

PORTO S. AMPELIO S.r.l.

(PROVINCIA DI IMPERIA)

**Progetto di realizzazione di un approdo turistico per
nautica da diporto in ampliamento dell'esistente porto di Bordighera**

RELAZIONE N°5: Studio di evoluzione del litorale prima e dopo gli interventi di progetto

INDICE DEGLI ARGOMENTI TRATTATI

0. Premessa

1. Studio sull'evoluzione storica del litorale

2. Studio sull'evoluzione del litorale in seguito alla realizzazione del nuovo porto

3. Verifiche delle non ripercussioni degli interventi di progetto sulla foce del Rio Sasso

4. Verifiche e dimensionamenti preliminari del ripascimento della spiaggia a Nord (lato Rio Sasso)

6. Conclusioni

Studio di Ingegneria Marittima <i>Ing. Giovanni SPISSU</i> Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		WaveTransportEvolutionProgramm 
Giugno 2021	<i>Eseguito da:</i>	
Pagina 1/39	Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

0. Premessa

Il presente studio è volto alla definizione preliminare dell'evoluzione del litorale prima e dopo gli interventi di progetto di realizzazione del porto di S.Ampelio.

La presente relazione tratta i seguenti argomenti:

- a. **Paragrafo 1: studio sull'evoluzione storica del litorale.** Si evidenzia l'evoluzione del litorale negli ultimi anni, tramite una ricerca cartografica nel sito della Regione Liguria, che trova riscontro nei vari rilievi eseguiti nell'area in oggetto negli ultimi anni. Il litorale risulta piuttosto stabile da più di trent'anni a causa del limitato apporto di materiale solido dal Capo S. Ampelio e dal Rio Sasso;
- b. **Paragrafo 2: Studio sull'evoluzione del litorale in seguito alla realizzazione del nuovo porto.** Il paragrafo effettua l'analisi del flusso di energia associato agli eventi sottocosta. Si evidenzia che l'influenza dell'intervento in oggetto, caratterizzato dalla realizzazione di due nuove dighe foranee, si esaurisce in corrispondenza della nuova spiaggia a nord del porto (per la quale il presente progetto ne prevede un ripascimento);
- c. **Paragrafo 3: Verifiche delle non ripercussioni degli interventi di progetto sulla foce del Rio Sasso.** Il paragrafo analizza il miglioramento delle condizioni di deflusso delle portate presso la foce del Rio Sasso dopo la realizzazione della nuova diga del porto ad esso adiacente.
- d. **Paragrafo 4: verifiche e dimensionamenti preliminari del ripascimento della spiaggia a nord del porto.** Lo studio individua la sedimentologia di progetto e verifica il ripascimento. La sedimentologia di progetto è stata verificata sia relativamente alla stabilità dei sedimenti e sia per quanto riguarda la stabilità trasversale della spiaggia, in modo da evitare al massimo le perdite causate dalle correnti di ritorno per le condizioni più sfavorevoli associate a ondate da libeccio con periodo di ritorno pari a 5 anni.
- e. **Paragrafo 5: Conclusioni dello studio.**

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Transport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 2/39	<i>Eseguito da:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

1. Studio sull'evoluzione storica del litorale

1.0 Premessa

L'evoluzione del litorale dal 1983 al 2016, nella zona di realizzazione del porto si evidenzia nella figura seguente (le cartografie sono state tratte dal sito specifico della Regione Liguria):

FIGURA N°1: evoluzione del litorale dal 1983 al 2016



Si noti che non si sono evidenziati movimenti significativi della linea di costa.

Studio di Ingegneria Marittima
Ing. Giovanni SPISSU
 Via Puggia 23B - 16131 Genova
 Tel./Fax 010/8366648
 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it

Mild-Slope Equation Programm
 Wave Trasport Evolution Programm



Giugno 2021

Eseguito da:

Pagina 3/39

Ing. Giovanni SPISSU

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

Nel seguito si illustrano in dettaglio le immagini del litorale relative a specifici anni.

FIGURA N°2: linea di costa nel 1983



Si noti che la linea di costa si presenta praticamente identica allo stato attuale.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 4/39	<i>Eseguito da:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:

FIGURA N°3: linea di costa nel 1993



Si noti che la linea di costa si presenta praticamente identica allo stato attuale.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 5/39	Eseguito da: Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:

FIGURA N°4: linea di costa nel 2003



Si noti che la linea di costa si presenta praticamente identica allo stato attuale.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021	Eseguito da:	
Pagina 6/39	Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:

FIGURA N°5: linea di costa nel 2013

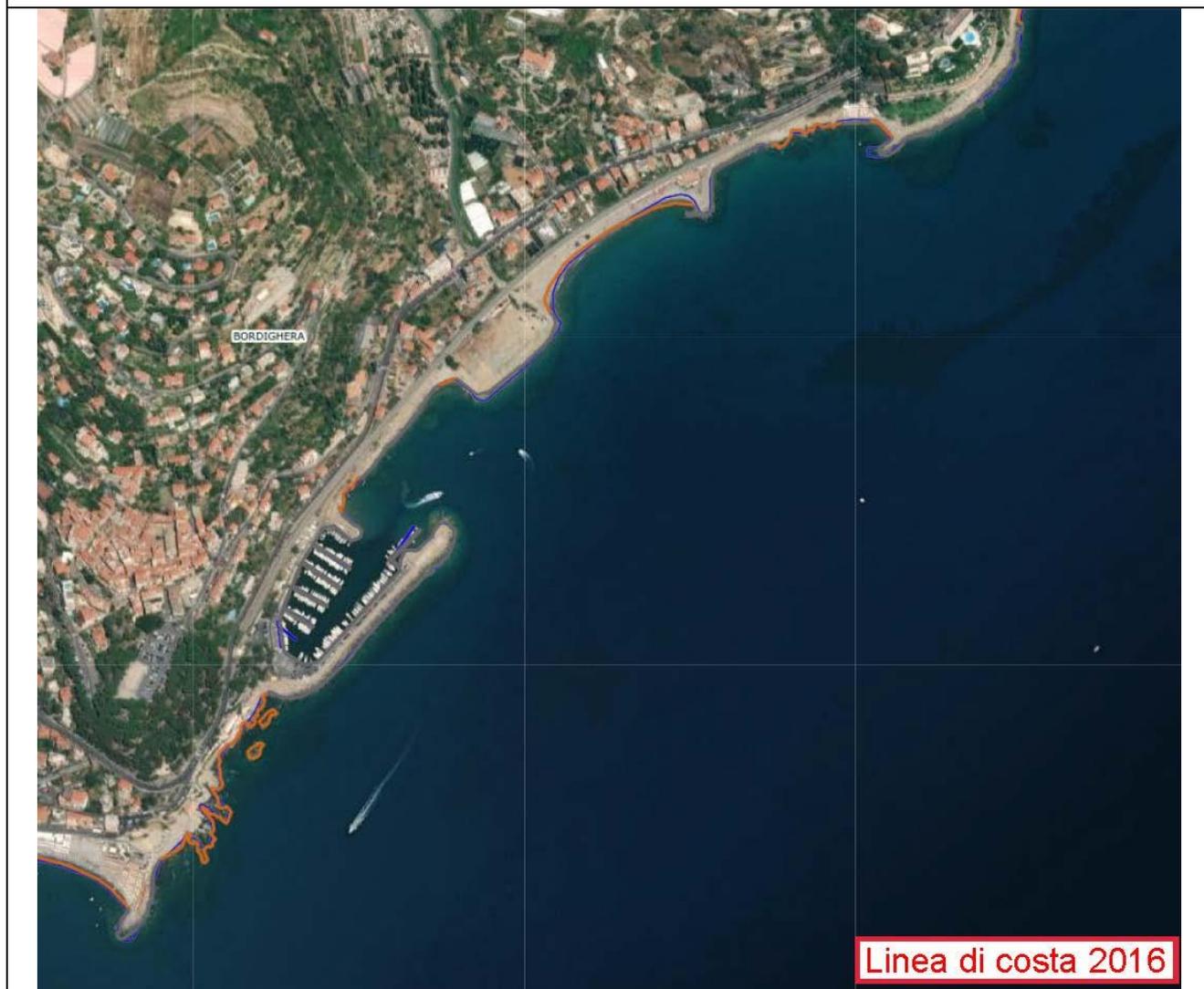


Si noti che la linea di costa si presenta praticamente identica allo stato attuale.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 7/39	Eseguito da: Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:

FIGURA N°6: linea di costa nel 2016



Si noti che la linea di costa si presenta praticamente identica allo stato attuale.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021	Eseguito da:	
Pagina 8/39	Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

FIGURA N°7: linea di costa stato attuale



Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 9/39	Eseguito da: Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

1.1 Litorale a Sud del porto attuale

Di seguito alcune considerazioni:

a. Litorale a Sud del porto attuale:

- esso presenta rocce affioranti ed è rimasto sostanzialmente identico dal 1983 ad oggi. Si evidenzia che tale situazione si è riconfermata nel tempo: tutte le immagini della linea di costa riprodotte nelle figure precedenti, presentano una periodicità di media di 10 anni, e per la zona a sud del porto sono praticamente identiche. ;
- L'adiacente Capo S. Ampelio, costituisce di fatto il confine delle due unità fisiografiche: la zona del litorale a ponente di Capo S. Ampelio e la zona a Nord di Capo S. Ampelio (di realizzazione del nuovo porto);
- Gli apporti di materiale solido provenienti da Capo S. Ampelio possono dunque considerarsi nulli.

