



Il Commissario Straordinario del Governo
per il recupero e la valorizzazione dell'ex carcere borbonico
dell'isola di Santo Stefano - Ventotene

MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

Ministero
dei beni e delle
attività culturali
e del turismo

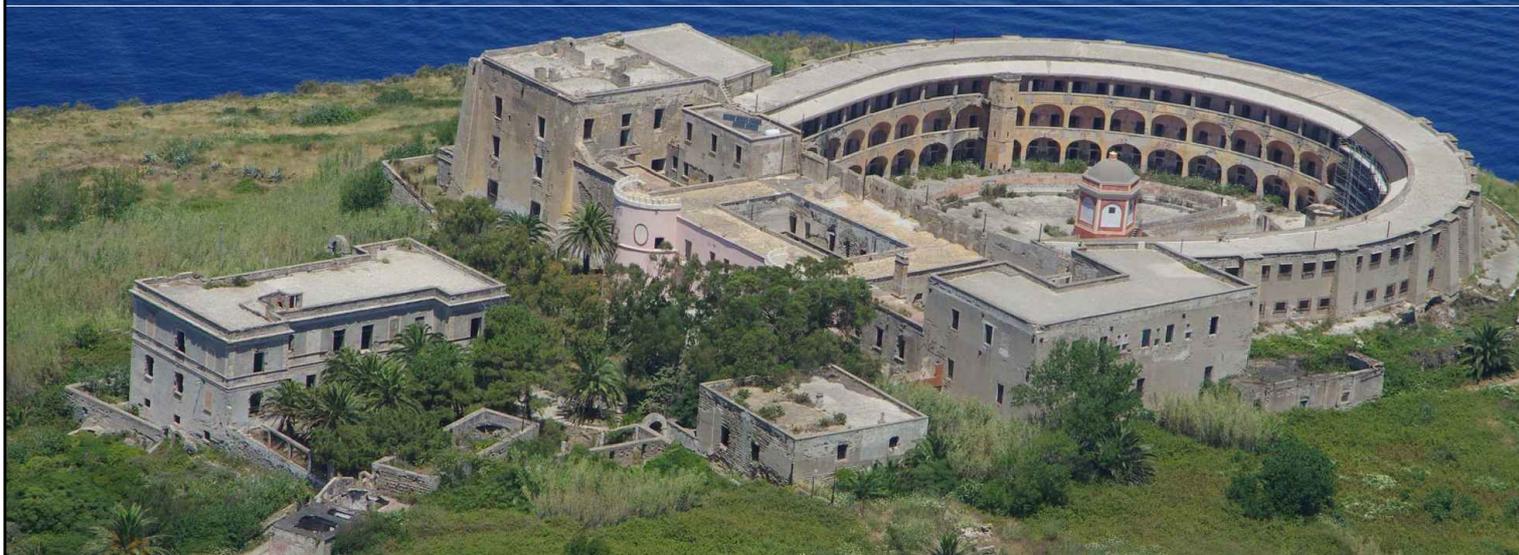


Comune di Ventotene
REGIONE LAZIO

CONTRATTO ISTITUZIONALE DI SVILUPPO

RECUPERO E RIFUNZIONALIZZAZIONE EX CARCERE BORBONICO DELL'ISOLA DI SANTO STEFANO VENTOTENE

Intervento n. 3 'Realizzazione/adequamento degli approdi all'isola di Santo Stefano'



STAZIONE APPALTANTE



Agenzia nazionale per l'attrazione
degli investimenti e lo sviluppo d'impresa SpA

Funzione Servizi di Ingegneria

ATTIVITA' TECNICHE
Beni Culturali e Architettura
Arch. Rosa di NUZZO

INVITALIA S.p.a.: Soggetto Attuatore in ottemperanza agli artt. 3 e 8 del Contratto Istituzionale di Sviluppo
"Recupero e rifunionalizzazione ex carcere borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene"

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Dott. Ing. ENRICO FUSCO

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE: Dott. Arch. Rosa di NUZZO

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA
Dott. Arch. Massimo BARAGLI

PROGETTAZIONE STRUTTURALE
Dott. Ing. Letterio SONNESSA

PROGETTAZIONE OPERE MARITTIME
Dott. Ing. Daniele BENOTTI

RELAZIONE GEOLOGICA
Dott. Geol. Vincenzo GUIDO

PROGETTAZIONE IMPIANTI
Dott. Ing. Pierluigi ROSATI
Dott. Ing. Osvaldo PITORRI

PROGETTAZIONE DELLA SICUREZZA
Dott. Ing. Nunzio LAURO

PROGETTAZIONE AMBIENTALE e PROCEDURE VIA-Vinca
Dott. Luca DI NARDO

COMPUTI E STIME
Geom. Luigino D'ANGELANTONIO

GRUPPO DI LAVORO INTERNO

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA:
Dott. Ing. Francesco DE SIMONE
Dott. Arch. Ahmed ELGAZZAR
Dott. Arch. Lucia PACITTO

PROGETTAZIONE STRUTTURALE:
Dott. Ing. Mario D'AMATO
Dott. Ing. Francesco DI LAURO

PROGETTAZIONE OPERE MARITTIME:
Dott. Ing. Leonardo GUALCO

PROGETTAZIONE IMPIANTI:
Sig. Ennio REGNICOLI

RILIEVI E RESTITUZIONE GRAFICA:
Geom. Gennaro DI MARTINO
Dott. Ing. Francesco DE SIMONE
Dott. Arch. Ahmed ELGAZZAR

PROGETTAZIONE DELLA SICUREZZA
Dott. Arch. Ahmed ELGAZZAR

SUPPORTO TECNICO OPERATIVO

PROGETTAZIONE OPERE MARITTIME:
3TI Progetti Italia - Ingegneria Integrata SpA
Dott. Ing. Stefano Luca POSSATI

PROGETTAZIONE AMBIENTALE e
PROCEDURE VIA-Vinca:
SETIN Servizi tecnici Infrastrutture s.r.l.
Dott. Alessandro PIAZZI

PROGETTAZIONE GEOTECNICA:
STUDIO TECNICO ASSOCIATO - SINTESI
Dott. Ing. Germano GUIDUCCI

RELAZIONE ARCHEOLOGICA: ASPSP Servizi Archeologici snc, Dott.ssa Laura SANNA e Francesco TIBONI

INDAGINI GEOGNOSTICHE :
Geodes Laboratori
Dott.ssa M. Gabriella BEVILACQUA

INDAGINI E RILEVAZIONI AMBIENTALI,
ARCHEOLOGICHE E STRUMENTALI A MARE :
Enviroconsult srl - Dott. Ing. Roberto SAGGIOMO

INDAGINI SULLE STRUTTURE :
ICS Centro Sperimentale di Ingegneria Srl
Dott. Ing. Giuseppe MONTELLA

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO		DATA	NOME	FIRMA
Opere Marittime Relazione tecnico descrittiva		REDATTO	05-03-2021	GUALCO
		VERIFICATO	05-03-2021	BENOTTI
		APPROVATO		Rosa di NUZZO
		DATA	05-03-2021	CODICE BREVE
		SCALA	-	
REVISIONE	DATA	AGGIORNAMENTI		CODICE ELABORATO 2017E037INV-02-D-OM-RT0000
Rev. 1				
Rev. 2				
Rev. 3				
		CODICE FILE		2017E037INV-02-D-OM-RT0000.dwg

OM-RT0000

Contratto Istituzionale di Sviluppo per il recupero e la rifunzionalizzazione dell'“Ex carcere borbonico dell'isola di Santo Stefano – Ventotene” - Delibera CIPE n. 3 del 1° maggio 2016, pubblicata nella G.U.R.I. del 13 agosto 2016, n. 139, “Fondo sviluppo e coesione 2014-2020: Piano stralcio - Cultura e Turismo – (articolo 1, comma 703, lettera d) legge n. 190/2014”



Accordo Operativo tra il Ministero per i beni e le Attività Culturali e per il Turismo e l'Agenzia Nazionale per l'attrazione degli investimenti e lo sviluppo d'impresa SpA per la realizzazione delle attività di soggetto attuatore del CIS per il RECUPERO E LA RIFUNZIONALIZZAZIONE DELL'“EX CARCERE BORBONICO DELL'ISOLA DI S. STEFANO-VENTOTENE”

RIF. ALLEGATO A – PROGRAMMA DEGLI INTERVENTI

Intervento n. 3 – Realizzazione/adeguamento degli approdi all'Isola di Santo Stefano

SOMMARIO

1.1	<i>Introduzione</i>	3
1.2	<i>Inquadramento degli approdi</i>	4
1.2.1	Scalo della Marinella	4
1.2.2	Scalo n. 4.....	7
1.3	<i>Rilievi e indagini ai fini del progetto</i>	9
1.4	<i>Sintesi delle condizioni geologiche e morfologiche ai fini del progetto</i>	12
1.4.1	Risultati rilievi batimetrici, morfologici, stratigrafici e video fotografici	12
1.4.2	Risultati indagini geognostiche.....	15
1.4.3	Risultati indagini geostrutturali	16
1.5	<i>Sintesi delle condizioni meteomarine ai fini del progetto</i>	18
1.5.1	Eventi estremi di moto ondoso	22
1.6	<i>Vincoli per la navigazione e definizione flotta tipo</i>	24
1.6.1	Ipotesi sulla flotta tipo	26
1.7	<i>Vincoli Archeologici</i>	27
1.8	<i>Esame delle soluzioni progettuali</i>	28
1.8.1	Soluzioni progettuali individuate.....	33
1.9	<i>Agitazione ondosa nell'area di intervento</i>	36

1.1 Introduzione

Il presente documento ha lo scopo di inquadrare gli interventi volti alla realizzazione/miglioramento degli approdi all'isola di Santo Stefano, così come individuati nell'ambito del Contratto Istituzionale di Sviluppo "*Recupero e rifunzionalizzazione ex Carcere Borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene*" - n. 3 "*Realizzazione/adeguamento degli approdi all'isola di Santo Stefano*"

In particolare, vengono affrontati i seguenti aspetti:

- Inquadramento degli approdi
- Rilievi e indagini effettuati ai fini del progetto
- Sintesi delle condizioni geologiche e morfologiche ai fini del progetto
- Sintesi delle condizioni meteomarine ai fini del progetto
- Vincoli per la navigazione e definizione flotta tipo
- Vincoli archeologici
- Soluzioni progettuali individuate
- Agitazione ondosa nell'area di intervento

1.2 Inquadramento degli approdi

Come descritto nello studio meteomarinario allegato allo studio di fattibilità fornito dal MIBACT, “.....La peculiare condizione di insularità con vincoli ambientali e difficoltà di accesso terrestre per la morfologia scoscesa della costa suggerisce la realizzazione di opere di minimo impatto e l'opportunità di più punti di sbarco in posizioni diversamente esposte al mare, per consentirne l'uso alternativo in occasione di mareggiate in relazione alla direzione di provenienza. Peraltro, le condizioni morfobatimetriche costiere e paesaggistiche non consentono di sviluppare significative opere a mare se non alla Madonnina.”

I due possibili punti di sbarco sull'isola di Santo Stefano individuati nell'ambito del CIS, dalle informazioni acquisite e mediante studi e rilievi del fondo marino, sono lo **scalo della Marinella** e lo **scalo n.4**.



