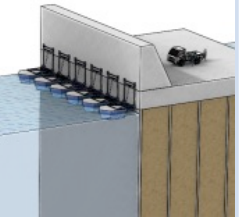
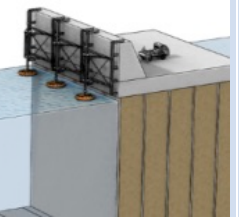
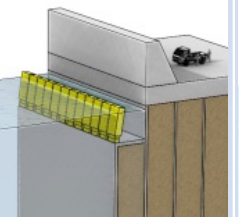
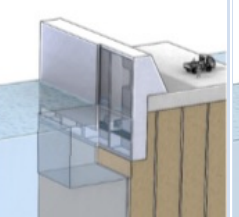
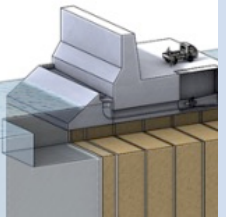
Valutazione comparata delle tipologie di impianti CMO valutati su 1 km di diga

Risultati dell'analisi di ottimizzazione delle macchine per il sito e confronto tra tecnologie di CMO.

PARAMETRI	u.m.	CMO A	CMO B	CMO C	CMO D	CMO E	CMO F	CMO G
Tipologia	-							
Potenza Installata Complessiva	kW	1.913	1.250	1.250	825	1.575	956	1.425
AEP Totale*	MWh	1.042	639	639	421	1.001	1.042	1.028
Ore equivalenti	h/anno	1.090	1.021	1.021	1.021	1.271	1.090	721
LCOE	€/MWh	1.213	2.189	1.580	1.889	1.493	1.166	1.207
% Fabbisogno Area Portuale*	%	2,1	1,3	1,3	0,8	2,0	2,1	2,1
Emissioni di CO2 evitate	t CO2	511	313	313	206	490	511	504

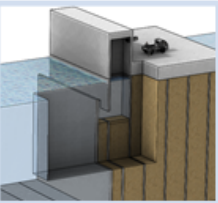
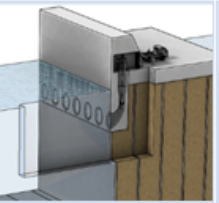
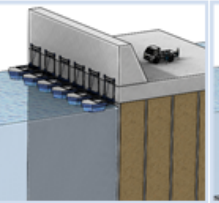
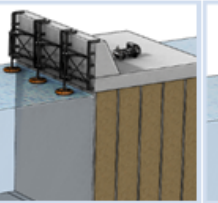
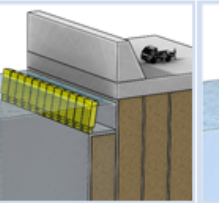
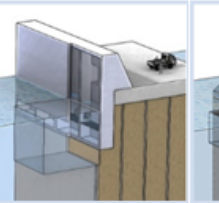
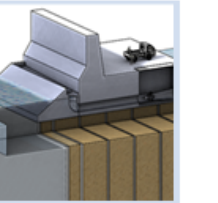
Valutazione comparata delle tipologie di impianti CMO valutati su 1 km di diga

Risultati dell'analisi di ottimizzazione delle macchine per il sito e confronto tra tecnologie di CMO.