Come indicato nella Relazione n.2- Determinazione dei parametri meteomarini e sedimentologici del paraggio: i sedimenti raccolti nell'indagine di rilievo e campionamento, sono piuttosto fini e si trovano ad una profondità superiore ai 5 m. A profondità inferiori sono presenti le falesie.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021	<i>Eseguito da:</i>	
Pagina 10/39	Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

Le foto seguenti confermano le evidenze riscontrate anche nelle cartografie regionali:

FIGURA N°8: linea di costa stato attuale



Foto del litorale a Sud dello stato attuale



Foto del litorale a Sud dello stato attuale



Foto del litorale in corrispondenza di Capo S. Ampelio



Foto di Capo S. Ampelio

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 11/39	<i>Eseguito da:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

1.2 Litorale in corrispondenza del porto attuale

La figura seguente mostra un fotoinserimento del porto, che si realizza nel tratto di costa a Nord tra il porto attuale e la foce del Rio Sasso:

FIGURA N°9: foto inserimento porto in progetto

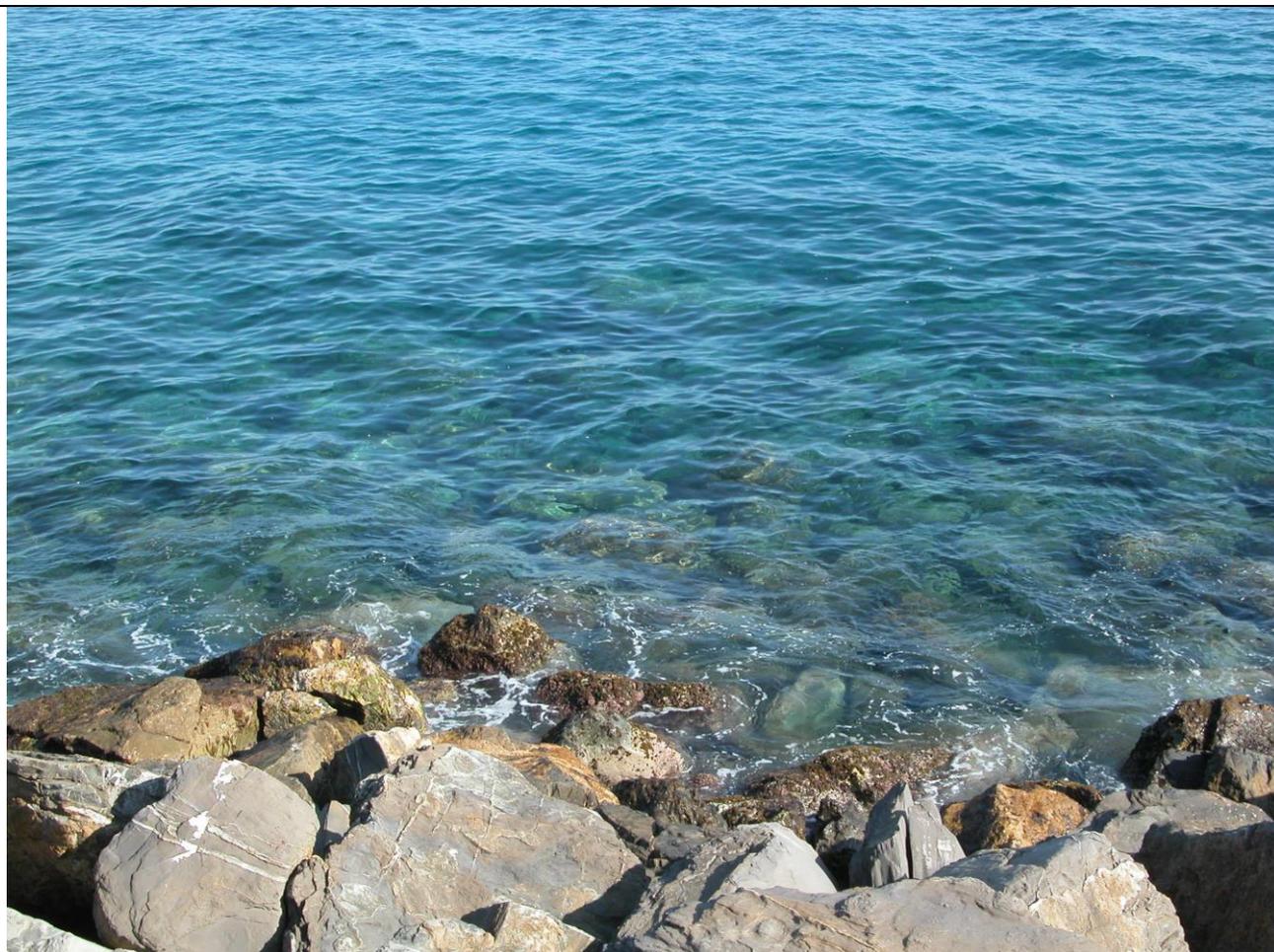


Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 12/39	Eseguito da: Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

La zona di litorale a mare della diga del porto attuale è caratterizzata da sedimenti di grande diametro:

FFIGURA N°10: foto zona a mare della diga attuale del porto



Non si evidenziano passaggi di materiale solido provenienti da Capo S. Ampelio, come confermato dalle cartografie dell'evoluzione della linea di costa, prelevate dal sito della Regione Liguria (vedi in particolare la FIGURA n.1).

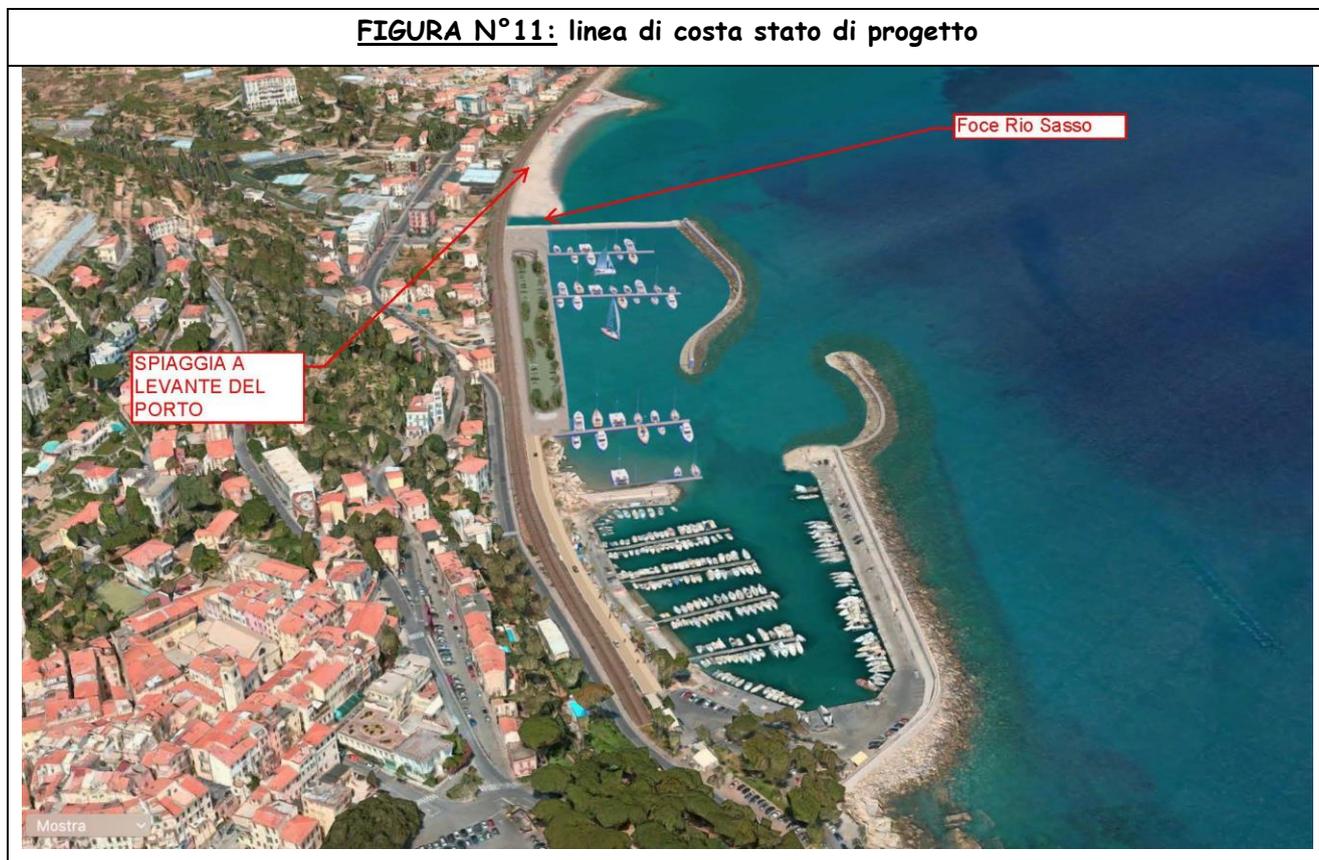
Come indicato nella Relazione n.2- Determinazione dei parametri meteomarini e sedimentologici del paraggio: I sedimenti raccolti sono piuttosto fini e si trovano ad una profondità superiore ai 6 m. A profondità inferiori è presente la diga marittima.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 13/39	Eseguito da: Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:

1.3 Litorale a Nord del porto attuale

La figura seguente mostra un fotoinserimento del porto, che si realizza nel tratto di costa compreso tra la foce del Rio Sasso ed il porto attuale:



Si evidenzia che per la spiaggia a nord della foce del Rio Sasso si prevede uno specifico ripascimento, i cui dimensionamenti si riportano nei paragrafi seguenti della presente relazione.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 14/39	Eseguito da: Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

Le foto seguenti mostrano in dettaglio la foce del Rio Sasso e la spiaggia a nord del porto attuale:

FIGURA N°12: linea di costa stato attuale



Studio di Ingegneria Marittima
Ing. Giovanni SPISSU
 Via Puggia 23B - 16131 Genova
 Tel./Fax 010/8366648
 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it

Mild-Slope Equation Programm
 Wave Trasport Evolution Programm



Giugno 2021

Eseguito da:

Pagina 15/39

Ing. Giovanni SPISSU

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

La foto in alto si riferisce allo stato attuale, e la foto in basso mostra la sovrapposizione dell'evoluzione della linea di riva dal 1983 al 2016.

Si noti che:

- l'andamento dell'evoluzione della linea di costa presenta arretramenti ed avanzamenti limitati e contenuti entro i due pennelli che delimitano la spiaggia stessa. Tale evenienza viene confermata dagli scarsissimi apporti di materiale solido provenienti dal Rio Sasso;
- dall'analisi del litorale a sud del porto attuale, si è evidenziato l'esiguo apporto di materiale solido da Capo S. Ampelio;

Come indicato nella Relazione n.2- Determinazione dei parametri meteomarini e sedimentologici del paraggio: i sedimenti raccolti sono piuttosto grossolani nella zona della battigia. Tale aspetto peraltro comune anche al litorale a Sud, conferma gli scarsissimi apporti di materiale fine riscontrati sopra.