Figura 1 – Inquadramento Scalo della Marinella e Scalo n.4

1.2.1 Scalo della Marinella

Lo scalo della Marinella è quello storicamente più utilizzato ed indubbiamente il più idoneo per vari motivi: vicinanza all'isola di Ventotene, posizione limitrofa all'area marina protetta, fondali sabbiosi non troppo profondi, esistenza di banchina scavata nella roccia e di un sentiero attrezzato che risale rapidamente al carcere borbonico. Questa area, soprattutto per la natura, profondità ed estensione dei fondali naturali, risulta quindi la più adatta per lo sviluppo di un approdo destinato allo sbarco e imbarco passeggeri ed anche l'unica area per l'eventuale realizzazione di un approdo destinato alle operazioni di carico e scarico delle merci. (v. da

2017E037INV-02-D-R0-TAV003 a 2017E037INV-02-D-R0-TAV011)

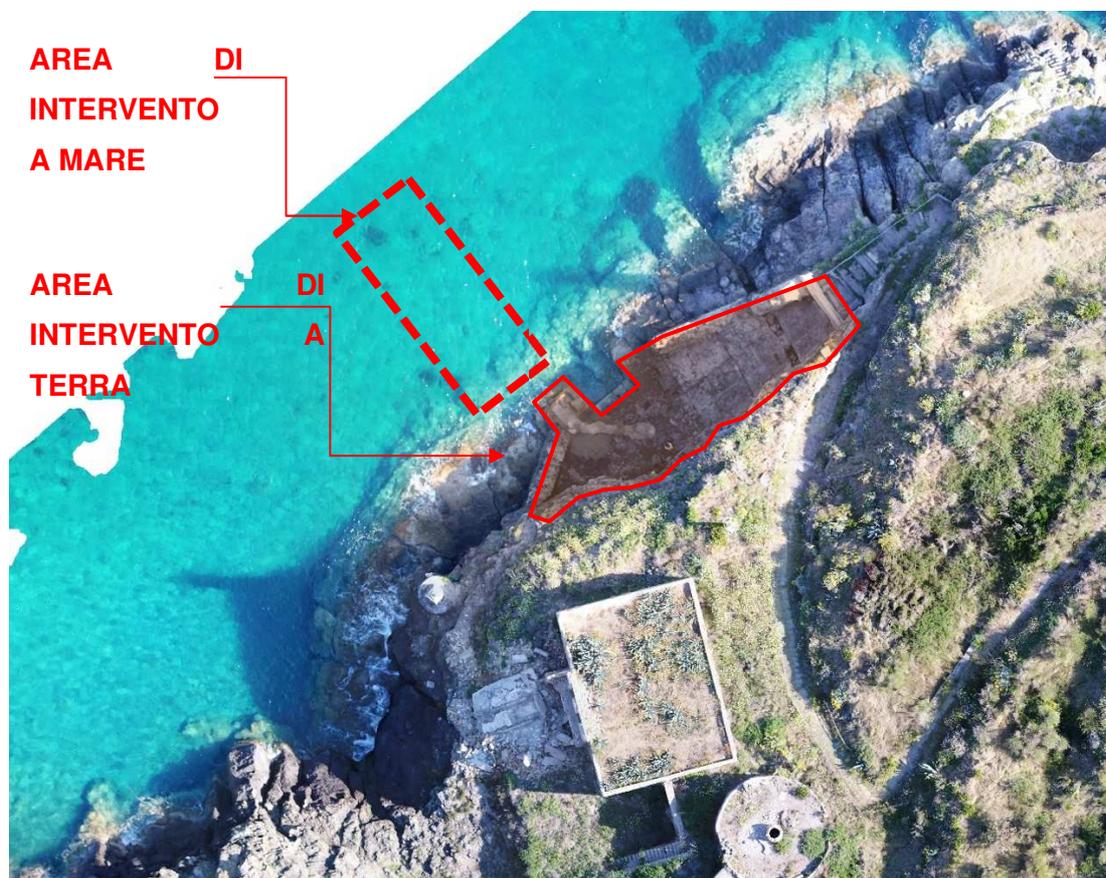


Figura 2 – Ortofoto dello scalo della Marinella

Alla Marinella sono disposte lungo la scogliera una serie di bitte, è evidente l'azione dell'uomo con la sagomatura della scogliera, potenzialmente anche in epoche antiche, forse Romana, la presenza di una porzione di pavimentazione in lastre di basalto, e la presenza di un muro di protezione anche di notevoli dimensioni ormai distrutto da una mareggiata e mai ricostruito. La conformazione naturale della costa, anche sottomarina sia per esposizione che per profilo, e l'andamento del moto ondoso, molto spesso rendono poco agevole lo sbarco, anche in condizioni di mare calmo.

Considerando l'andamento orografico dell'isola sul versante della Marinella e l'esistenza di un percorso Comunale lastricato, anch'esso da mantenere nell'ambito degli interventi CIS, e la presenza di un antico sentiero utilizzato in antichità per il trasporto delle merci con i carri (identificata come Carrettera), oltre che la vicinanza a Ventotene, ha individuato l'approdo della Marinella come il più utilizzato nel tempo, malgrado le problematiche sopraesposte circa la difficoltà allo sbarco. Sull'area è presente una cavità di natura antropica che si incontra sulla

prima rampa di scalini che risale lungo la falesia.



Figura 3 – Percorso scalo della Marinella

1.2.2 Scalo n. 4

Lo scalo n. 4 è costituito da una piccola banchina naturale scavata nella roccia alla punta di uno sperone lievemente digradante con una breve insenatura piuttosto profonda; i fondali sono subito molto ripidi ed irregolari con grandi massi a pochi metri dalla riva su fondali superiori a 5-6 m. Pertanto, l'esecuzione di opere fisse a mare appare problematica. Lo scalo n.4, attualmente non presenta alcuna struttura o impianto salvo una scaletta scavata nella roccia. Inoltre, l'area è collegata al carcere con un sentiero scalinato incassato nel terreno avente una forte pendenza (v. foto). Per questa ragione, tale punto di ormeggio si prevede destinato unicamente allo sbarco e imbarco passeggeri e come via di fuga nel caso in cui l'approdo alla Marinella non fosse praticabile. (v. da 2017E037INV-02-D-R0-TAV011 a 2017E037INV-02-D-R0-TAV013)

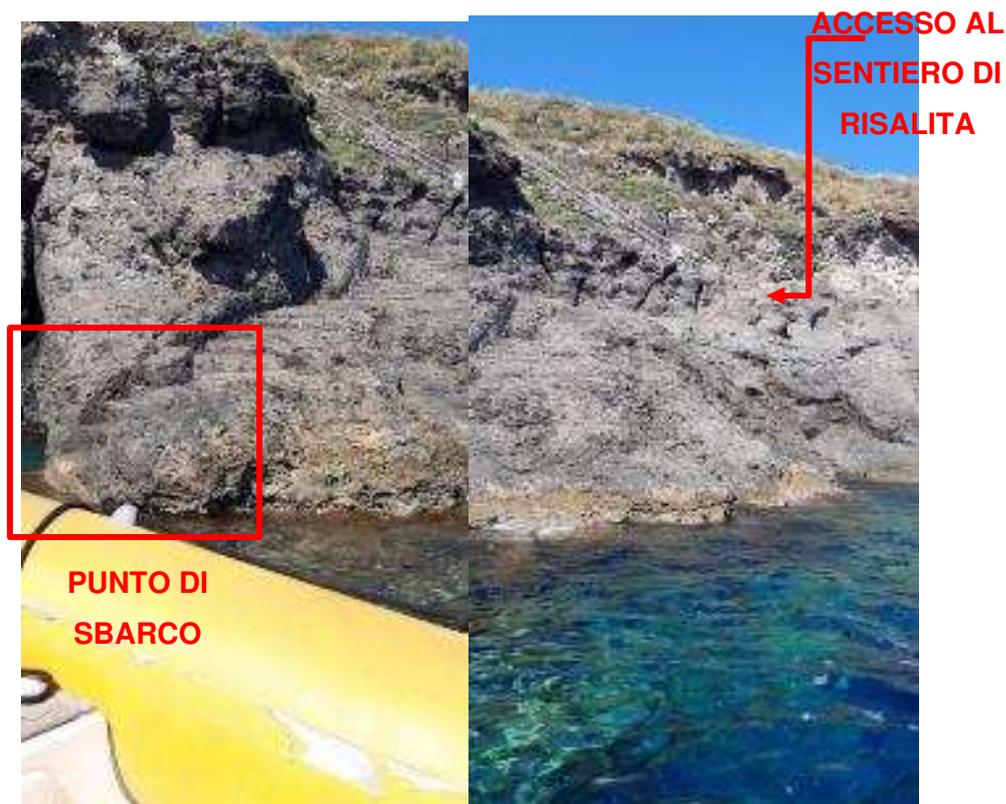


Figura 4 – Scalo N°4

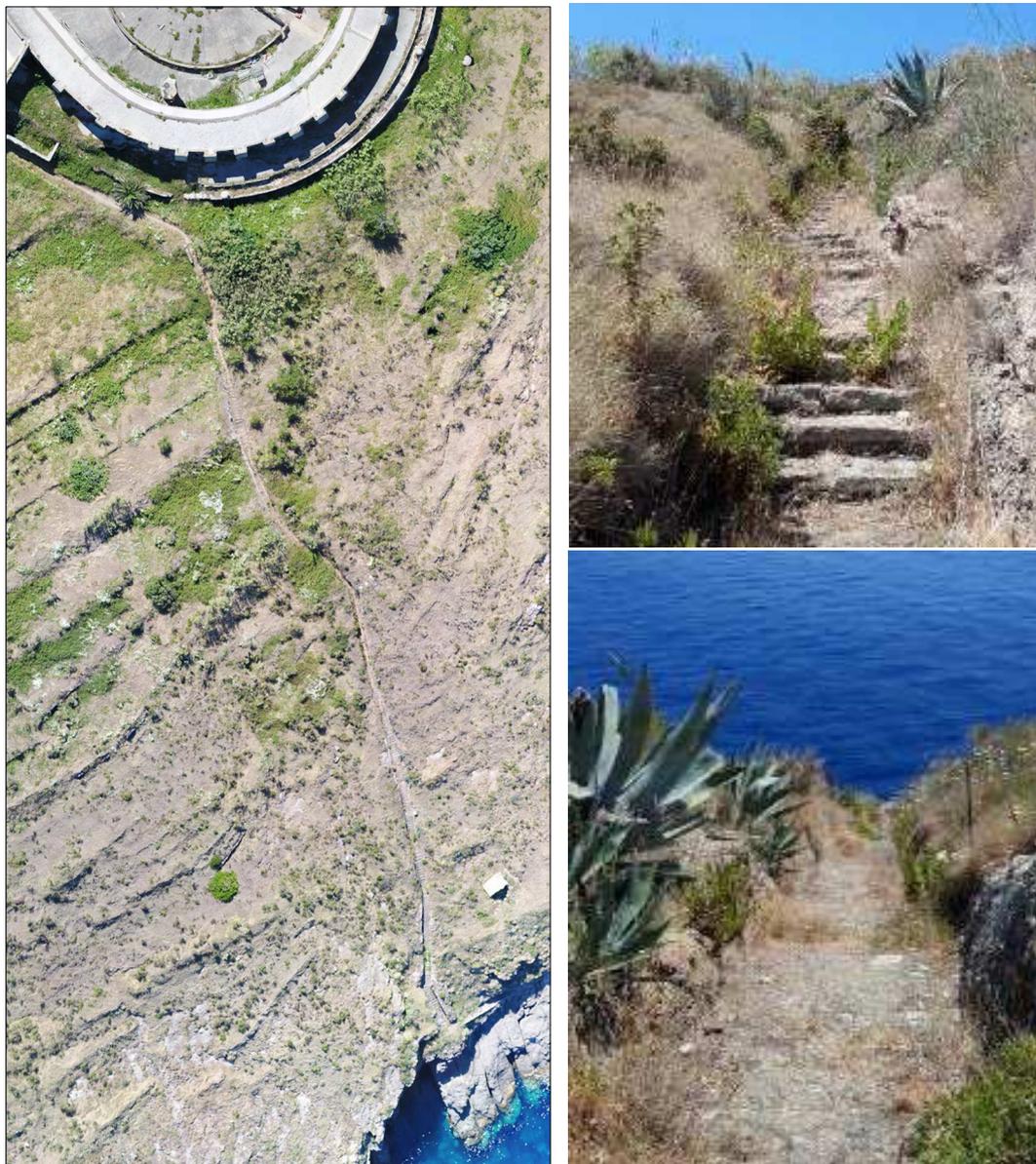


Figura 5 – Sentiero scalinato incassato nel terreno che collega il carcere allo Scalo

1.3 Rilievi e indagini ai fini del progetto

Nel luglio del 2020, la ditta Enviroconsult, aggiudicataria delle attività dei servizi di rilievi ambientali, ecologici e naturalistici e servizi di indagine sull'ambiente naturale marino, indagini e rilievi archeologici e rilievo batimetrico a supporto della progettazione nell'ambito del “Contratto Istituzionale di Sviluppo - Recupero e rifunzionalizzazione ex Carcere Borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene” - Intervento n. 3 Realizzazione/adequamento degli approdi all'isola di Santo Stefano, ha eseguito i rilievi ambientali, ecologici e naturalistici, indagini sull'ambiente naturale marino, indagini e rilievi archeologici e un rilievo batimetrico nell'area illustrata in Figura 7. Per una descrizione tecnica di maggior dettaglio si rimanda alle relazioni 2017E037INV-02-D-R1-RT0001, 2017E037INV-02-D-R1-RT0002, 2017E037INV-02-D-R1-RT0003.