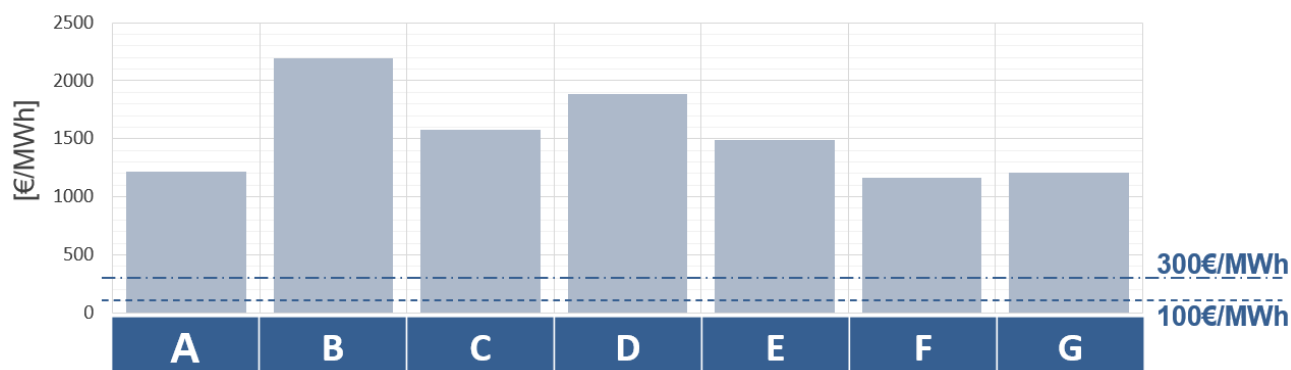
PARAMETRI	u.m.	CMO A	CMO B	CMO C	CMO D	CMO E	CMO F	CMO G
Tipologia	-							
Potenza Installata Complessiva	kW	1.913	1.250	1.250	825	1.575	956	1.425
AEP Totale*	MWh	1.042	639	639	421	1.001	1.042	1.028
Ore equivalenti	h/anno	1.090	1.021	1.021	1.021	1.271	1.090	721
LCOE	€/MWh	1.213	2.189	1.580	1.889	1.493	1.166	1.207
% Fabbisogno Area Portuale*	%	2,1	1,3	1,3	0,8	2,0	2,1	2,1
Emissioni di CO2 evitate	t CO2	511	313	313	206	490	511	504

Esempio di analisi tecno-economica per impianti CMO

Confronto del costo dell'energia degli impianti CMO su 1000 m di diga

PARAMETRI	u.m.	CMO A	CMO B	CMO C	CMO D	CMO E	CMO F	CMO G
Tipologia	-							
CAPEX	€/kW	5.911	9.199	7.398	8.849	7.674	10.578	7.972
Costo di realizzazione	M€	11,3	11,5	9,2	7,3	12,1	10,1	11,4
OPEX	€/kW/anno	151	320	169	201	282	354	183
Costi di manutenzione	M€/anno	0,29	0,40	0,21	0,17	0,44	0,34	0,26
LCOE	€/MWh	1.213	2.189	1.580	1.889	1.493	1.166	1.207

CAPEX = costo specifico d'investimento, OPEX = costo di esercizio e manutenzione



due diversi scenari:

- diretto utilizzo dell'energia degli impianti nell'area portuale (100€/MWh)
- forte incentivazione da parte dell'autorità pubblica (300€/MWh)

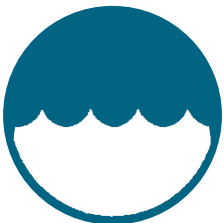
Conclusioni

Soluzioni tecnologiche per energie rinnovabili



**conversione
eolica**

- Aerogeneratori a torre tubolare installati nel tratto più a largo della nuova diga :
 - **Da 100 m**: buona sostenibilità economica, copertura del 30% del fabbisogno energetico portuale, con un costo dell'energia inferiore a 100 €/MWh
 - **Da 50 m**: copertura del 9% del fabbisogno, con un costo dell'energia superiore a 100 €/MWh
- Per tutte le soluzioni, il numero degli aerogeneratori installabili e la loro quota sommitale saranno condizionati dal **vincolo portuale** e dalla valutazione dell'**impatto paesaggistico**



**conversione
da moto ondoso**

- Studio dei principali **convertitori di moto ondoso** sul mercato e analisi dell'integrabilità nella diga e delle potenzialità di resa
- Modesta copertura del fabbisogno energetico del porto (0,8-2%), con un elevato costo dell'energia compreso tra 1.200 e 2/200€/MWh