Da sottolineare che il diametro D_{50} è pari a circa 0,7-0,8 mm

Considerato che la nuova diga di sottoflutto, da realizzarsi in sponda destra del Rio Sasso, di fatto prolunga il manufatto che delimita a Sud la spiaggia esistente, non si prevedono modifiche sostanziali della spiaggia.

Nei paragrafi seguenti:

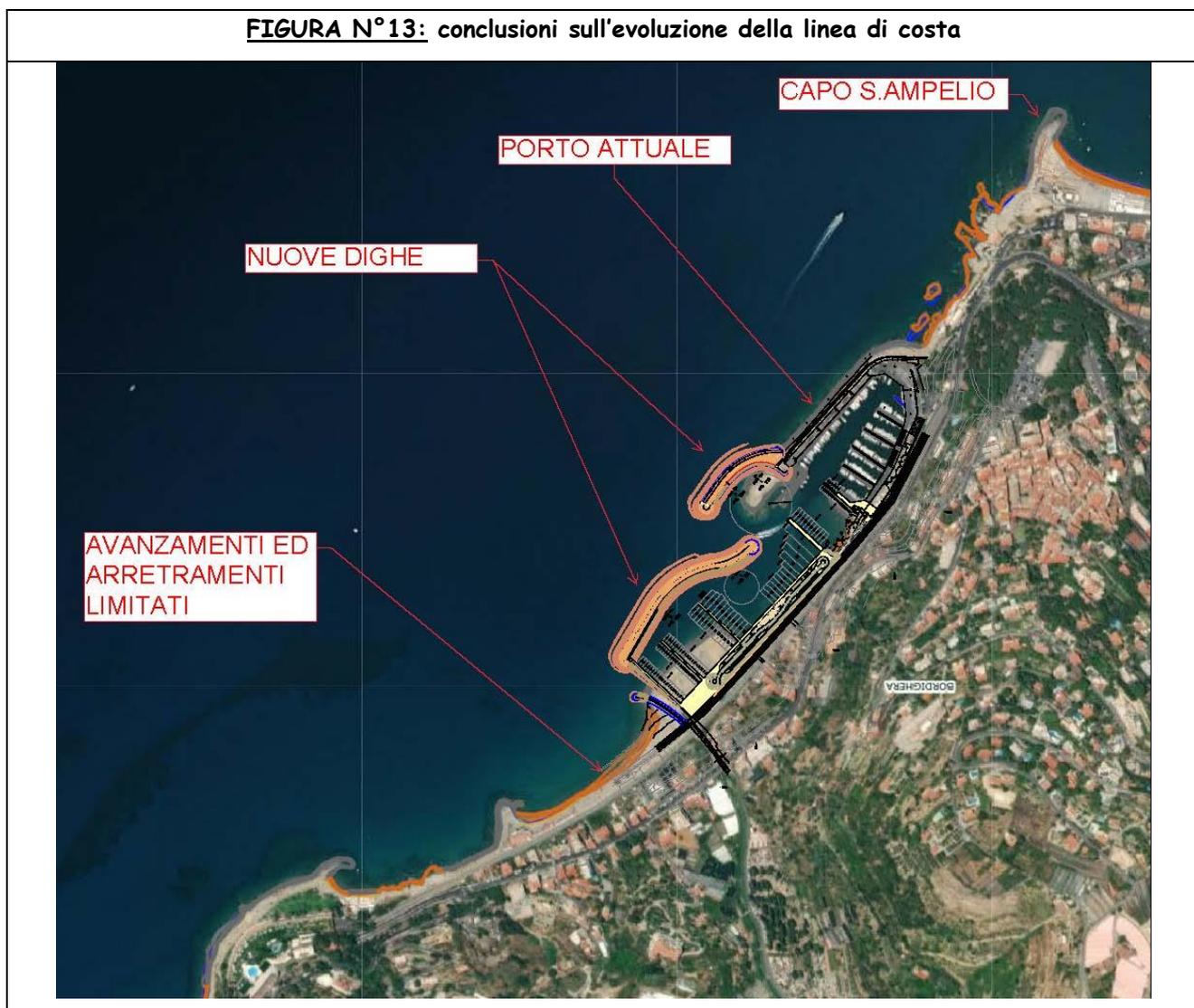
- si verificherà che la nuova diga di sottoflutto del porto in progetto non modifica il litorale a Nord del porto in progetto.
- si effettuerà il dimensionamento del ripascimento della spiaggia;

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 16/39	<i>Eseguito da:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:

1.4 Conclusioni

La figura seguente mostra in forma schematica, le considerazioni conclusive circa l'evoluzione della linea di costa dopo gli interventi in progetto:



Sostanzialmente considerati gli scarsi apporti di materiale solido provenienti da Capo S. Ampelio e dal Rio Sasso, gli interventi in progetto non variano la dinamica evolutiva del litorale.

Si prendano anche in considerazione, ad ulteriore conferma di ciò, le verifiche di non impatto della nuova diga sopraflutti sul litorale a nord del Rio Sasso, evidenziate nel paragrafo seguente.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021	Eseguito da:	
Pagina 17/39	Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:

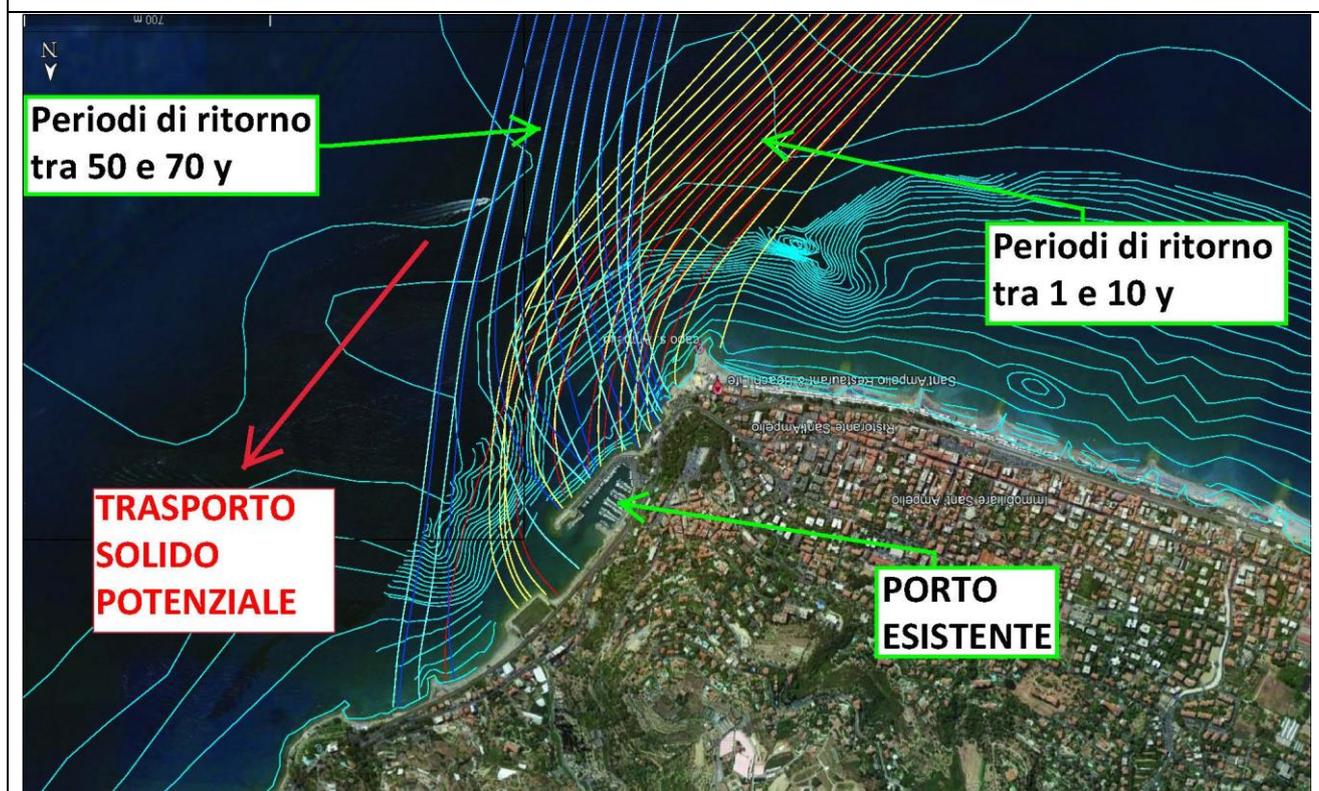
2. Studio sull'evoluzione del litorale in seguito alla realizzazione del nuovo porto

2.0 Premessa

Come evidenziato nel paragrafo precedente il litorale a sud del nuovo porto non presenta variazioni da oltre 30 anni, in conseguenza degli scarsi apporti di materiale solido provenienti da Capo S.Ampelio.

Come evidenziato nella relazione n.3 (Studio meteomarino del litorale su acqua bassa) le ondazioni che incidono sul litorale, tendono prevalentemente a generare un trasporto solido con direzione media di avanzamento da Sud a Nord. La direzione prevalente del trasporto solido potenziale è quella di libeccio, come mostrato nella figura seguente:

FIGURA N°14: conclusioni sull'evoluzione della linea di costa



Si noti l'inclinazione delle ortogonali d'onda da libeccio, che consentono una direzione del trasporto solido da Sud a Nord

Studio di Ingegneria Marittima
Ing. Giovanni SPISSU
 Via Puggia 23B - 16131 Genova
 Tel./Fax 010/8366648
 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it

Mild-Slope Equation Programm
 Wave Trasport Evolution Programm



Giugno 2021

Eseguito da:

Pagina 18/39

Ing. Giovanni SPISSU

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

La nuova diga che prolunga la diga del porto attuale, viene realizzata a profondità più elevate rispetto alla diga esistente e perciò non può influenzare l'eventuale dinamica del litorale (comunque evidentemente trascurabile) del litorale a sud del porto, in quanto non interferisce con le fasce attive del trasporto solido potenziale prevalente (il cui verso è da Sud a Nord)..

Il paragrafo seguente, mostra la verifica analitica degli effetti della diga in progetto sul litorale, mediante l'analisi del flusso di energia associato agli eventi sottocosta. Tale verifica si effettua per il litorale a nord del porto, confrontando i flussi di energia longshore, nello stato attuale e nello stato di progetto, associati a due punti di interesse.

2.1 Cenni Teorici

L'analisi della morfodinamica costiera, viene effettuata a partire dall'energia associata agli stati di mare simulati nei punti di interesse.