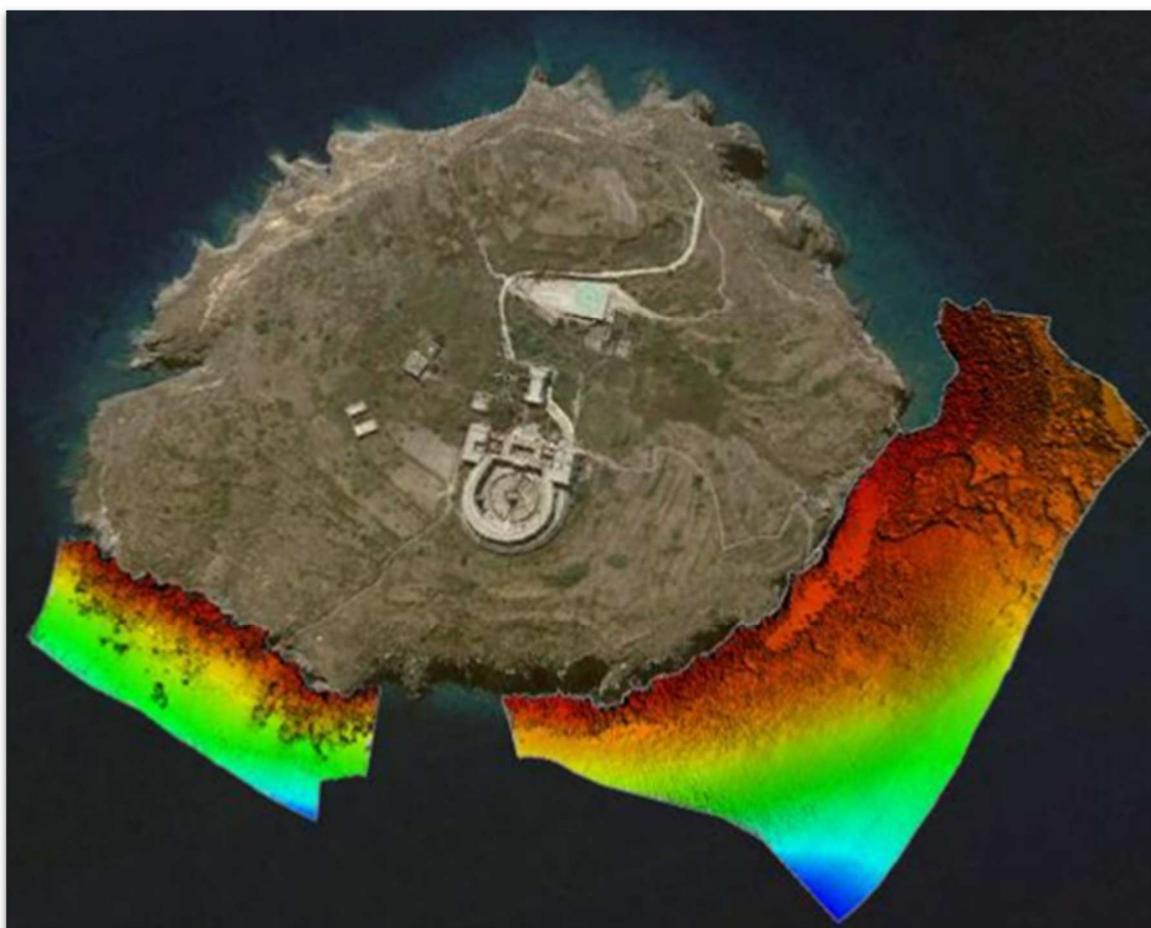


Figura 6 – Aree a mare indagate

Di seguito si schematizzano le attività eseguite:

- RILIEVI STRUMENTALI
 - Rilievi batimetrici del fondale (Multi-beam Echo-Sounder)
 - Rilievo morfologico del fondale (Side Scan Sonar)
 - Rilievo stratigrafico del fondale (Sub Bottom Profiler)
 - Rilievo video e fotografico del fondale (ROV)

- INDAGINI AMBIENTALI
 - Indagini dirette sull'Ambiente Marino
 - Indagini dirette sulla Vegetazione
 - Indagini dirette sull'Avifauna

- INDAGINI ARCHEOLOGICHE
 - Indagini dirette preliminari
 - Indagini indirette superficiali e profonde (ROV)

Successivamente nel novembre del 2020, la ditta Geodes, aggiudicataria del Servizi di indagine geognostica a mare a supporto della progettazione nell'ambito del "Contratto Istituzionale di Sviluppo - Recupero e rifunzionalizzazione ex Carcere Borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene" - Intervento n. 3 Realizzazione/adequamento degli approdi all'isola di Santo Stefano, ha eseguito, il piano di indagini geognostiche e geofisiche per il progetto dell'approdo.

Per una descrizione tecnica di maggior dettaglio si rimanda alle relazioni 2017E037INV-02-D-GE-IND_001.

Il piano delle indagini ha riguardato le seguenti attività:

- N.2 sondaggi a carotaggio continuo spinti ad una profondità massima di circa 15 m dal fondale e circa 23 m dal l.m.m. per il riconoscimento dei terreni sui quali poggiano le fondazioni della struttura;
- N.21 prove Standard Penetration Test di cui 10 nel foro di sondaggio denominato ST1 ed 11 nel foro di sondaggio denominato ST2;
- N.4 analisi granulometriche e N.1 prova di taglio su campione di sabbia ricostituito

- N.1 indagini sismiche di tipo Multichannel Analysis of Surface Waves per la definizione del profilo di velocità delle onde S e l'attribuzione della classe di suolo di fondazione;

I sondaggi sono stati eseguiti, da motopontone, nello specchio d'acqua prospiciente lo scalo ed ubicati con criterio monte valle rispetto all'opera in progetto (cassone autoaffondante e radice molo).

Successivamente sulle falesie dell'isola ed in particolare sulla falesia prospiciente l'approdo della Marinella, è stata effettuata una campagna di rilevamento geostrutturale.

La campagna di rilevamento è stata eseguita su n.3 stazioni geomeccaniche secondo i criteri e le raccomandazioni ISRM (International Society for Rock Mechanims).

In località Marinella sono state eseguite due stazioni geomeccaniche denominate SG1 ed SG2 con ubicazione indicata nella seguente figura. La stazione SG2 è stata suddivisa verticalmente in SG2A ed SG2B a causa di un cambio di inclinazione e ramificazione delle discontinuità presenti sull'affioramento.



Figura 7 - Ubicazione stazioni geomeccaniche SG1 -SG2A e B

Lo scalo n.4 è stato interessato dalla stazione di rilievo SG3 come indicato nella figura 24.



Figura 8 - Ubicazione stazione geomeccanica SG3

1.4 Sintesi delle condizioni geologiche e morfologiche ai fini del progetto

1.4.1 Risultati rilievi batimetrici, morfologici, stratigrafici e video fotografici

Attraverso l'interpretazione dei rilievi morfologici effettuati a mare, in particolare attraverso il Side Scan Sonar (v. elaborato 2017E037INV-02-D-R1-TAV007) e unitamente alle indagini dirette con ROV e confrontate con il rilievo batimetrico multibeam ad alta risoluzione (DTM a 20 cm) (v. elaborato 2017E037INV-02-D-R1-TAV001), è stato possibile produrre le carte dell'interpretazione dei sonogrammi (elaborati 2017E037INV-02-D-R1-TAV008 e 2017E037INV-02-D-R1-TAV010). Attraverso questa interpretazione è possibile osservare che la fascia costiera in cui ricade l'area di intervento a mare prospiciente l'approdo della Marinella presenta un fondo a granulometria variabile con presenza di massi e corpi di frana. Inoltre, dalla tavola, si evince chiaramente il limite superiore ed inferiore della prateria di *Posidonia oceanica* antistante scalo della Marinella. Oltre il limite della *Posidonia oceanica* è presente sabbia grossolana mista a ghiaia fine, oltre i - 40 mt, accompagnata da un fondo compatto con presenza di coralligeno.

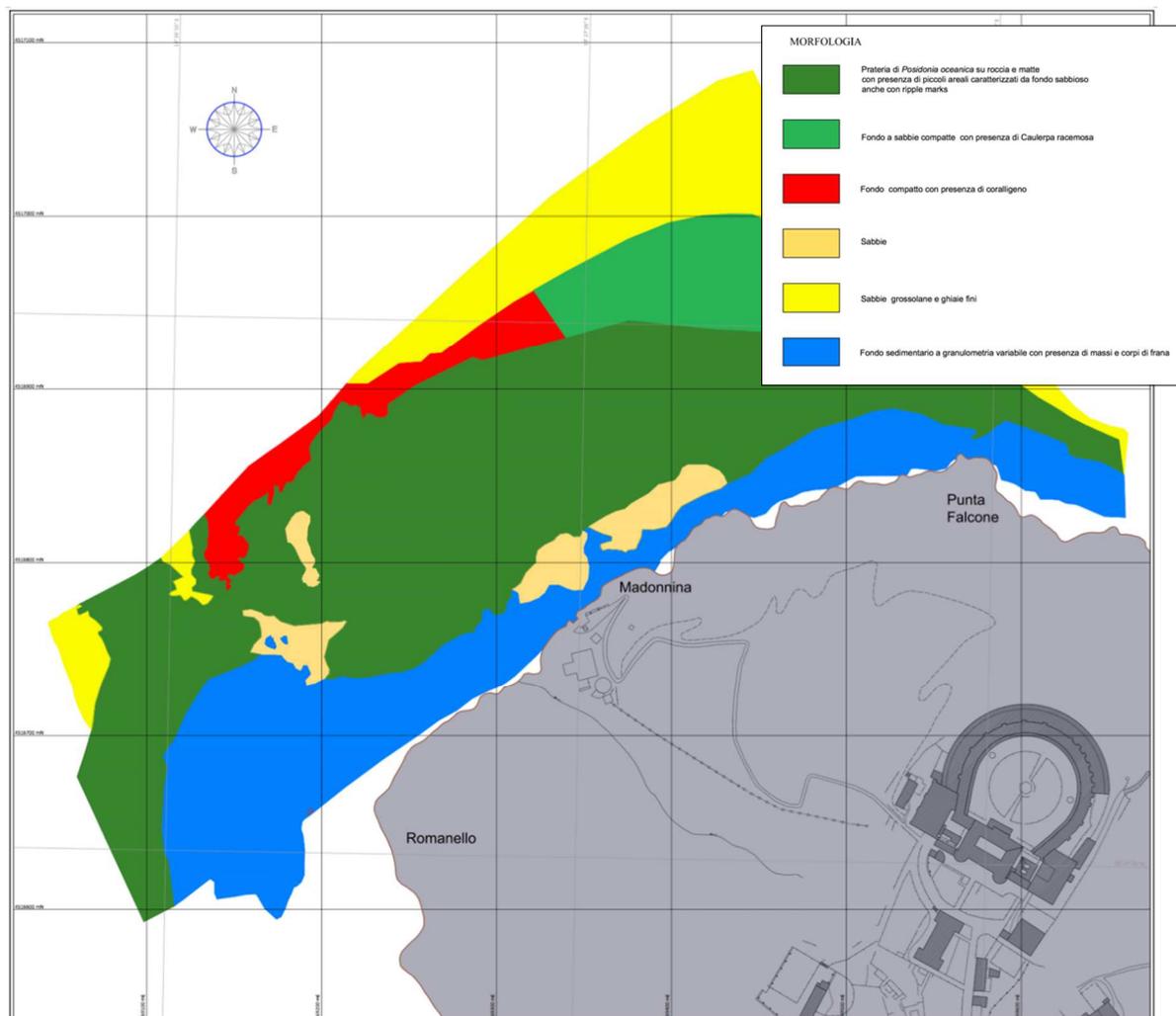


Figura 9 - Rilievo morfologico - Side Scan Sonar interpretazione - Scalo Marinella (2017E037INV-02-D-R1-TAV008)

Analogamente all'approdo Marinella, anche l'approdo scalo n.4 è caratterizzato lungo la fascia costiera con un fondo a granulometria variabile con presenza di massi. La *Posidonia oceanica* è presente in una fascia più ristretta, il fondale presenta una batimetrica che già a pochi metri dalla costa, circa 30 mt, degrada velocemente verso quote oltre i -30 mt. Oltre il limite della *Posidonia oceanica* è presente sabbia grossolana mista a ghiaia fine, oltre i - 40 mt, accompagnata da un fondo compatto con presenza di coralligeno.

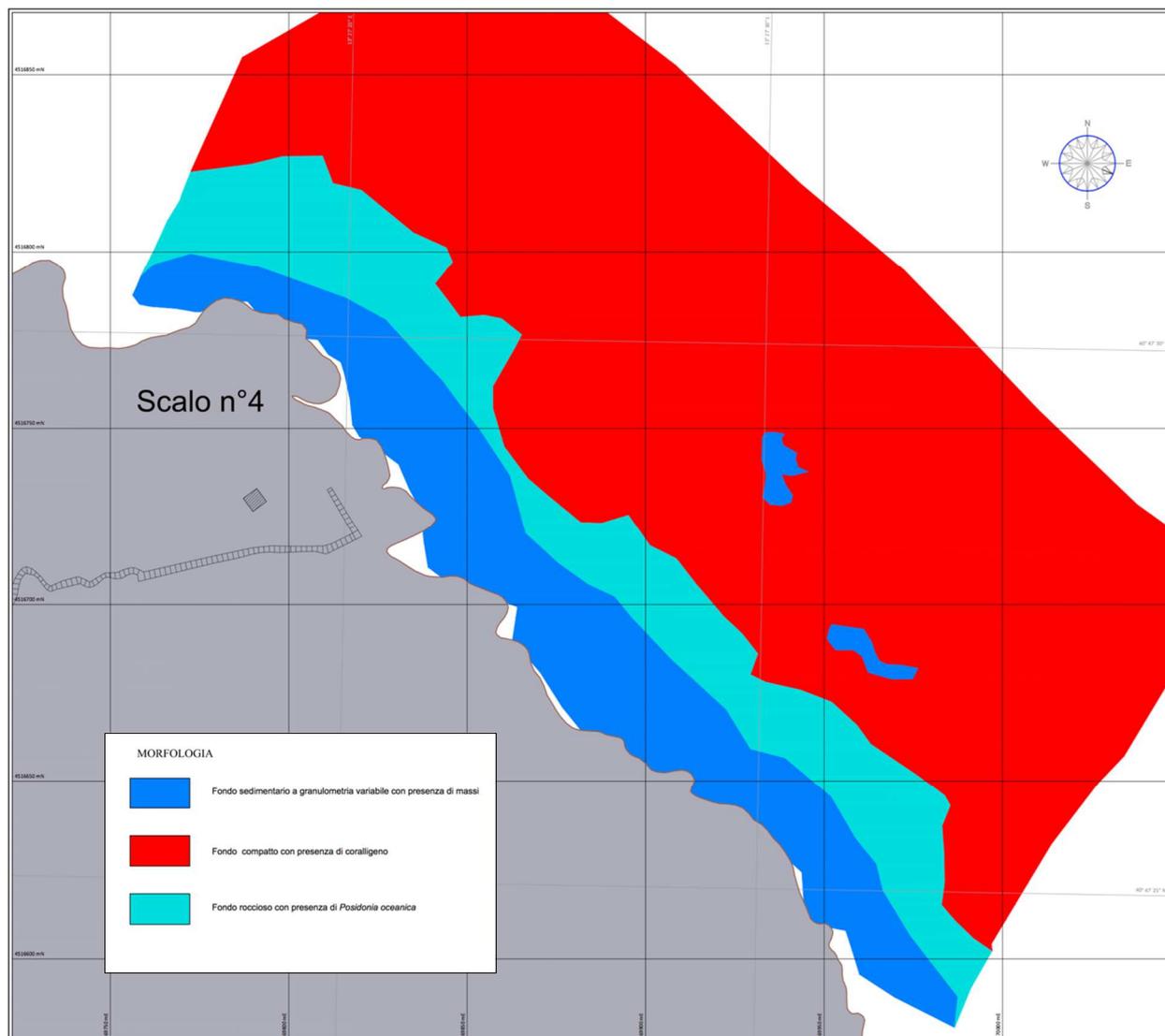


Figura 10 - Rilievo morfologico - Side Scan Sonar interpretazione - Scalo n.4 (2017E037INV-02-D-R1-TAV010)

Per una descrizione tecnica di maggior dettaglio delle indagini effettuate si rimanda alle relazioni 2017E037INV-02-D-R1-RT0001 e 2017E037INV-02-D-R1-RT0003.

1.4.2 Risultati indagini geognostiche

La geologia della parte marina dell'approdo è stata ricavata principalmente dalle n.2 stratigrafie relative ai sondaggi eseguiti da motopontone che hanno messo in evidenza la presenza di sedimenti di origine vulcanica rappresentati dal punto di vista granulometrico da sabbie, ghiaie, ciottoli e blocchi. Di seguito si riportano le stratigrafie dei due sondaggi.

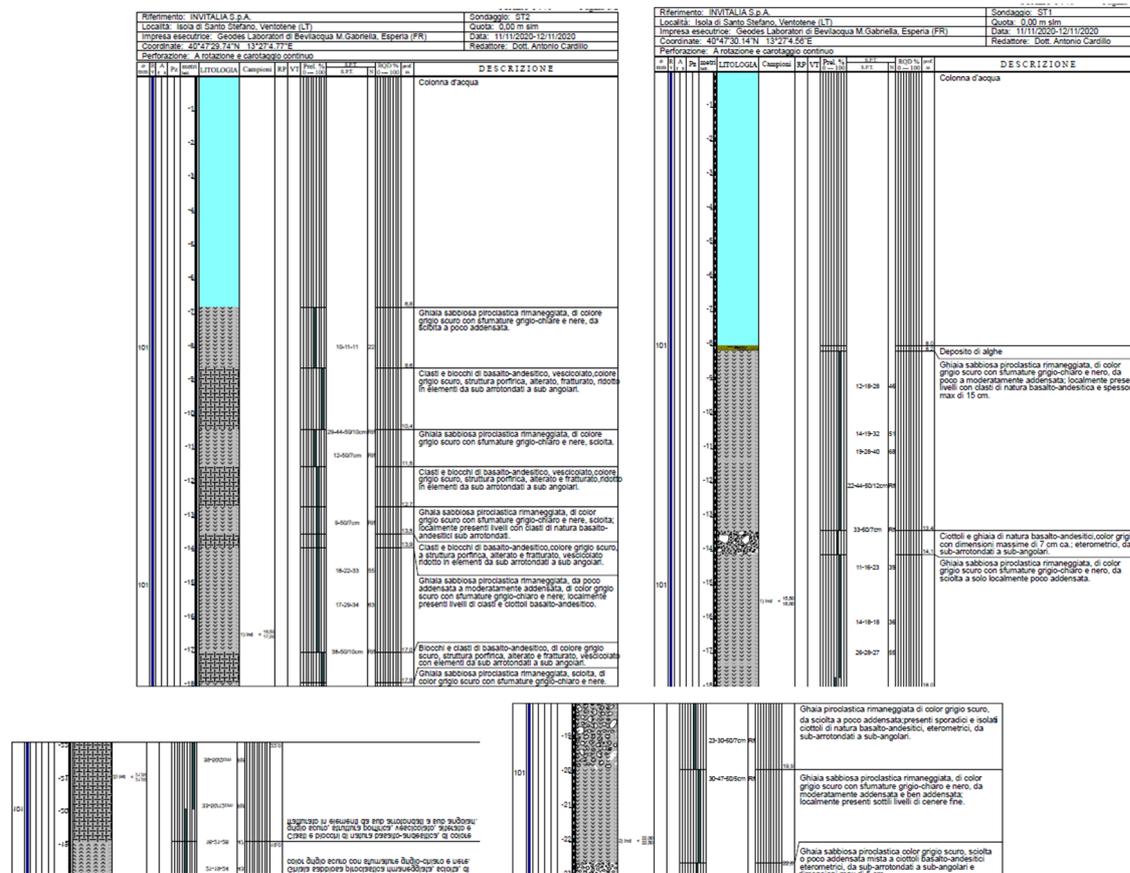


Figura 11 - Stratigrafia dei sondaggi: ST2 eseguito in mare (più prossimo all'isola) ST1 eseguito in mare (più lontano dall'isola)

Per una descrizione tecnica di maggior dettaglio si rimanda alle relazioni 2017E037INV-02-D-GE-IND_001.

1.4.3 Risultati indagini geostrutturali

Dai risultati geostrutturali si rivela necessario intervenire sulla falesia dell'approdo della Marinella per mitigare il rischio di crolli.

Le opere di mitigazione progettate per la messa in sicurezza dell'area riguardano principalmente:

- Chiodatura con barre di chiodatura in acciaio tipo Dywidag con diametri da Φ 17,5 mm a Φ 26,5 mm e lunghezza compresa tra 1,5 e 6 m e piastra di bloccaggio per i cunei di roccia potenzialmente instabili;
- Rete metallica e fune diagonale per la parte rocciosa alterata con dimensioni inferiori.

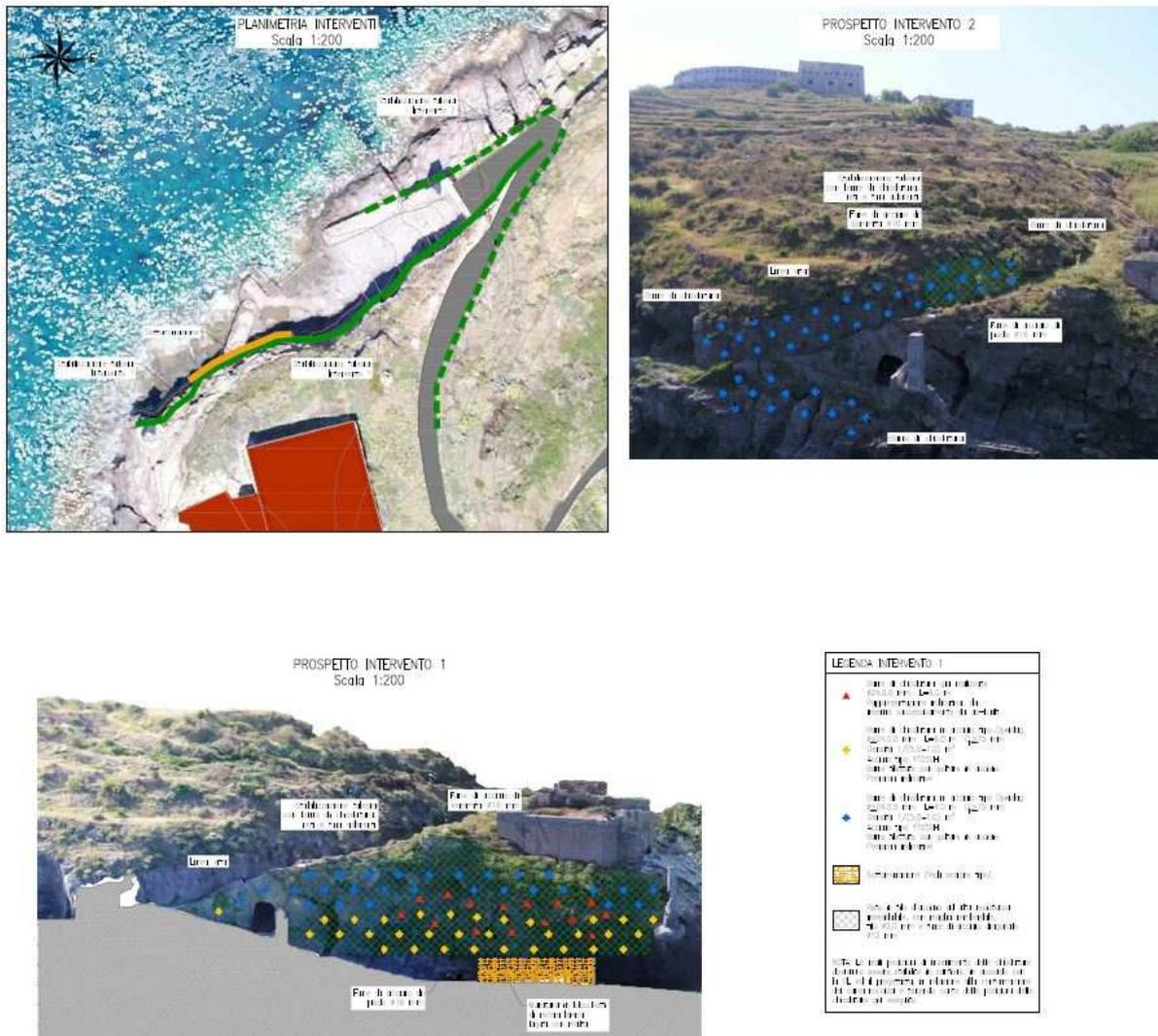


Figura 12 – Interventi di messa in sicurezza falesia scalo della Marinella

Al piede della falesia è presente un incavo che contribuisce all'instabilità della falesia e per tale

motivo il progetto di messa in sicurezza comprende anche un intervento teso alla protezione della scarpata con un sistema composta da un muro rivestito in pietra lavica, travi d'acciaio e riempimento posteriore.