La procedura si illustra di seguito:

- individuazione dei punti di interesse (punti P1 e P2 delle figure seguenti);
- calcolo dell'altezza d'onda per ogni traversia;
- calcolo del flusso di energia associato ad ogni traversia;
- calcolo del flusso di energia risultante.

Il flusso di energia associato ad uno stato del mare definito si calcola nel seguente modo:

$$E = \rho g H^2 C_g / 8$$

ove:

- $\rho = 10.3 \text{ kN/mc}$ densità dell'acqua;
- $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ accelerazione di gravità;
- $H =$ altezza d'onda nel punto di interesse (m);
- $C_g =$ celerità di gruppo delle onde (m/s);

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021	<i>Eseguito da:</i>	
Pagina 19/39	Ing. Giovanni SPISSU	

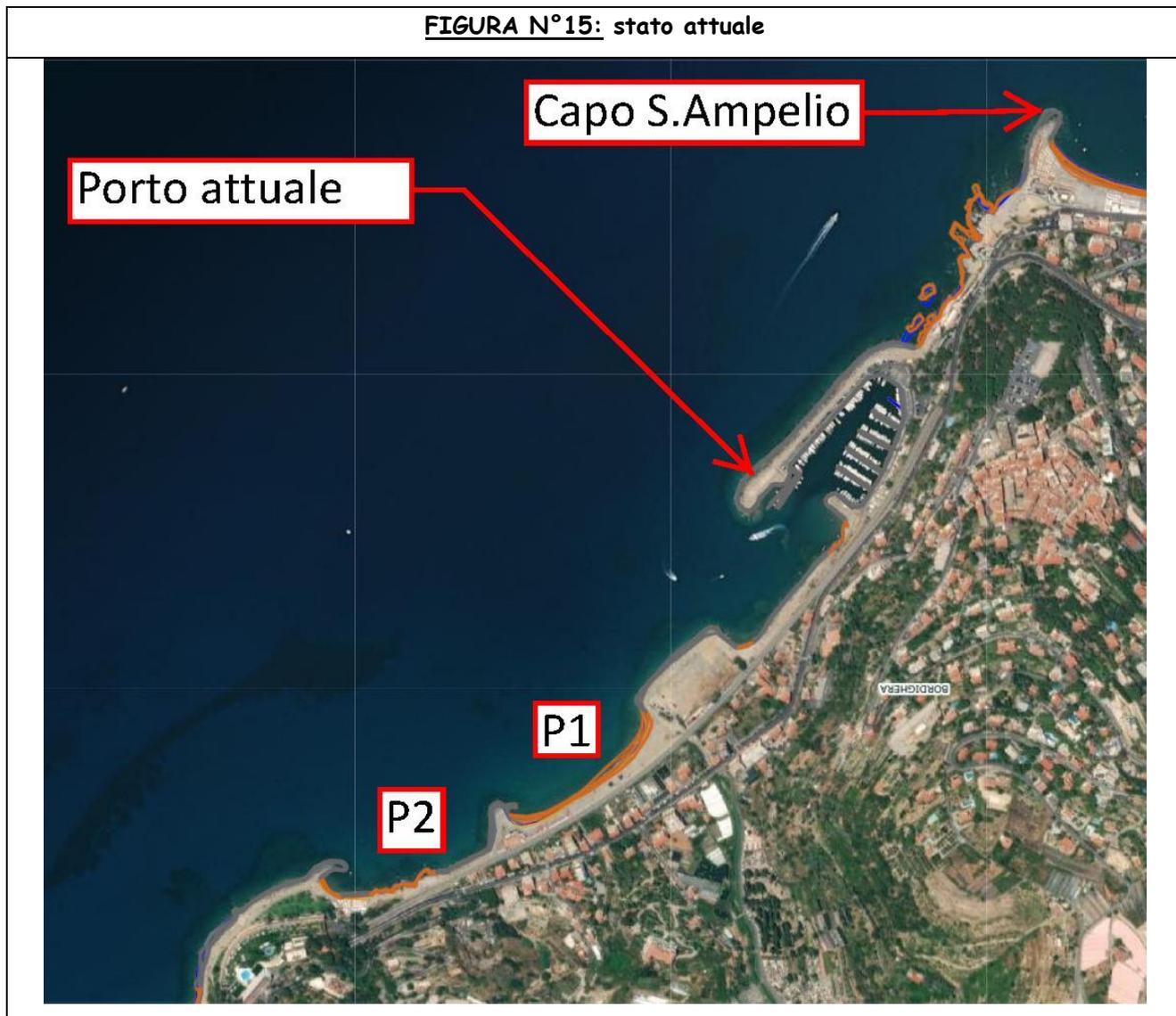
Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

2.2 Calcolo del flusso di energia medio annuale nei punti di interesse a nord del porto

2.2.1 Stato Attuale

L'analisi si esegue nella zona di litorale a Nord del porto in progetto ed in corrispondenza dei due punti P1 e P2, rappresentati in figura:

FIGURA N°15: stato attuale



Il punto P1 si trova a circa metà della prima spiaggia a Nord del porto ed ad una profondità di 2 m circa; Il punto P2 si trova a circa metà della prima spiaggia a Nord del porto ed ad una profondità di 2 m circa;

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 20/39	Eseguito da: Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

Si prendono in considerazione gli eventi meteomarini su profondità infinita associati ad un periodo di ritorno pari ad 1 anno, per le varie traversie considerate, raccolti nella seguente tabella:

Eventi su prof. Infinita con periodo di ritorno pari ad 1 anno						
Periodo di ritorno	Traversia di Libeccio [Dir. Media 225°N]		Traversia di Mezzogiorno [Dir. Media 225°N]		Traversia di Scirocco [Dir. Media 225°N]	
	T_R (y)	H_{mo} (m)	T_{mo} (s)	H_{mo} (m)	T_{mo} (s)	H_{mo} (m)
1	3.8	8.3	1.2	4.6	1.1	4.4

Eseguendo la propagazione spettrale degli stati del mare dalla profondità infinita alla profondità di 2 m (nei due punti P1 e P2) si ottengono le seguenti risultanze:

Eventi su prof. finita con periodo di ritorno pari ad 1 anno – Punto P1						
Periodo di ritorno	Traversia di Libeccio [Dir. Media 225°N]		Traversia di Mezzogiorno [Dir. Media 225°N]		Traversia di Scirocco [Dir. Media 225°N]	
	T_R (y)	H_{mo} (m)	T_{mo} (s)	H_{mo} (m)	T_{mo} (s)	H_{mo} (m)
1	2.1	8.3	0.8	4.6	0.7	4.4

Eventi su prof. finita con periodo di ritorno pari ad 1 anno – Punto P2						
Periodo di ritorno	Traversia di Libeccio [Dir. Media 225°N]		Traversia di Mezzogiorno [Dir. Media 225°N]		Traversia di Scirocco [Dir. Media 225°N]	
	T_R (y)	H_{mo} (m)	T_{mo} (s)	H_{mo} (m)	T_{mo} (s)	H_{mo} (m)
1	2.2	8.3	0.8	4.6	0.7	4.4

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021	<i>Eseguito da:</i>	
Pagina 21/39	Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

Il flusso di energia longshore associato ad ogni stato del mare, nei due punti di interesse è riassunto nella tabella seguente:

Flusso Longshore – Periodo di ritorno pari ad 1 anno						
Punto di interesse	Traversia di Libeccio [Dir. Media 225°N]		Traversia di Mezzogiorno [Dir. Media 225°N]		Traversia di Scirocco [Dir. Media 225°N]	
	EL (W/m)	T _{mo} (s)	EL (W/m)	T _{mo} (s)	EL (W/m)	T _{mo} (s)
P1	5400	8.3	700	4.6	90	4.4
P2	5900	8.3	800	4.6	180	4.4

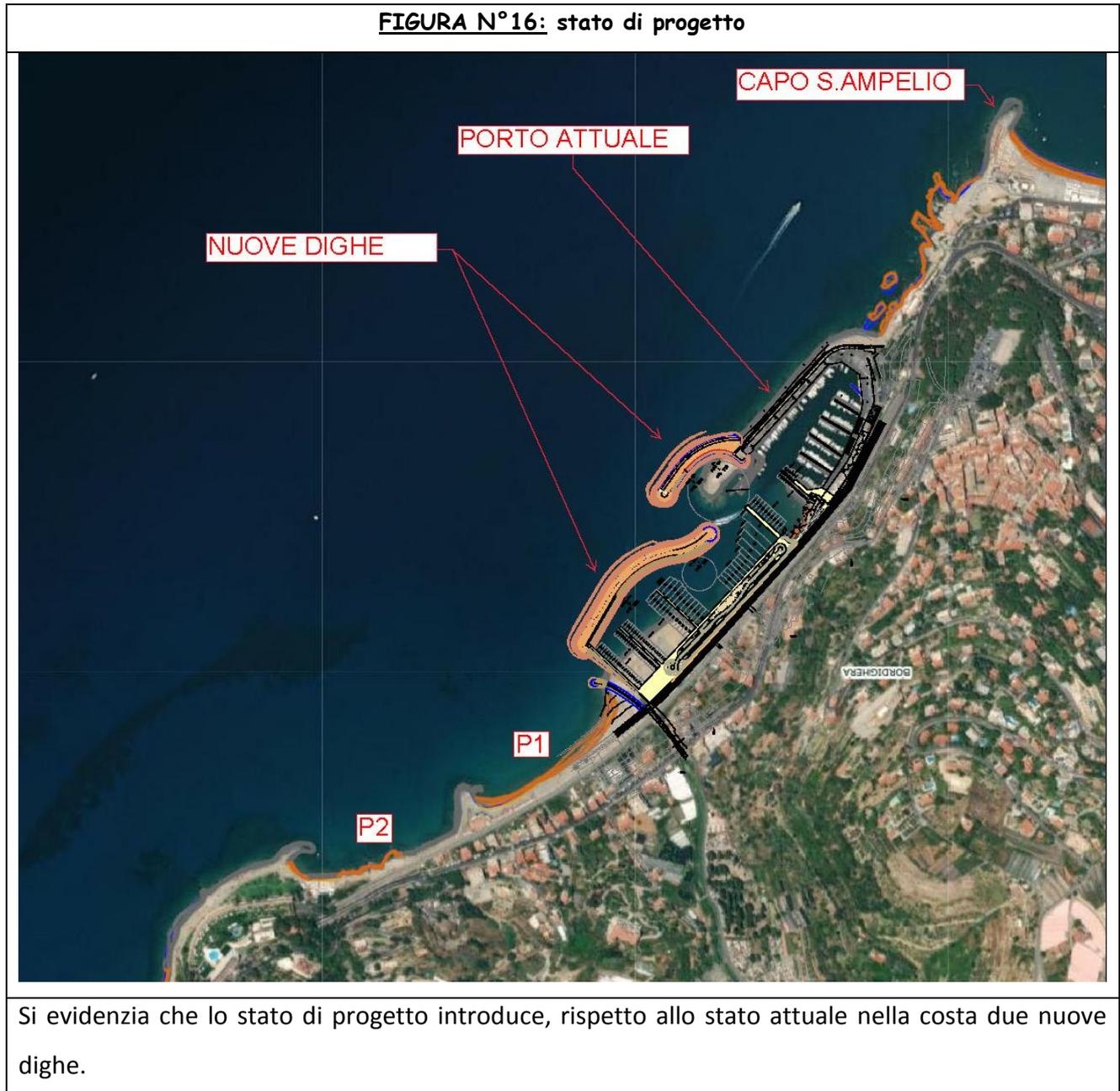
Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 22/39	<i>Eseguito da:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:

2.2.2 Stato di progetto

La figura seguente mostra lo stato di progetto:

FIGURA N°16: stato di progetto



Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 23/39	Eseguito da: Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

Similmente a quanto fatto per lo stato attuale si esegue la propagazione spettrale degli stati del mare dalla profondità infinita alla profondità di 2 m (nei due punti P1 e P2). Si ottengono le seguenti risultanze:

Eventi su prof. finita con periodo di ritorno pari ad 1 anno – Punto P1						
Periodo di ritorno	Traversia di Libeccio [Dir. Media 225°N]		Traversia di Mezzogiorno [Dir. Media 225°N]		Traversia di Scirocco [Dir. Media 225°N]	
	T_R (y)	H_{mo} (m)	T_{mo} (s)	H_{mo} (m)	T_{mo} (s)	H_{mo} (m)
1	1.2	8.3	0.5	4.6	0.4	4.4

Eventi su prof. finita con periodo di ritorno pari ad 1 anno – Punto P2						
Periodo di ritorno	Traversia di Libeccio [Dir. Media 225°N]		Traversia di Mezzogiorno [Dir. Media 225°N]		Traversia di Scirocco [Dir. Media 225°N]	
	T_R (y)	H_{mo} (m)	T_{mo} (s)	H_{mo} (m)	T_{mo} (s)	H_{mo} (m)
1	2.2	8.3	0.8	4.6	0.7	4.4

Il flusso di energia longshore associato ad ogni stato del mare, nei due punti di interesse è riassunto nella tabella seguente:

Flusso Longshore – Periodo di ritorno pari ad 1 anno						
Punto di interesse	Traversia di Libeccio [Dir. Media 225°N]		Traversia di Mezzogiorno [Dir. Media 225°N]		Traversia di Scirocco [Dir. Media 225°N]	
	E_L (W/m)	T_{mo} (s)	E_L (W/m)	T_{mo} (s)	E_L (W/m)	T_{mo} (s)
P1	1760	8.3	300	4.6	60	4.4
P2	5900	8.3	800	4.6	180	4.4

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 24/39	<i>Eseguito da:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

2.2.3 Conclusioni

Le conclusioni riferite ai due punti di interesse sono le seguenti:

- punto P2 Nello stato attuale e nello stato di progetto, i flussi di energia longshore associati ad ogni stato del mare risultano identici.
- punto P1, i flussi di energia longshore, per le traversie di libeccio e mezzogiorno, presentano valori di progetto, inferiori ai valori di stato attuale. Tale evenienza è dovuta agli effetti di diffrazione della nuova diga a nord del porto in progetto, che riducono l'altezza d'onda nel punto P1.

Sempre nel punto P1, i valori dei flussi di energia longshore per la traversia di scirocco, risultano identici sia nello stato attuale e nello stato di progetto, poiché per tale traversia gli effetti di diffrazione della nuova diga a nord del porto risultano trascurabili.

In conclusione, si evidenzia che l'influenza del nuovo porto sulla dinamica delle spiagge del litorale a nord del porto stesso, si manifesta solo nella spiaggia ove sfocia il Rio Sasso (punto P1).

Le spiagge ancora più a nord (punto P2), non vengono influenzate dalla presenza del nuovo porto.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021	<i>Eseguito da:</i>	
Pagina 25/39	Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

3. Verifiche delle non ripercussioni degli interventi di progetto sulla foce del Rio Sasso.

3.1 Premessa

Il paragrafo analizza il miglioramento delle condizioni di deflusso delle portate presso la foce del Rio Sasso dopo la realizzazione della nuova diga del porto ad esso adiacente.

3.2 Generalità relative allo studio morfodinamico tridimensionale del Paraggio.

Nel presente paragrafo si illustra l'inquadramento generale del Rio Sasso, e si valuta l'interazione idraulica, tra la foce dello stesso, e la nuova opera in progetto. La valutazione si esegue considerando l'azione del moto ondoso in corrispondenza della foce del Rio, prima e dopo la costruzione dell'opera.

Si prendono in considerazione gli eventi meteomarini su profondità infinita associati ad un periodo di ritorno pari ad 1 e 5 anni, per le varie traversie considerate, raccolti nella seguente tabella:

Eventi su prof. Infinita con periodo di ritorno pari ad 1 anno						
Periodo di ritorno	Traversia di Libeccio [Dir. Media 225°N]		Traversia di Mezzogiorno [Dir. Media 225°N]		Traversia di Scirocco [Dir. Media 225°N]	
	T_R (y)	H_{mo} (m)	T_{mo} (s)	H_{mo} (m)	T_{mo} (s)	H_{mo} (m)
1	3.8	8.3	1.2	4.6	1.1	4.4
5	5.0	9.5	2.3	6.0	1.9	5.9

Si effettua la propagazione del moto ondoso dal largo al punto di interesse sito in corrispondenza della foce del Rio Sasso.

Nel confronto tra i due scenari, si rileva, che lo Stato di Progetto, comporta una diminuzione dell'altezza del moto ondoso in corrispondenza della foce del Rio, nel caso di mareggiate provenienti dalla traversia di Libeccio.

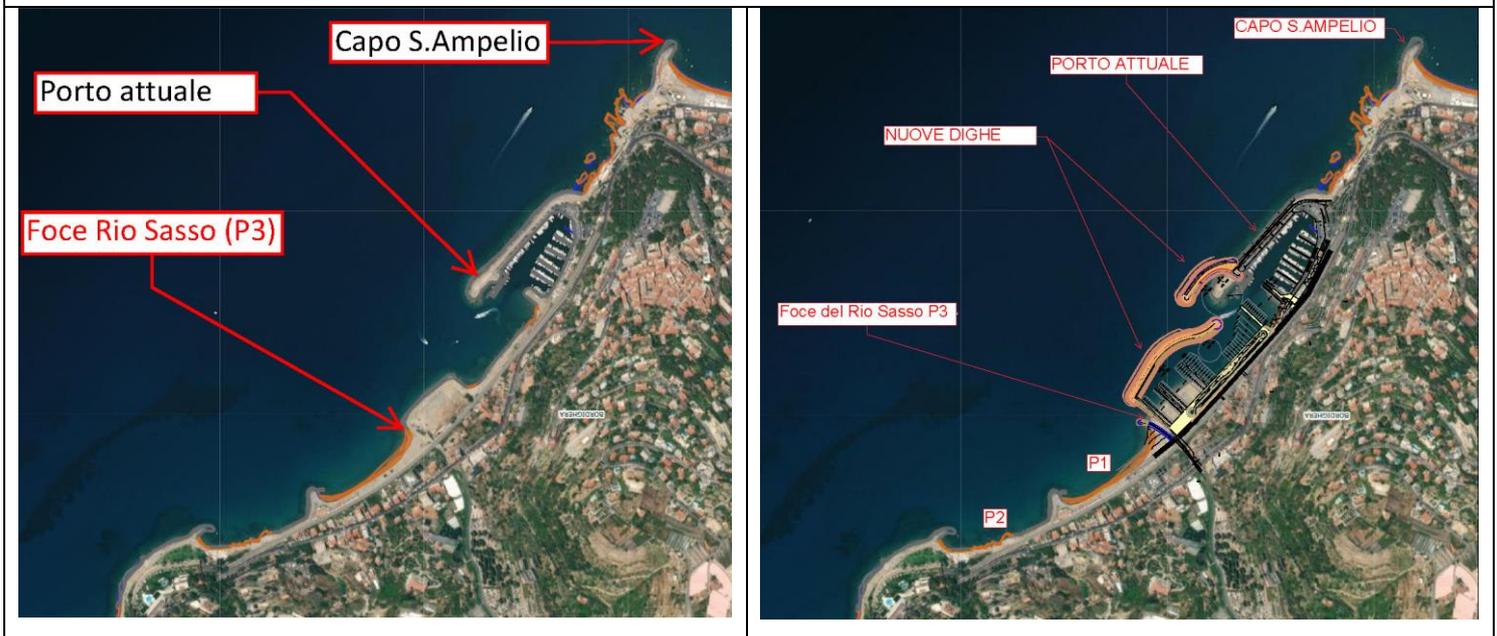
Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021	Eseguito da:	
Pagina 26/39	Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

3.2 Verifiche di calcolo

La procedura di calcolo considera gli stati del mare su profondità infinita evidenziati nella pagina precedente, ed il punto di interesse P3 (profondità pari a 2 m), indicato nelle figure seguenti:

FIGURA N°17: stato attuale e di progetto



La tabella seguente mostra gli stati del mare di periodo di ritorno pari ad 1 anno nel punto P3:

Stato del mare nel punto P3 (prof. 2 m) – Periodo di ritorno pari ad 1 anno						
Stato	Traversia di Libeccio [Dir. Media 225°N]		Traversia di Mezzogiorno [Dir. Media 225°N]		Traversia di Scirocco [Dir. Media 225°N]	
	H _{mo} (m)	T _{mo} (s)	H _{mo} (m)	T _{mo} (s)	H _{mo} (m)	T _{mo} (s)
Attuale	2.0	8.3	0.5	4.6	0.4	4.4
Progetto	0.7	8.3	0.3	4.6	0.25	4.4

Per tutti e tra gli stati del mare si osserva la riduzione dell'altezza d'onda incidente nel punto P3.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Transport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 27/39	<i>Eseguito da:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

La tabella seguente mostra gli stati del mare di periodo di ritorno pari a 5 anni nel punto P3:

Stato del mare nel punto P3 (prof. 2 m) – Periodo di ritorno pari a 5 anni						
Stato	Traversia di Libeccio [Dir. Media 225°N]		Traversia di Mezzogiorno [Dir. Media 225°N]		Traversia di Scirocco [Dir. Media 225°N]	
	H _{mo} (m)	T _{mo} (s)	H _{mo} (m)	T _{mo} (s)	H _{mo} (m)	T _{mo} (s)
Attuale	2.4	9.5	1.5	6.0	1.7	5.9
Progetto	1.5	9.5	0.9	6.0	1.0	5.9

Per tutti e tra gli stati del mare si osserva la riduzione dell'altezza d'onda incidente nel punto P3.