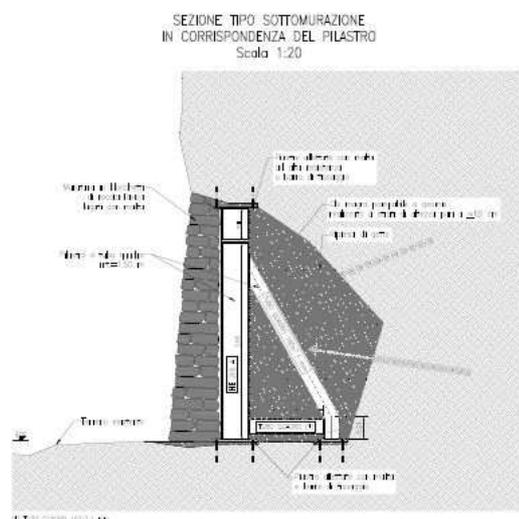
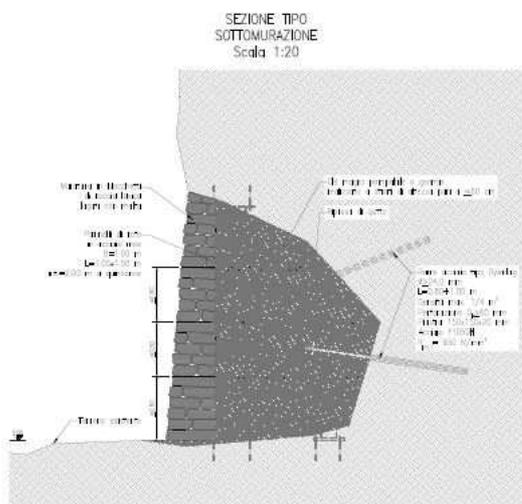
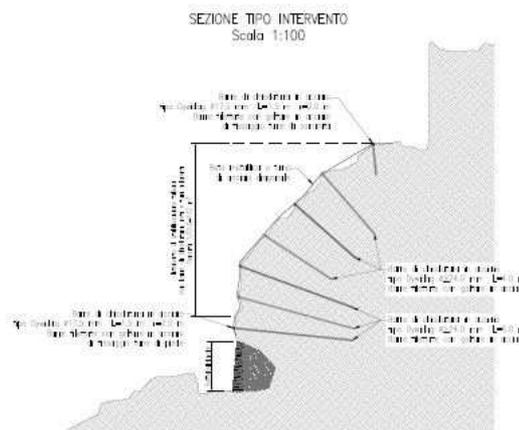
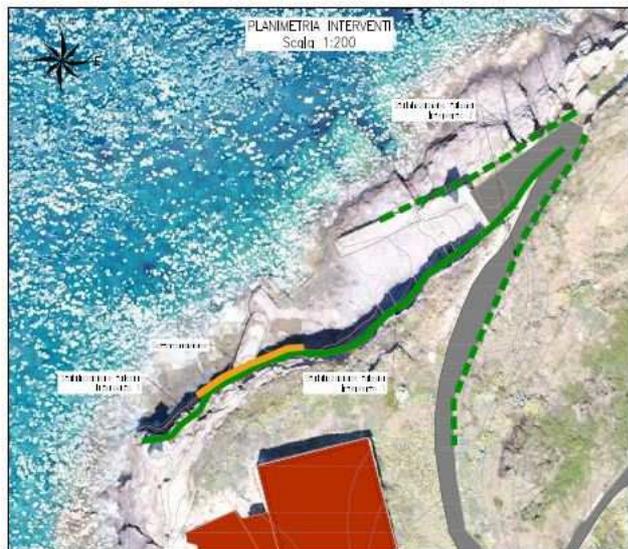


Figura 13 - Interventi di messa in sicurezza falesia scalo della Marinella

Per una descrizione tecnica di maggior dettaglio si rimanda alle relazioni 2017E037INV-02-D-GE-IND_002.

1.5 Sintesi delle condizioni meteomarine ai fini del progetto

I risultati dello studio meteomarinario 2017E037INV-02-D-OM-RT0001 rilevano che per il paraggio in esame i settori di traversia, su cui spirano i venti che possono creare significative agitazioni ondose, sono compresi tra 310°N e 70°N e tra 220°N e 260°N. Si può notare la particolarità del paraggio determinato in quanto il lato Nord-Ovest, ovvero le direzioni comprese tra 260°N e 310°N, risulta protetto dall'isola di Ventotene.

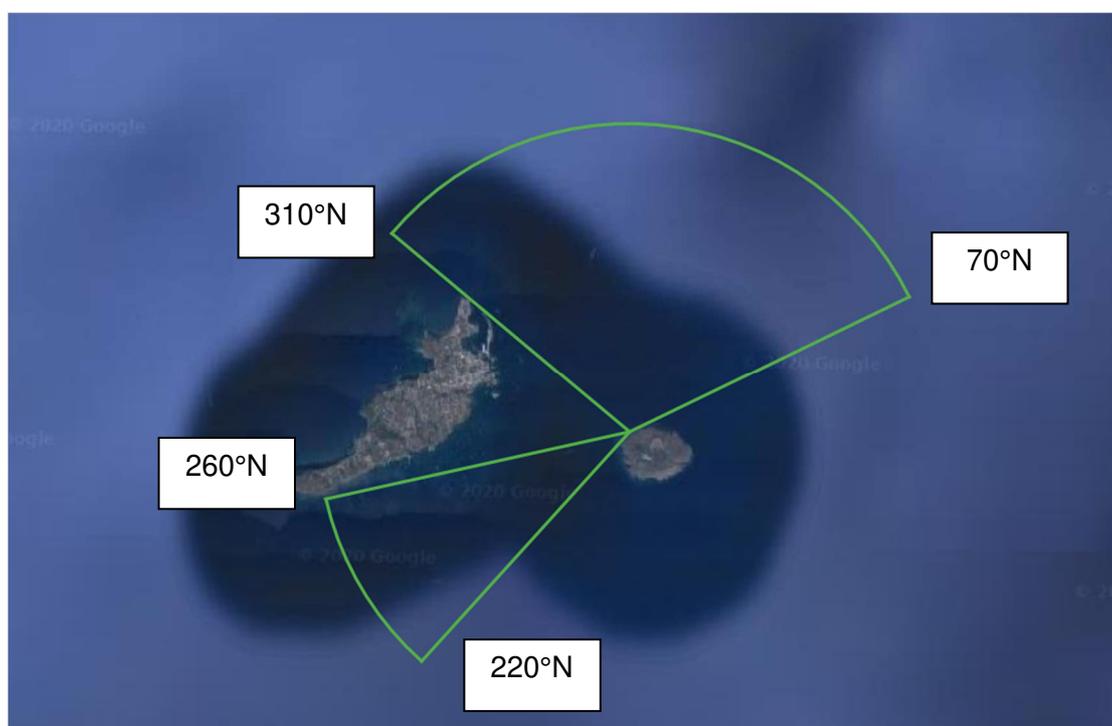


Figura 14: Individuazione del settore di traversia del paraggio dell'Isola di Santo Stefano

Attraverso l'applicazione del metodo della trasposizione geografica dei dati di moto ondoso (altezza d'onda significativa, periodo medio e di picco) dal nodo ERA5 (database ERA5 dell'istituto meteorologico dell'European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) alla boa virtuale posta al largo del paraggio dell'Isola di Santo Stefano e del metodo per il calcolo delle direzioni del moto ondoso consente la determinazione del clima meteomarinario al largo del paraggio in esame, con riferimento agli eventi ricadenti nei settori di traversia. In Figura 10 sono mostrate le percentuali di apparizione del moto ondoso al largo dell'Isola di Santo Stefano. Come si può osservare dall'istogramma risulta che, con riferimento alla suddivisione dei settori direzionali effettuati al largo del paraggio dell'Isola di Santo Stefano, gli stati di mari più frequenti provengono dai settori 250°-260°N.

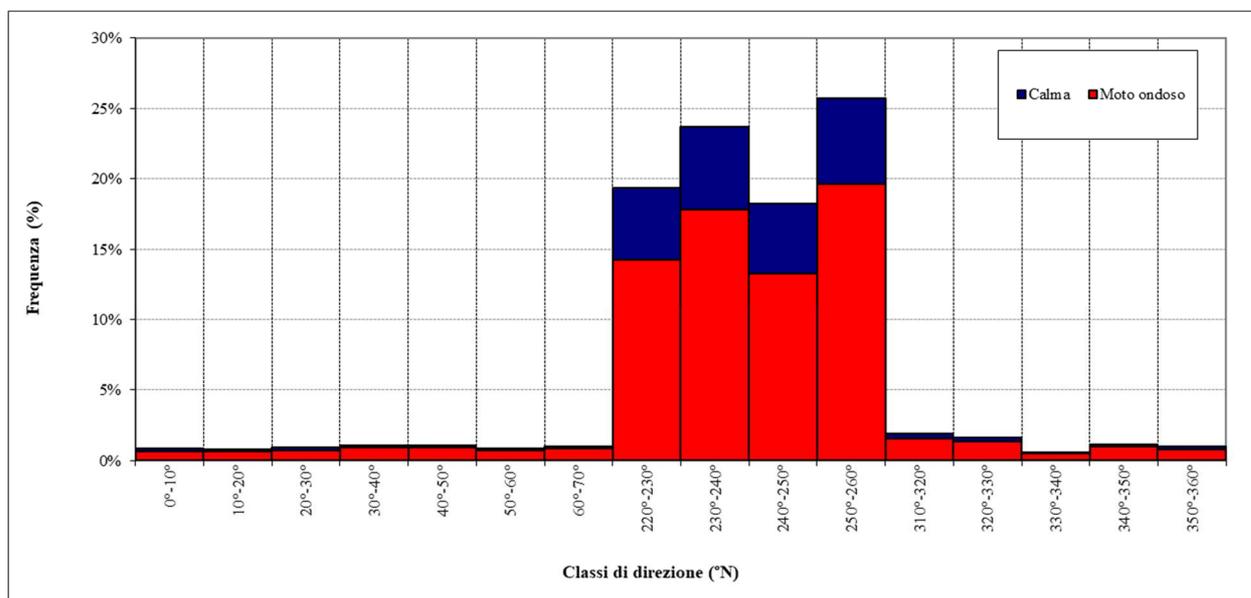


Figura 15: Percentuali di apparizione del moto ondoso al largo dell'Isola di Santo Stefano (dal nodo ERA5)

Successivamente, come descritto dettagliatamente nella relazione 2017E037INV-02-D-OM-RT0002, le classi di altezza d'onda associate ai settori direzionali di provenienza delle onde sono state propagate da largo in un punto significativo sottocosta antistante lo scalo della Marinella posto alla batimetrica -8.5 m, in modo da quantificare precisamente gli effetti delle batimetrie sull'evoluzione delle grandezze del moto ondoso. Nel punto in questione il moto ondoso presenta una distribuzione di frequenza spiccatamente bimodale ed obliqua (anche per la protezione offerta dalla vicina isola di Ventotene), con mari regnanti principali provenienti da settore compreso tra 220° N e 260°N e secondari dal settore di traversia compreso tra 310°N e 70°N con frequenza dei mari principali molto superiore a quella dei mari secondari. Le percentuali di apparizione del moto ondoso presenti in corrispondenza dello scalo Marinella alla profondità di -8.5 m risultano ricadere prevalentemente nel settore principale, in particolare nei settori direzionali 230°240°N (14.23 %), 240°-250°N (53.08 %) e 250-260°N (14.62 %).

Si sottolinea che le onde provenienti dal settore secondario nonostante possiedano una percentuale di apparizione molto bassa presentano un valore di altezza d'onda sottocosta particolarmente alto, nello specifico per i settori 10°-20° N e 350°-360° N il valore di altezza d'onda è compreso tra 2.25-2.75 m. Questo è dovuto principalmente al basso coefficiente di abbattimento degli stati di mare provenienti da questi settori.

Tabella 1 - Percentuali di apparizione del moto ondoso nel punto sottocosta per il paraggio dell'Isola di Santo Stefano

		Classi di altezza d'onda significativa, Hs (m)						TOTALE
		calme	0.25-0.75	0.75-1.25	1.25-1.75	1.75-2.25	2.25-2.75	
Dir (°N)								
0	10	0.197%	0.493%	0.251%	0.026%	0.007%	0.000%	0.974%
10	20	0.161%	0.460%	0.151%	0.040%	0.016%	0.004%	0.831%
20	30	0.173%	1.222%	0.281%	0.055%	0.000%	0.000%	1.732%
30	40	0.170%	1.563%	0.297%	0.000%	0.000%	0.000%	2.029%
40	50	0.722%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.722%
50	60	0.155%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.155%
60	70	0.134%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.134%
220	230	5.127%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	5.127%
230	240	5.872%	8.359%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	14.231%
240	250	5.004%	42.313%	5.062%	0.690%	0.011%	0.000%	53.081%
250	260	6.045%	6.096%	1.872%	0.585%	0.024%	0.000%	14.622%
260	270	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.001%	0.000%	0.001%
270	280	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
280	290	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
290	300	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
300	310	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
310	320	0.349%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.349%
320	330	0.296%	1.481%	0.099%	0.000%	0.000%	0.000%	1.876%
330	340	0.081%	1.610%	0.216%	0.025%	0.003%	0.000%	1.935%
340	350	0.179%	0.688%	0.208%	0.089%	0.002%	0.000%	1.166%
350	360	0.217%	0.567%	0.139%	0.092%	0.019%	0.001%	1.035%
TOTALE		24.882%	64.851%	8.576%	1.602%	0.084%	0.005%	100.000%

In forma di istogramma in Figura 11 e sotto forma di diagramma polare (escludendo gli eventi di calma con $H_s < 0.25$ m) in Figura 12 vengono mostrate le percentuali di apparizione del moto ondoso sottocosta.

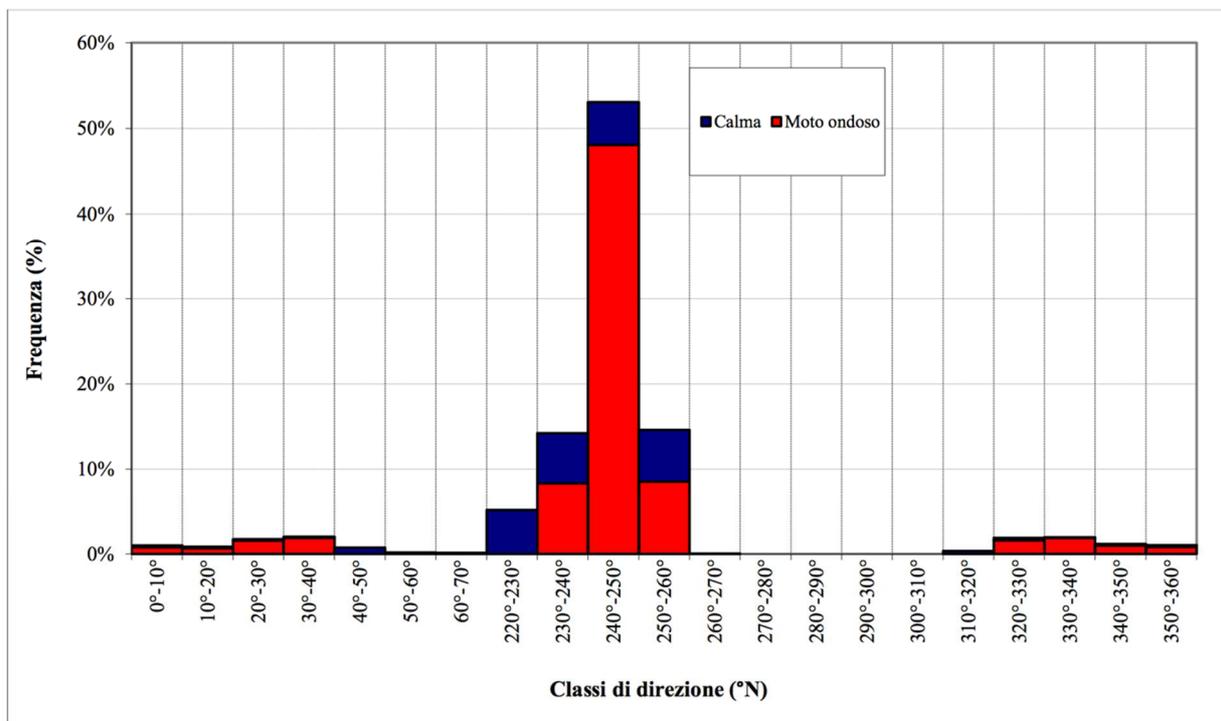


Figura 16 - Istogramma relativo alle percentuali di apparizione del moto ondoso sottocosta per Isola di Santo Stefano

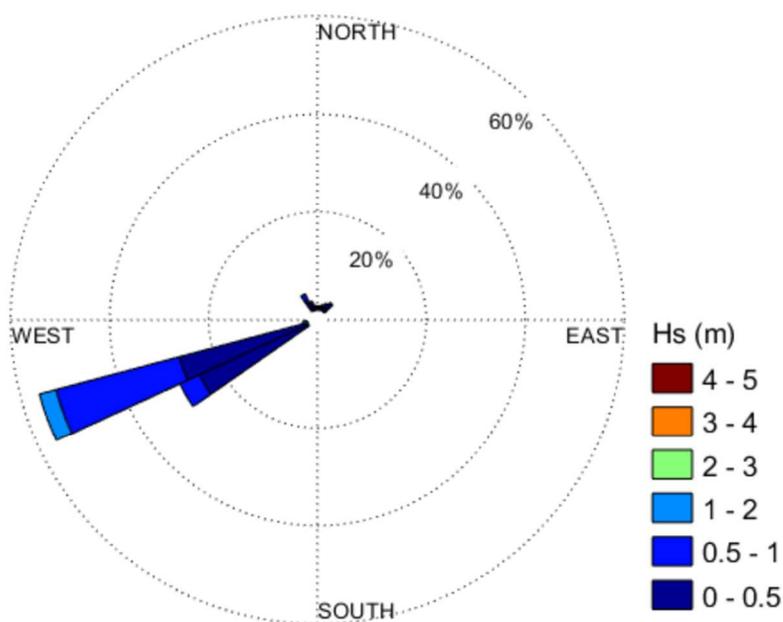


Figura 17 - Diagramma polare delle frequenze di apparizione degli eventi di moto ondoso sottocosta per Isola di Santo Stefano

1.5.1 Eventi estremi di moto ondoso

Al fine di verificare la stabilità delle opere marittime è necessario conoscere l'onda di progetto, ossia quel valore dell'altezza d'onda che non sia superato in lunghi periodi di tempo.

Sulla base dell'indicazione dell'Atlante delle onde nei mari italiani dell'APAT (Corsini et al., 2002), è stata fissata una soglia di altezza d'onda significativa relative a 5 settori direzionali di riferimento, definiti nel settore di traversia in esame (Isola di Santo Stefano). In particolare, $H_{s\text{soglia}} = 3$ m per i settori $0^\circ - 30^\circ\text{N}$, $30^\circ - 70^\circ\text{N}$, $220^\circ - 260^\circ\text{N}$, $310^\circ - 340^\circ\text{N}$ e $340^\circ - 360^\circ\text{N}$. I settori angolari $0^\circ - 30^\circ\text{N}$, $30^\circ - 70^\circ\text{N}$, $310^\circ - 340^\circ\text{N}$ e $340^\circ - 360^\circ\text{N}$ non presentano eventi di mareggiata. Pertanto, l'analisi degli eventi estremi è stata condotta solo per il solo settore angolare $220^\circ - 260^\circ\text{N}$ (v. 2017E037INV-02-D-OM-RT0001).

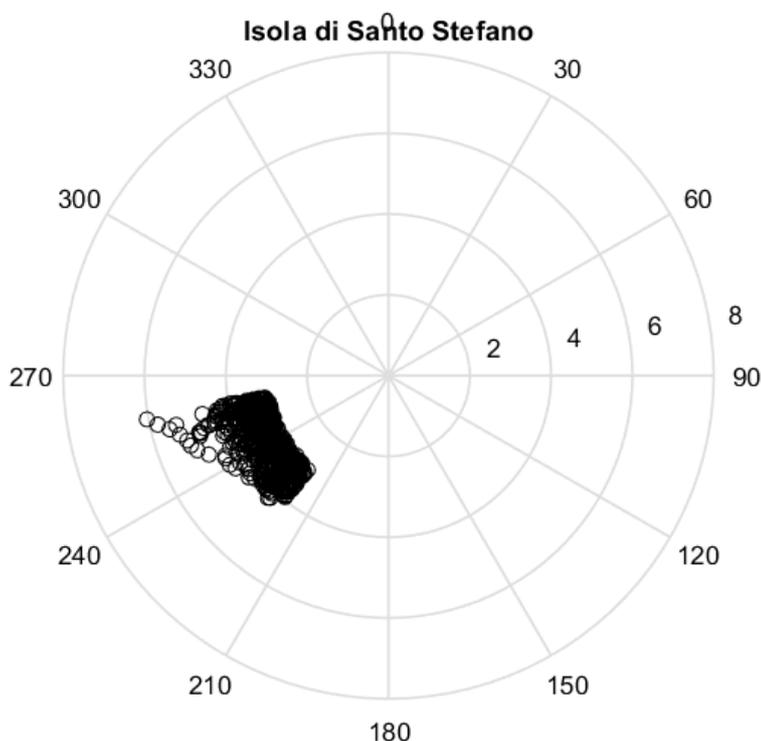


Figura 18: Diagramma polare delle altezze d'onda significative massime al culmine della mareggiata in funzione della direzione media di provenienza al largo dell'Isola di Santo Stefano (dai dati ERA5)

Tabella 2 - Eventi estremi direzionali a prefissato tempo di ritorno al largo del paraggio dell'Isola di Santo Stefano (dai dati ERA5)

T (anni)	Settore 220°-260°		
	Hs (m)	Tm (s)	Tp (s)
10	5.27	8.67	11.56
25	5.66	8.86	11.63
50	5.95	9.00	11.69
100	6.25	9.13	11.74
150	6.42	9.21	11.77
200	6.54	9.26	11.79

Oltre alla propagazione del clima ondoso da largo verso riva, comprendente le diverse classi di altezza d'onda significativa suddivise per differenti settori direzionali, è stata effettuata attraverso il modello SWAN la propagazione degli eventi estremi di moto ondoso associati ai periodi di ritorni più significativi ($T = 10, 25, 50, 100, 150$ e 200 anni) (v. 2017E037INV-02-D-OM-RT0002).

La Tabella 4 illustra i risultati della propagazione effettuata con il modello numerico SWAN per gli eventi estremi direzionali di moto ondoso associati ai periodi di ritorno più significativi per il punto sottocosta in esame.

Tabella 3 - Eventi estremi direzionali di moto ondoso sottocosta con $T = 10, 25, 50, 100, 150$ e 200 anni (-8.5 m)

T (anni)	ONDE DI PROGETTO AL LARGO				ONDE DI PROGETTO SOTTOCOSTA (punto A, -8.5 m)						
	Dir (°N)	Hs (m)	Tm (s)	Tp (s)	$\Delta\alpha$ (°)	Dir (°N)	Hs (m)	Tm (s)	Tp (s)	ΔH_s (%)	L (m)
10	240	5.27	8.67	11.56	11.08	251.08	2.21	6.89	11.56	0.58	59.58
25	240	5.66	8.86	11.63	11.09	251.09	2.36	6.95	11.63	0.58	60.34
50	240	5.95	9.00	11.69	11.11	251.11	2.48	7.00	11.69	0.58	60.99
100	240	6.25	9.13	11.74	11.12	251.12	2.59	7.06	11.74	0.59	61.77
150	240	6.42	9.21	11.77	11.13	251.13	2.66	7.09	11.77	0.59	62.16
200	240	6.54	9.26	11.79	11.14	251.14	2.71	7.12	11.79	0.59	62.55

1.6 Vincoli per la navigazione e definizione flotta tipo

Le isole di Ventotene e S. Stefano costituiscono la “Riserva Naturale Statale” e “Area Marina Protetta” di Ventotene e S. Stefano e nelle isole sono presenti i S.I.C. “Fondali circostanti Ventotene” e “Fondali circostanti S. Stefano”, nonché la Z.P.S. “Isole di Ponza, Palmarola, Zannone, Ventotene e S. Stefano” (v. 2017E037INV-02-D-GE-TAV002). Ai sensi del DM 12/12/1997 di istituzione della riserva naturale marina protetta denominata **Isole di Ventotene e Santo Stefano** sono state individuate le seguenti zone:

- A – riserva integrale dove sono vietate la navigazione, l’accesso e la sosta di navi e natanti di qualsiasi tipo ad eccezione di quelli autorizzati dall’ente gestore
- B – riserva generale in cui in particolare è vietata la navigazione, l’accesso e la sosta di navi e natanti a motore entro 500 metri dalla costa
- C – riserva parziale