Si conclude dunque che la realizzazione della diga in progetto comporta un miglioramento sul deflusso del Rio Sasso.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 28/39	<i>Eseguito da:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

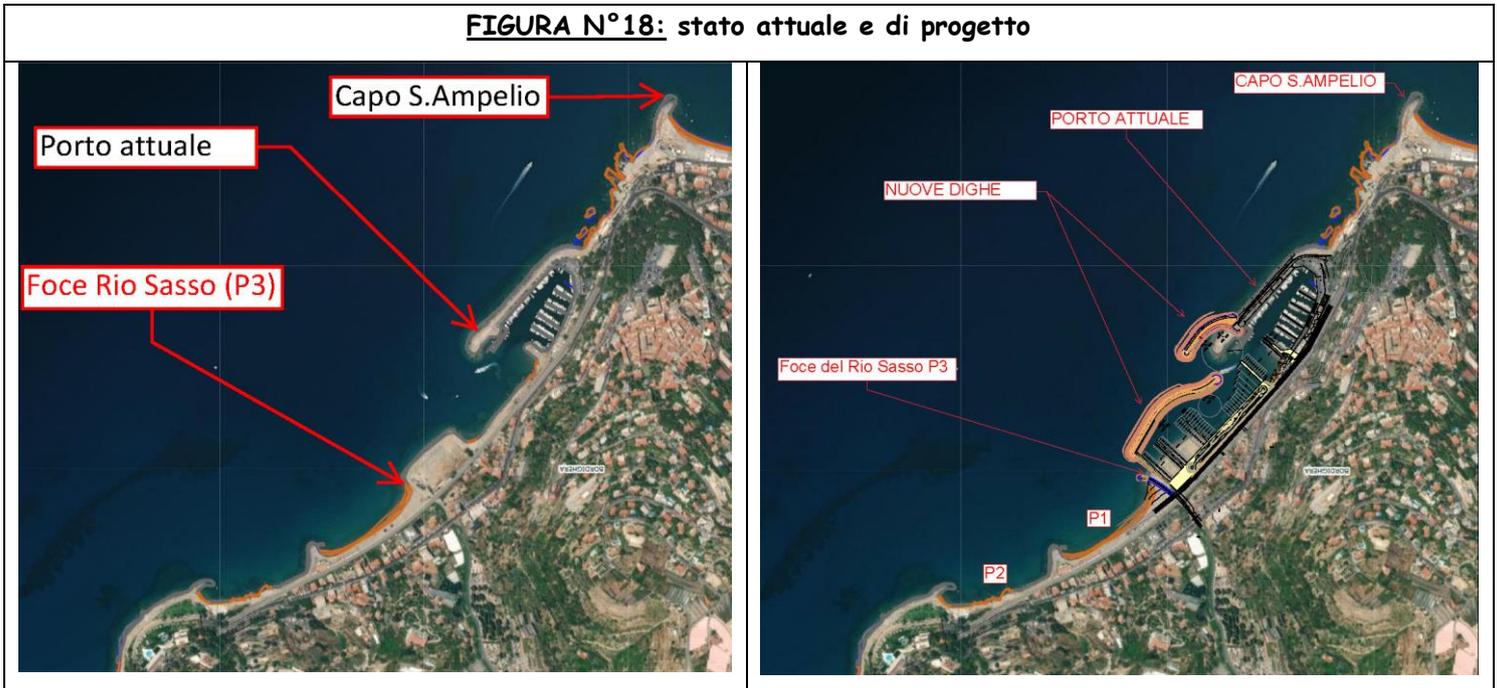
Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:

4. Verifiche e dimensionamenti preliminari del ripascimento della spiaggia a Nord (lato Rio Sasso)

4.0 Premessa

La spiaggia che verrà ripascimentata si trova immediatamente a nord del Rio Sasso, come mostrato nella figura seguente, che la evidenzia nello stato attuale e nello stato di progetto:

FIGURA N°18: stato attuale e di progetto



Il calcolo si esegue nella condizione a favore della sicurezza, utilizzando i dati di onda del punto P2 (che si trova nella spiaggia contigua più a nord), come dati di base per le simulazioni e rappresentativi degli stati di mare incidenti sulla spiaggia.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 29/39	Eseguito da: Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

La figura seguente mostra la spiaggia nello stato attuale e nello stato di progetto:

FIGURA N°19: spiaggia da ripascimentare



Per evitare eventuali interramenti della foce si prevede la realizzazione di un pennello trasversale.

La spiaggia presenta una lunghezza di circa 220 metri e viene ripascimentata fino alla batimetrica di 2 m, che corrisponde alla profondità del pennello più a nord. Si prevede una pendenza della spiaggia sommersa ed emersa pari al 3%.

Come evidenziato nelle tavole di progetto, la spiaggia presenta al piede una protezione in massi naturali.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 30/39	<i>Eseguito da:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

4.1. Cenni teorici per la determinazione del diametro di inizio modellamento al fondo

4.1.0 Introduzione

Nel presente paragrafo si calcolano i diametri minimo e massimo del ripascimento, e si eseguono le verifiche preliminari di stabilità della spiaggia.

Il diametro minimo corrisponde al diametro di inizio del modellamento al fondo calcolato in corrispondenza di uno stato del mare con periodo di ritorno pari ad 1 anno.

Il diametro massimo corrisponde al diametro di inizio del modellamento al fondo calcolato in corrispondenza di uno stato del mare con periodo di ritorno pari a 5 anni.

4.1.1 Cenni teorici sul calcolo del diametro di inizio modellamento al fondo

In questo paragrafo si illustrano le condizioni di inizio modellamento del fondo. L'inizio del modellamento del fondo è caratterizzato da un movimento d'insieme delle particelle. Il diametro caratteristico delle particelle, che sotto l'azione del moto ondoso di maggiore frequenza annuale modifica e modella il fondo è qui inteso come diametro di inizio del modellamento al fondo. Tutte le particelle aventi diametro inferiore partecipano al modellamento del fondo, viceversa maggiore è la dimensione della particella è minore è la probabilità che essa si muova.

Di seguito si illustrano le fasi del calcolo:

- a) determinazione dei parametri meteomarini di entrata del modello. Si utilizzano in questa fase del progetto stati del mare con periodo di ritorno pari ad 1 anno.
- b) determinazione del diametro di inizio del modellamento al fondo in corrispondenza della profondità di frangimento delle ondate più frequenti, nelle zone d'interesse.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 31/39	<i>Eseguito da:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

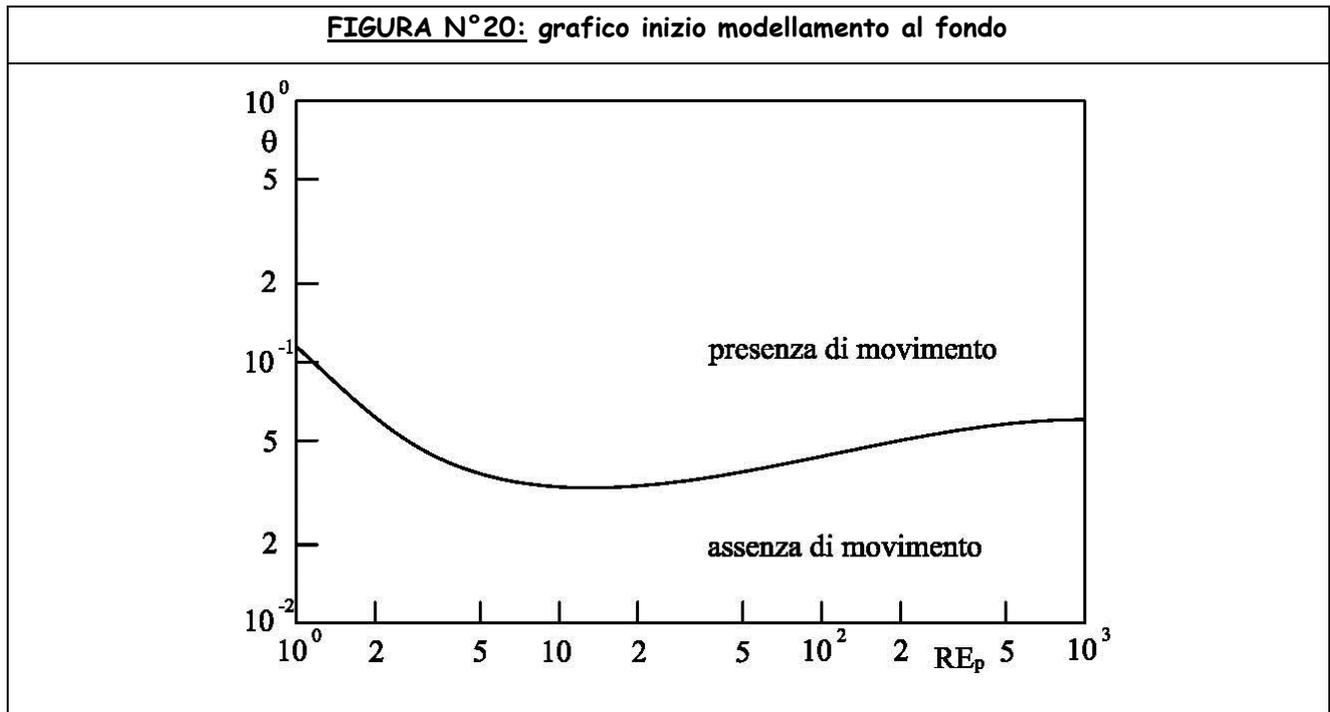
Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

Per la definizione del modello si utilizzano i seguenti parametri:

- parametro d'onda H/gT^2 ;
- parametro di profondità h/gT^2 ;
- parametro di periodo g^2T^3/ν ;

Il calcolo fa espresso riferimento al modello di Shields perfezionato associando ad esso una tensione tangenziale mediata nel tempo e nello spazio in riferimento agli stati di mare di progetto:

FIGURA N°20: grafico inizio modellamento al fondo



Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021	<i>Eseguito da:</i>	
Pagina 32/39	Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO
Ubicazione:	S. Ampelio	Studio METEOMARINO
		Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:

4.1.2 Calcolo del diametro minimo del ripascimento

Si applica quanto indicato al paragrafo precedente per uno stato del mare di periodo di ritorno pari ad 1 anno, e per le varie traversie caratteristiche del paraggio.

Le tabelle seguenti riportano i dettagli dei risultati del calcolo:

FIGURA N°21: diametro minimo del ripascimento

DETERMINAZIONE DEL DIAMETRO DI INIZIO MODELLAMENTO AL FONDO PER UNO STATO DEL MARE DI PERIODO DI RITORNO PARI AD 1 ANNO																															
Trav.	RF	Peric.	Par.	Par.	Tipo	Pres.	Pres.	Pres.	Pres.	Densità	Densità	Par.	Length	fondo	fondo	Re	e-D50	Ao/c	Coeff.	Shields	Mod.	H _{gt} ²	Metodo	Shields	dig ²	D					
Hinf	Fond.	β	β'	Frmp	T	Ang.	h _g	H _f	X _g	H _w /h _g	acqua	mater.	α	d'onda	Uo	Ao	(m ² /s)	(m)	attrito	τ _b	τ _{cr}	q _c	(x10 ⁻⁷)	(x10 ⁻⁷)	(x10 ⁻⁷)	(mm)					
L	3.80	0.03	0.245271	0.078918	spilling	8.3	0.78	2.00	1.69	66.67	0.80	1030	2650	1.4	35.00	1.65	2.18	36	0.002	940.09	0.002	5.90	3.35	0.0907	<1	valour	2.37	5.50	2.96	1.5	1.5
M	1.20	0.03	0.157491	0.152697	spilling	-4.6	1.37	1.50	1.20	50.00	0.80	1030	2650	1.4	20.00	1.68	1.23	21	0.002	529.01	0.002	6.08	3.45	0.0935	<1	valour	5.78	9.84	7.23	4.00	0.8
S	1.10	0.03	0.155857	0.156572	spilling	-4.4	1.43	1.40	1.12	46.67	0.80	1030	2650	1.4	20.00	1.76	1.23	22	0.002	531.91	0.002	6.71	3.61	0.1002	<1	valour	5.90	9.82	7.37	3.80	0.7

LEGENDA DEI SIMBOLI UTILIZZATI:

- L = Traversia di Libecco
- M = Traversia di Maestrale
- S = Traversia di Sotrocco
- T = Periodo d'onda
- H_f = Altezza d'onda al frangimento
- X_g = Distanza della sez. di frangimento dalla batigia
- H_w/h_g = Wave Breaking Index
- Uo = Ampiezza della velocità al fondo (schema irrotazionale)
- Ao = Ampiezza dell'escursione al fondo (schema irrotazionale)
- Re = N° di Reynolds
- e-D50 = parametro di scabrezza
- q_c = Parametro di Shields
- τ_b = Tensione tangenziale al fondo mediata sul periodo e sullo spazio
- τ_{cr} = Tensione tangenziale al fondo
- d = Diametro della particella al fondo, sotto il quale si ha modellazione del fondale
- H_{gt}² = Indice di Galvin (1958)
- β = s/(H_wL_w) - Indice di Battjes (1974)

In base alle risultanze di tale calcolo, si impone che il diametro minimo del ripascimento della spiaggia sia pari ad 1,5 mm (tale valore corrisponde al valore massimo del diametro di inizio modellamento al fondo, nelle varie traversie e per il periodo di ritorno pari ad 1 anno).

4.1.3 Calcolo del diametro massimo del ripascimento

Si applica quanto indicato al paragrafo precedente per uno stato del mare di periodo di ritorno pari a 5 anni, e per le varie traversie caratteristiche del paraggio.

Le tabelle seguenti riportano i dettagli dei risultati del calcolo:

FIGURA N°22: diametro massimo del ripascimento

DETERMINAZIONE DEL DIAMETRO DI INIZIO MODELLAMENTO AL FONDO PER UNO STATO DEL MARE DI PERIODO DI RITORNO PARI A 5 ANNI																															
Trav.	RF	Peric.	Par.	Par.	Tipo	Pres.	Pres.	Pres.	Pres.	Densità	Densità	Par.	Length	fondo	fondo	Re	e-D50	Ao/c	Coeff.	Shields	Mod.	H _{gt} ²	Metodo	Shields	dig ²	D					
Hinf	Fond.	β	β'	Frmp	T	Ang.	h _g	H _f	X _g	H _w /h _g	acqua	mater.	α	d'onda	Uo	Ao	(m ² /s)	(m)	attrito	τ _b	τ _{cr}	q _c	(x10 ⁻⁷)	(x10 ⁻⁷)	(x10 ⁻⁷)	(mm)					
L	5.00	0.03	0.229871	0.093599	spilling	9.5	0.68	2.00	2.40	66.67	1.20	1030	2650	1.4	35.00	2.16	3.27	71	0.002	1410.13	0.002	10.13	5.75	0.1558	<1	valour	2.71	6.25	2.28	2.0	2.5
M	2.30	0.03	0.183542	0.141579	spilling	-6.0	1.05	1.50	1.50	50.00	1.00	1030	2650	1.4	20.00	1.61	1.53	25	0.002	661.27	0.002	5.58	3.17	0.0856	<1	valour	4.25	3.08	4.25	3.00	1.1
S	1.80	0.03	0.169236	0.165941	spilling	-5.9	1.08	1.40	1.70	46.67	1.21	1030	2650	1.4	20.00	1.89	1.87	37	0.002	806.75	0.002	6.59	4.68	0.1322	<1	valour	4.68	3.98	4.10	2.90	1.0

LEGENDA DEI SIMBOLI UTILIZZATI:

- L = Traversia di Libecco
- M = Traversia di Maestrale
- S = Traversia di Sotrocco
- T = Periodo d'onda
- H_f = Altezza d'onda al frangimento
- X_g = Distanza della sez. di frangimento dalla batigia
- H_w/h_g = Wave Breaking Index
- Uo = Ampiezza della velocità al fondo (schema irrotazionale)
- Ao = Ampiezza dell'escursione al fondo (schema irrotazionale)
- Re = N° di Reynolds
- e-D50 = parametro di scabrezza
- q_c = Parametro di Shields
- τ_b = Tensione tangenziale al fondo mediata sul periodo e sullo spazio
- τ_{cr} = Tensione tangenziale al fondo
- d = Diametro della particella al fondo, sotto il quale si ha modellazione del fondale
- H_{gt}² = Indice di Galvin (1958)
- β = s/(H_wL_w) - Indice di Battjes (1974)

In base alle risultanze di tale calcolo, si impone che il diametro minimo del ripascimento della spiaggia sia pari a 2,5 mm (tale valore corrisponde al valore massimo del diametro di inizio modellamento al fondo, nelle varie traversie e per il periodo di ritorno pari a 5 anni).

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it	Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 33/39	Eseguito da: Ing. Giovanni SPISSU

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

4.1.4. Considerazioni conclusive

Le caratteristiche tecniche del ripascimento della spiaggia si riepilogano di seguito:

- pendenza del fondale pari al 3% ;
- diametro minimo pari ad 1 mm;
- diametro massimo pari ad 1 mm;

4.2.Valutazione del profilo trasversale della spiaggia

4.2.1 Introduzione

In questo paragrafo si mostrano le condizioni di erosione/accrescimento delle spiagge, considerando stati di mare con periodo di ritorno pari a 5 anni. Si utilizza il criterio di Larson & Kraus (1989) per la determinazione della tendenza all'accrescimento od all'erosione della spiaggia, ed il criterio di Sunamura (1982) per la determinazione del verso del trasporto solido trasversale.

Il verso del trasporto solido trasversale condiziona il comportamento del profilo di spiaggia nel senso che, ammesso che il profilo sia di equilibrio, una variazione nella sua forma deriva necessariamente dalla presenza di un trasporto netto il quale, quando è diretto verso riva, conduce a un incremento della pendenza della faccia della spiaggia con un conseguente accrescimento, mentre, quando è diretto verso il largo, dà luogo ad una riduzione della pendenza con una conseguente erosione.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Transport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 34/39	<i>Eseguito da:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

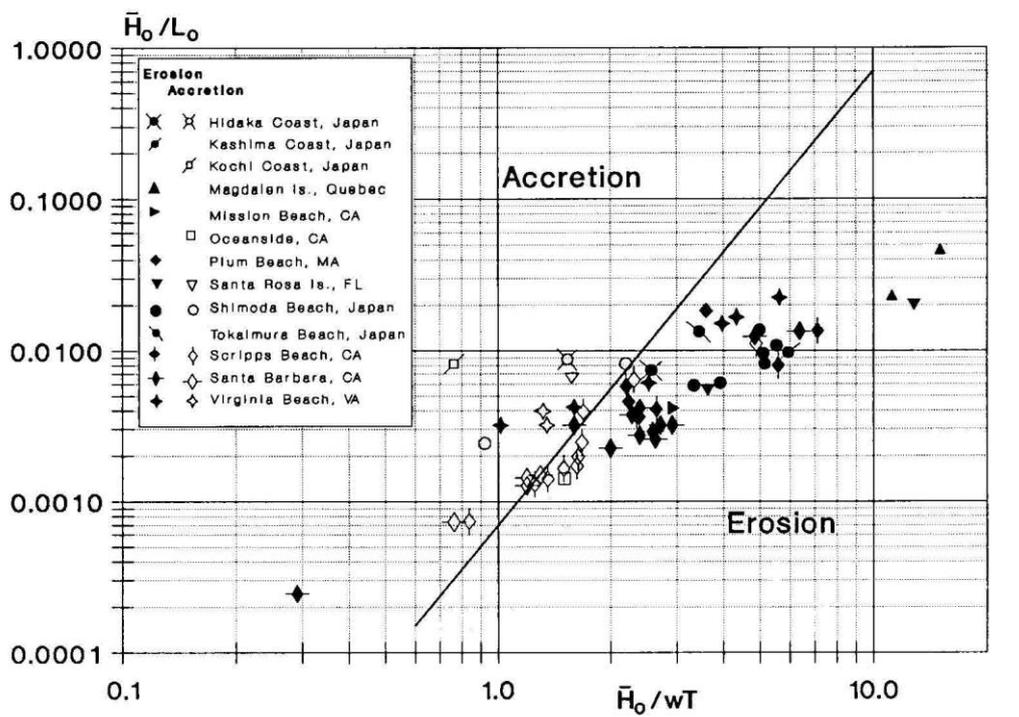
2.2.2 Criterio di Larson & Kraus (1989)