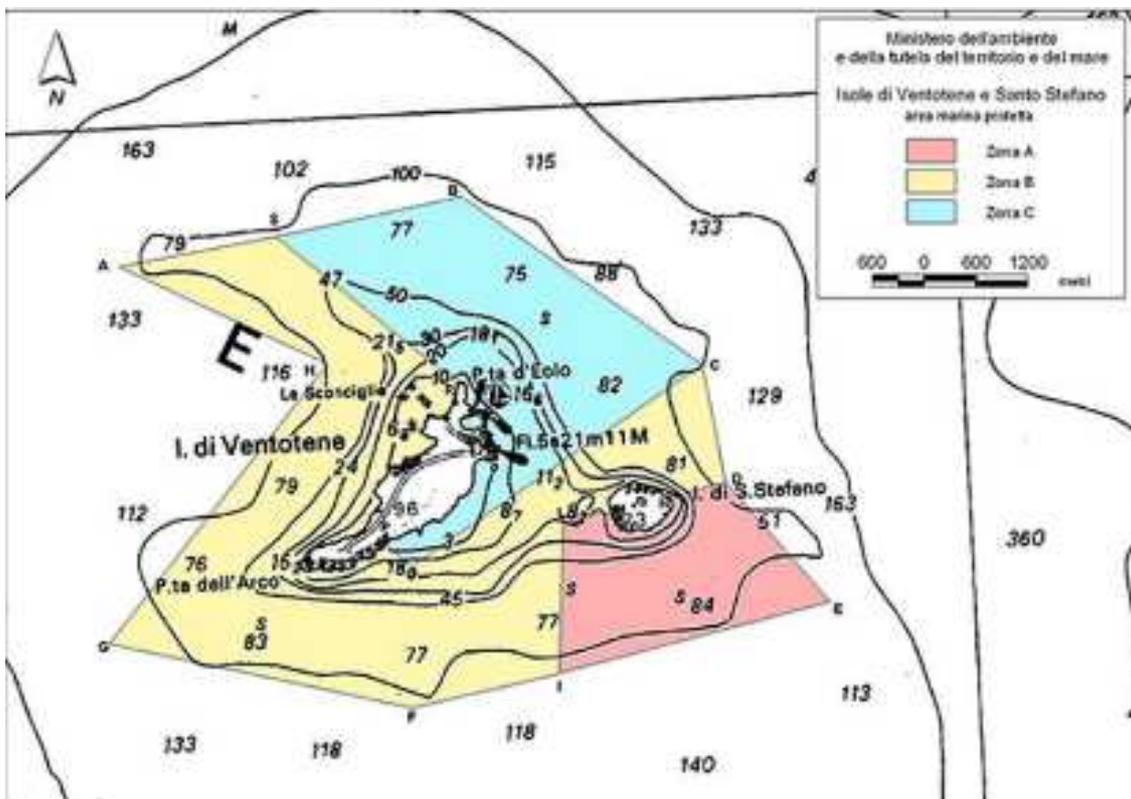


Figura 19 – Zonizzazione area marina protetta delle isole di Ventotene e Santo Stefano

Il regolamento di esecuzione approvato con DM 18 aprile del 2014 “Isole di Ventotene e Santo

Stefano” Art. 19 – *Disciplina delle attività di trasporto passeggeri e visite guidate*, prevede al comma 2: *“Nelle zone B e C sono consentite, previa autorizzazione del soggetto gestore, compatibilmente con le esigenze di tutela e di contingentamento delle presenze, le visite guidate a bordo di unità navali adibite a tale scopo, nel rispetto delle disposizioni per la navigazione da diporto di cui all’articolo 16.”*

E al comma 7: *“Ai fini del rilascio dell’autorizzazione per lo svolgimento dell’attività di trasporto passeggeri e visite guidate nell’area marina protetta, i richiedenti devono versare al soggetto gestore un corrispettivo a titolo di diritto di segreteria e rimborso spese, secondo le modalità indicate al successivo articolo 31, commisurato:*

- a. alla lunghezza fuori tutto dell’unità navale;*
- b. al possesso di requisiti di ecocompatibilità dell’unità navale di cui al successivo comma;*
- c. alla durata del permesso.”*

In base a quanto soprariportato, a seconda delle interpretazioni del testo, la dimensione delle imbarcazioni ammesse nell’area B potrebbe essere quella fissata dall’art. 16, esplicitamente richiamato dall’art. 19, comma 2, o demandata alla valutazione del soggetto gestore, come sembrerebbe suggerire il testo del comma 7.

Nel caso della prima interpretazione all’ Art 16 comma 5 risulta che;

- Nella zona B è consentito, previa autorizzazione del soggetto gestore, l’accesso a **natanti e imbarcazioni**¹, all’interno della fascia dei 500 metri di distanza dalla costa, al solo scopo di raggiungere con rotta perpendicolare alla costa i campi ormeggio appositamente predisposti dal soggetto gestore.

Gli approdi della Marinella e Scalo N°4 sono situati nella zona B dell’area marina protetta dove l’accesso, all’interno della fascia dei 500 metri di distanza dalla costa, è permesso, ai sensi

¹ D.Lgs 18 luglio 2005, n. 171 art. 3:

1. Le costruzioni destinate alla navigazione da diporto sono denominate:

- a) *unità da diporto: si intende ogni costruzione di qualunque tipo e con qualunque mezzo di propulsione destinata alla navigazione da diporto;*
- b) *nave da diporto: si intende ogni unità con scafo di lunghezza superiore a ventiquattro metri, misurata secondo le norme armonizzate EN/ISO/DIS 8666 per la misurazione dei natanti e delle imbarcazioni da diporto;*
- c) **imbarcazione da diporto**: *si intende ogni unità con scafo di lunghezza superiore a dieci metri e fino a ventiquattro metri, misurata secondo le norme armonizzate di cui alla lettera b);*
- d) **natante da diporto**: *si intende ogni unità da diporto, o con scafo di lunghezza pari o inferiore a dieci metri secondo le norme armonizzate di cui alla lettera b).*

dell'art. 16, solo alle unità definite come **natanti e imbarcazioni**. Quale che sia l'interpretazione corretta, da valutare con le amministrazioni competenti, si ritiene, anche in considerazione della previsione dei flussi di passeggeri ragionevolmente prevedibile, che la flotta di progetto possa essere costituita da imbarcazioni con una lunghezza di scafo, comunque, **non superiore a ventiquattro metri**.

1.6.1 Ipotesi sulla flotta tipo

Si è ipotizzato, per raggiungere l'Isola di Santo Stefano, l'impiego di natanti e imbarcazioni certificate per il trasporto di persone con lunghezza inferiore a 24 m.

A titolo di esempio è stato fatto riferimento anche alle motonavi utilizzate nella vicina Isola di Ponza per le visite turistiche all'isola di Palmarola.

- Lunghezza inferiore a 24 m



Figura 20 – Motobarca Poseidone (a sinistra) – Motobarca Concetta II (a destra)

L'idea progettuale è volta ad incentivare una flotta a basso impatto ambientale ad esempio privilegiando quelle imbarcazioni ad alimentazione solare.



Figura 21 – Propulsione solare

1.7 Vincoli Archeologici

Le indagini archeologiche sono state effettuate contemporaneamente alle indagini geofisiche, ovvero, multibeam, side scan sonar, sub bottom profiler e ROV e successivamente con l'archeologo in immersione. Sono stati evidenziati e georeferenziati tutti i targets individuati.

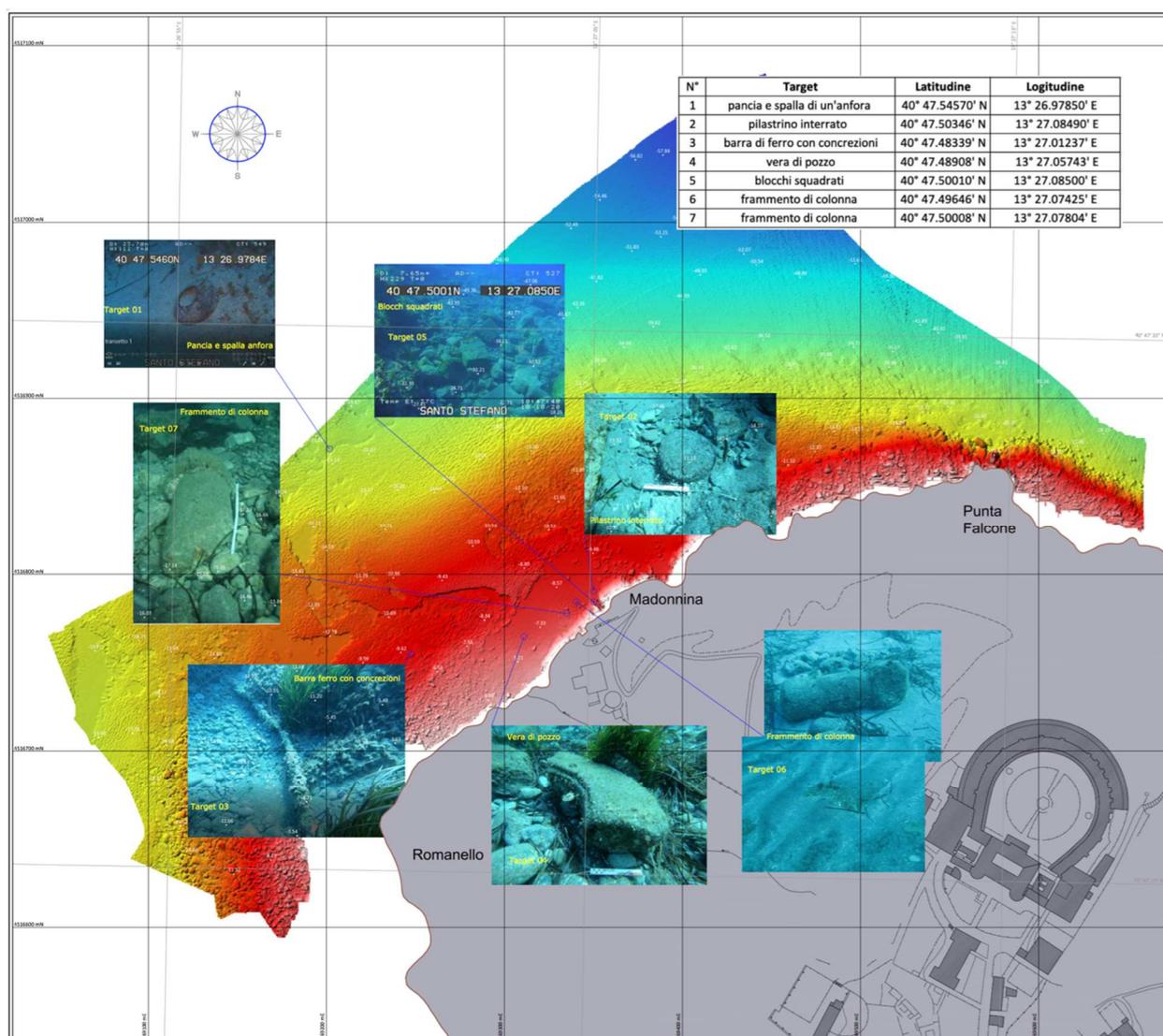


Figura 22 – Vincoli archeologici individuati

Per una descrizione tecnica di maggior dettaglio delle indagini effettuate si rimanda alle relazioni 2017E037INV-02-D-R1-RT0002.

1.8 Esame delle soluzioni progettuali

L'opera da realizzare per l'approdo a scalo Marinella, sebbene di dimensioni modeste, visti i vincoli esistenti, oltre al miglioramento delle aree già esistenti a terra ha il compito di proteggere le piccole imbarcazioni dal moto ondoso, consentendo le operazioni di sbarco e ormeggio in sicurezza.

Sono state studiate numerose alternative che differiscono per estensione planimetrica e tipologia costruttiva.

I principali vincoli che hanno condizionato le scelte progettuali sono:

- la presenza di posidonia alla profondità di -8,50 m s.l.m.m.
- i ridotti spazi a terra;
- le emergenze archeologiche;
- la necessità di ottimizzare le lavorazioni in sito, prediligendo elementi prefabbricati, in quanto l'isola è disabitata e pertanto sono assenti cave, discariche e attività di qualsiasi genere;
- la necessità di limitare l'estensione del tratto di costa interessato dall'intervento in progetto.
- La necessità di ubicare gli ormeggi ad una distanza dalla costa adeguata per consentire le manovre in sicurezza.

Le condizioni meteomarine cui è esposta l'isola escludono l'impiego di molteplici soluzioni comuni per le opere marittime, tra cui le dighe a scogliera, i pontili fissi e galleggianti.

Considerati i fondali molto profondi, le dighe a scogliera sono da escludersi per l'importante volume di materiale necessario. Analogamente i pontili, sia fissi che galleggianti, essendo strutture con capacità di attenuazione del moto ondoso limitata non risultano appropriati date le forzanti presenti.

Inizialmente è stata valutata ed esclusa anche l'ipotesi zero, ovvero l'ipotesi di "non intervento". Questa richiede misure di carattere gestionale e operativo attraverso l'impiego di una flotta di imbarcazioni specializzate e dedicate in funzione degli usi:

- per lo sbarco passeggeri è possibile ricorrere a mezzi nautici di ultima generazione dotati di adeguate passerelle e/o pedane, ad integrazione della flotta di gommoni che attualmente vengono utilizzati per le visite all'isola;

- per lo sbarco e la movimentazione di materiali e merci è possibile ricorrere a mezzi nautici e motopontoni dotati di sbracci o rampe idrauliche.

Inoltre, l'ipotesi di impiego di "flotte dedicate" non necessiterebbe di opere a terra ed a mare, ad eccezione dell'approntamento di bitte e di corpi morti / boe, esclusivamente presso lo "Scalo della Marinella", unico ad avere condizioni di sbarco, seppur minimali, attraverso la banchina esistente scavata nella roccia.

Tuttavia si renderebbe necessaria una attenta gestione della flotta in termini di programmazione degli usi, oneri per acquisti e/o noleggi, interventi di manutenzione specializzata, etc..