Il criterio di Larson & Kraus (1989) utilizza le relazioni seguenti:

FIGURA N°23: determinazione della tendenza all'accrescimento/erosione

$$H_0/L_0 > 0.0007(H_0/WT_0)^3$$

$$H_0/L_0 < 0.0007(H_0/WT_0)^3$$



Criterion for predicting beach erosion and accretion

La FIGURA in basso mostra il grafico del criterio di accrescimento/erosione.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Transport Evolution Programm 
Giugno 2021	Eseguito da:	
Pagina 35/39	Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:

Nella formula sopra indicata:

- sia l'altezza d'onda e sia la lunghezza d'onda sono riferiti alla profondità infinita;
- W è la velocità di sedimentazione (o di caduta) in acqua ferma di una particella solida isolata.

A tale criterio si associa il criterio di Sunamura (1982) per la determinazione del verso del movimento dei sedimenti di spiaggia:

FIGURA N°24: determinazione della tendenza all'accrescimento/erosione - profilo trasversale

$$\theta' > 17$$

Direzione verso riva:

$$\theta' < 0.048(U_R)^{1.5}$$

Direzione verso il largo:

$$\theta' > 0.048(U_R)^{1.5},$$

Parametro di Ursell e parametro di intensità del moto:

$$U_R = HL^2/h^3$$

$$\theta' = (S_{x,b}\sigma)^2/(\rho_{s*} - 1)gD$$

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 36/39	Eseguito da: Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:

2.2.3 Risultati del calcolo

Nella tabella seguente sono mostrati i risultati del calcolo riferiti nella situazione più sfavorevole caratterizzata dallo stato del mare di traversia Libeccio con periodo di ritorno pari a 5 anni. La valutazione si effettua in corrispondenza del limite della surf zone:

FIGURA N°25: determinazione della tendenza all'accrescimento/erosione - profilo trasversale

CRITERIO DI LARSON & Kraus											
Trav.	Hinf	T	Linf	Hinf/Linf	D	ρ_s	ρ_{H2O}	W	PAR		
	[m]	(s)	[m]	[]	[mm]	(kg/cmq)	(kg/cmq)	[m/s]	[]		
Libeccio	5,00	9,5	140,9082	0,035484	1,00	2,65	1	0,14	0,037233		
Libeccio	5,00	9,5	140,9082	0,035484	1,50	2,65	1	0,17	0,020267		
Libeccio	5,00	9,5	140,9082	0,035484	2,00	2,65	1	0,20	0,013164		
Libeccio	5,00	9,5	140,9082	0,035484	2,50	2,65	1	0,22	0,009419		
Libeccio	5,00	9,5	140,9082	0,035484	3,00	2,65	1	0,24	0,007166		
CRITERIO DI SUNAMUNA											
Trav.	h_r	Hf	Lf	UR	D	k	σ	Sx,b	θ'	PAR1	PAR2
	(m)	(m)	(m)	[]	[mm]	[]	()	[]	()	[]	[]
Libeccio	2,00	2,40	35,00	367,5	1,00	0,17952	0,661388	0,440164	5,235855	338,1639	17
Libeccio	2,00	2,40	35,00	367,5	1,50	0,17952	0,661388	0,440164	3,49057	338,1639	17
Libeccio	2,00	2,40	35,00	367,5	2,00	0,17952	0,661388	0,440164	2,617928	338,1639	17
Libeccio	2,00	2,40	35,00	367,5	2,50	0,17952	0,661388	0,440164	2,094342	338,1639	17
Libeccio	2,00	2,40	35,00	367,5	3,00	0,17952	0,661388	0,440164	1,745285	338,1639	17

NO MOTION

Le risultanze dell'applicazione del criterio di Larson & Kraus, conducono a valori del parametro "PAR" inferiori alla ripidità d'onda su profondità infinita ($H_0/L_0 = Hinf/Linf$), e le risultanze dell'applicazione del criterio di Sunamuna, conducono per i medesimi scenari a valori del parametro " θ' " inferiori al valore limite di movimento (pari a **PAR2=17**). Si noti inoltre che il calcolo si riferisce a diametri maggiori od uguali di 1 mm.

L'applicazione dei due criteri succitati, dimostra che le perdite di materiale della spiaggia in direzione trasversale, per diametri dei sedimenti di spiaggia compresi tra 1,5 mm e 2,5 mm, sono trascurabili, in riferimento a stati del mare da libeccio con periodo di ritorno pari a 5 anni.

Si sottolinea dunque che per tale stato di mare, il diametro 1,5 mm costituisce il limite sotto il quale si possono avere importanti perdite di materiale verso il largo (come si evidenzia confrontando il parametro PAR con la rispettiva ripidità d'onda ed il parametro PAR2 con il parametro θ').

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 37/39	Eseguito da: Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

Nell'arco di 1 anno, mediamente il processo globale di accrescimento o di erosione della spiaggia, avviene in maniera piuttosto rapida quando il diametro dei sedimenti di spiaggia è inferiore ad 1,5 mm, e viceversa viene a risultare meno rapido con diametri superiori ad 1,5 mm.

Nell'arco di 5 anni, mediamente il processo globale di accrescimento o di erosione della spiaggia, avviene in maniera piuttosto rapida quando il diametro dei sedimenti di spiaggia è inferiore ad 2,5 mm, e viceversa viene a risultare meno rapido con diametri superiori ad 2,5 mm.

Da rilevare comunque che la presenza delle scogliere soffolte, applicate al piede del ripascimento, migliora la possibilità di limitare le perdite verso il largo soprattutto in relazione ad eventi di limitato periodo di ritorno

Come indicato nella Relazione n.2- Determinazione dei parametri meteomarini e sedimentologici del paraggio, nello stato attuale il diametro D_{50} dei sedimenti alle profondità comprese tra la battigia e -4 m, 0,8 mm:

PARAMETRI SEDIMENTOLOGICI						
STATO ATTUALE - SEZIONE 4 – Prelievi C20-C19-C18-C17-C16-T2						
Parametro	Campione Profondità 0 m	Campione Profondità 4 m	Campione Profondità 5 m	Campione Profondità 7 m	Campione Profondità 8 m	Campione Profondità 10 m
D₁₅ (mm)	7	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3
D₅₀ (mm)	3	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7
D₈₅ (mm)	2	1	1	1	1	1

Tale aspetto conferma che i diametri individuati per il proporzionamento del ripascimento della spiaggia sono sufficientemente cautelativi. Ciò conferma le risultanze delle simulazioni di calcolo indicate sopra.

Si conclude dunque che la sedimentologia di progetto è stata verificata sia relativamente alla stabilità dei sedimenti e sia per quanto riguarda la stabilità trasversale della spiaggia, in modo da

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Transport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 38/39	<i>Eseguito da:</i> Ing. Giovanni SPISSU	

Provincia:	BORDIGHERA (IM)	ARGOMENTO Studio METEOMARINO
Ubicazione:	S. Ampelio	<i>Progetto Idraulico-Marittimo e studi su modello:</i>

evitare al massimo le perdite causate dalle correnti di ritorno per le condizioni più sfavorevoli associate a ondate da libeccio con periodo di ritorno pari a 5 anni.

6. Conclusioni

Il presente studio è volto alla definizione preliminare dell'evoluzione del litorale prima e dopo gli interventi di progetto di realizzazione del porto di S.Ampelio.

Le conclusioni dello studio sono illustrate di seguito:

- a. **evoluzione storica del litorale:** Il litorale risulta piuttosto stabile da più di trent'anni a causa del limitato apporto di materiale solido dal Capo S. Ampelio e dal Rio Sasso;
- b. **evoluzione del litorale in seguito alla realizzazione del nuovo porto:** l'influenza dell'intervento in oggetto, caratterizzato dalla realizzazione di due nuove dighe foranee, si esaurisce in corrispondenza della nuova spiaggia a nord del porto (per la quale il presente progetto ne prevede un ripascimento);
- c. **verifiche delle non ripercussioni degli interventi di progetto sulla foce del Rio Sasso:** si rileva il miglioramento delle condizioni di deflusso delle portate presso la foce del Rio Sasso dopo la realizzazione della nuova diga del porto ad esso adiacente.
- d. **verifiche e dimensionamenti preliminari del ripascimento della spiaggia a nord del porto.:** la sedimentologia di progetto è stata verificata sia relativamente alla stabilità dei sedimenti e sia per quanto riguarda la stabilità trasversale della spiaggia, in modo da evitare al massimo le perdite causate dalle correnti di ritorno per le condizioni più sfavorevoli associate a ondate da libeccio con periodo di ritorno pari a 5 anni. Le analisi condotte sui sedimenti di spiaggia nello stato attuale (vedi Relazione n.2- Determinazione dei parametri meteomarini e sedimentologici del paraggio), confermano le risultanze di tale calcolo, consentendo di prevedere con un buon grado di affidabilità la stabilità del ripascimento di spiaggia in progetto.

Studio di Ingegneria Marittima Ing. Giovanni SPISSU Via Puggia 23B - 16131 Genova Tel./Fax 010/8366648 e-mail giovaspissu@tiscalinet.it		Mild-Slope Equation Programm Wave Trasport Evolution Programm 
Giugno 2021 Pagina 39/39	<i>Eseguito da:</i> Ing. Giovanni SPISSU	