Pertanto, l'ipotesi di impiego di "flotte dedicate" è sicuramente caratterizzata da assenza di impatti ambientali significativi rispetto ad un'opera a mare, ma presenta numerose difficoltà:

- in termini gestionali, dovendo programmare e gestire gli oneri per l'impiego di mezzi nautici non ordinari;
- di continuità operativa, in quanto limitata all'uso dello Scalo della Marinella che risulta comunque esposto e dipendente da mutamenti repentini delle condizioni meteomarine
- di utilizzo dei fondi destinati al CIS, i quali:
 - o sono destinati esclusivamente alla realizzazione di un approdo e non alla predisposizione di una "flotta dedicata"
 - o se utilizzati per la realizzazione, gestione e programmazione della "flotta dedicata" comporterebbero solo un primo finanziamento che non garantirebbe il definitivo e assicurato accesso all'isola nel tempo

Pertanto, la prima alternativa di opera a mare prevede la realizzazione di un molo di attracco di larghezza pari a 20,00 e lunghezza di 15,00 m, da realizzare con cassoni cellulari di varie dimensioni su scanno d'imbasamento in pietrame e, alla radice, con massi in cls impilati. L'aspetto critico principale di questa soluzione è costituito dall'estensione del tratto di costa interessato dall'intervento.

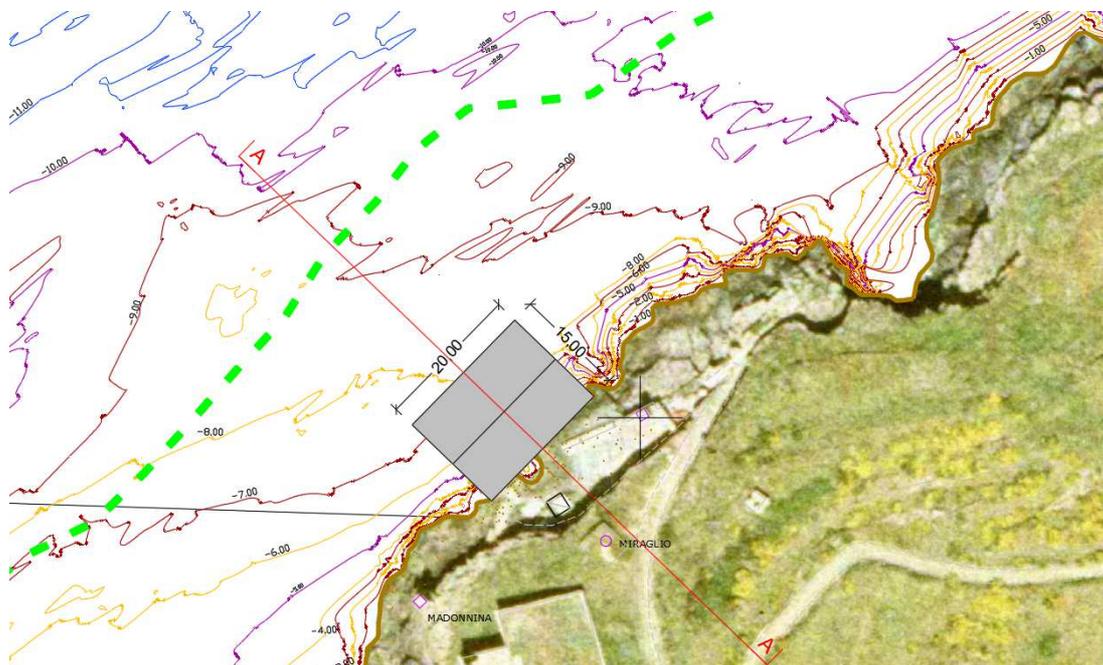


Figura 23 Alternativa 1: Planimetria

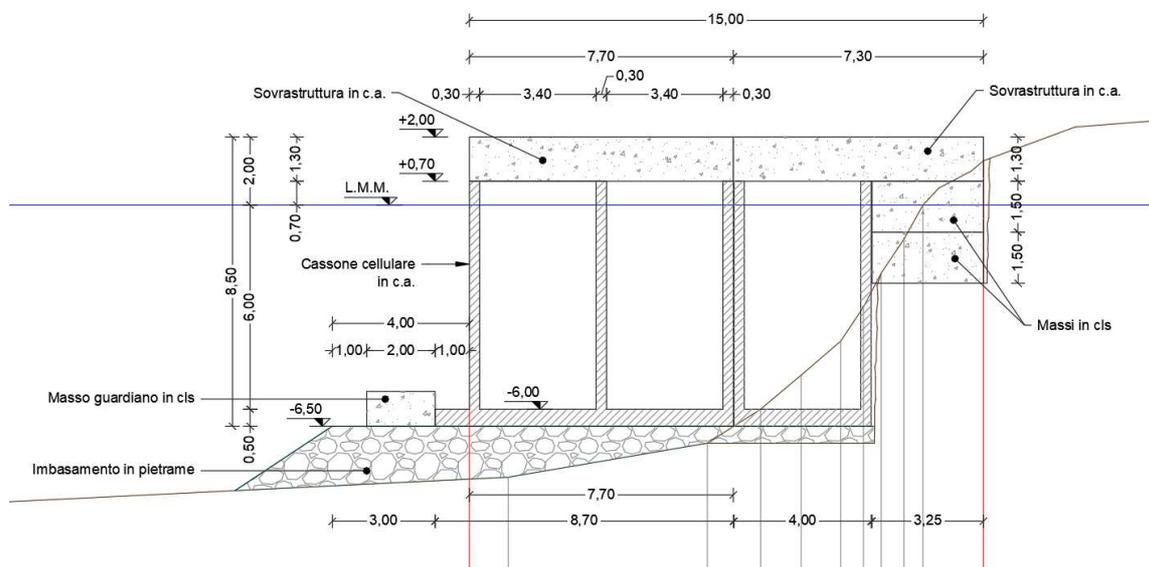


Figura 24 –Alternativa 1: Sezione longitudinale

L'alternativa 2 consiste nella realizzazione di un molo ortogonale alla costa ed orientato in direzione sud-est/nord-ovest. Si distinguono in particolare due tratti, entrambi a pareti verticali:

- Primo tratto: dimensioni in pianta 12,60x6 m, con struttura a giorno su pali in c.a. F1200, con impalcato realizzato con elementi prefabbricati e getti in opera in c.a. e griglie di sfiato;

- Secondo tratto: dimensioni in pianta 8,60x13,60 m, costituito da un cassone cellulare imbasato a -7,00 m, con celle riempite in cls.

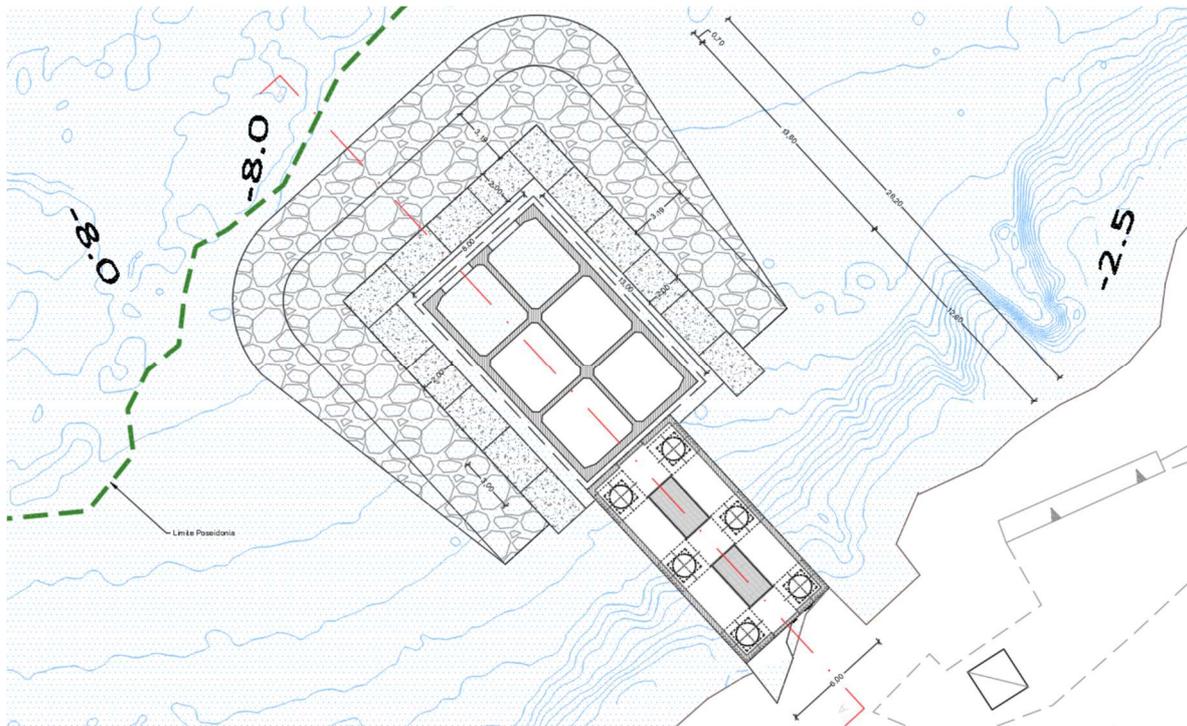


Figura 25 – Alternativa 2: Planimetria costruttiva

SEZIONE A-A
SCALA 1:200

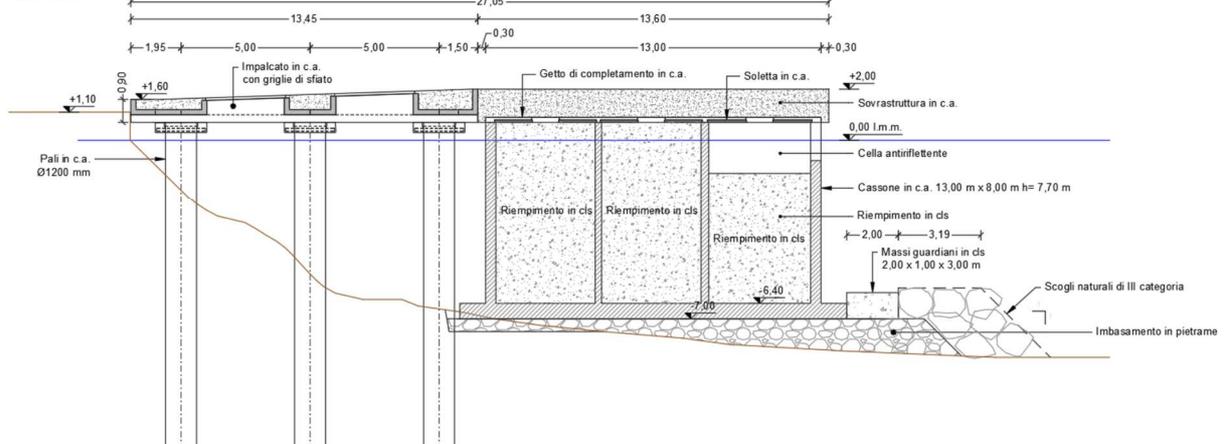


Figura 26 – Alternativa 2: Sezione longitudinale

La principale criticità di questa alternativa è costituita dal primo tratto a giorno, in quanto per limitare l'estensione del tratto di costa interessato dall'intervento, la sua larghezza di appena 6 m al finito comportava un interasse dei pali (3,80 m) che riduceva in modo considerevole

l'efficienza della palificata nei confronti delle azioni orizzontali.

L'Alternativa 3, che meglio riesce a rispettare i criteri di progetto esposti prima e pertanto scelta come soluzione di progetto, prende le mosse dall'Alternativa 2 sostituendo il primo tratto a giorno con una soluzione a parete verticale costituita da elementi prefabbricati cavi in pilati e solidarizzati attraverso getti di calcestruzzo e micropali, collegati in testa da una sovrastruttura in c.a.. Questa è descritta con maggior dettaglio nel paragrafo successivo.

Per gli interventi a scalo n.4, come introdotto in precedenza, l'esecuzione di opere fisse a mare appare problematica, pertanto, l'intervento in progetto prevede l'inserimento di un campo di ormeggio nello specchio d'acqua antistante lo scalo.

1.8.1 Soluzioni progettuali individuate

L'opera in progetto a scalo Marinella è ortogonale alla costa ed orientata in direzione sud-est/nord-ovest, con lunghezza pari a 25,2 m e larghezza in testa pari a 8,60 m. Si distinguono due tratti, entrambi a pareti verticali:

- Primo tratto: dimensioni in pianta 11x6 m, costituito da pile di elementi prefabbricati cavi imbasate a -2,30 m -3,70 m e -6,50 m, solidarizzate attraverso getti di calcestruzzo e micropali, collegati in testa da una sovrastruttura in c.a. (elaborato grafico 2017E037INV-02-D-OM-TAV0006);
- Secondo tratto: dimensioni in pianta 8,60x13,34 m, costituito da un cassone cellulare imbasato a -7,00 m.(v. elaborato grafico 2017E037INV-02-D-OM-TAV0005)

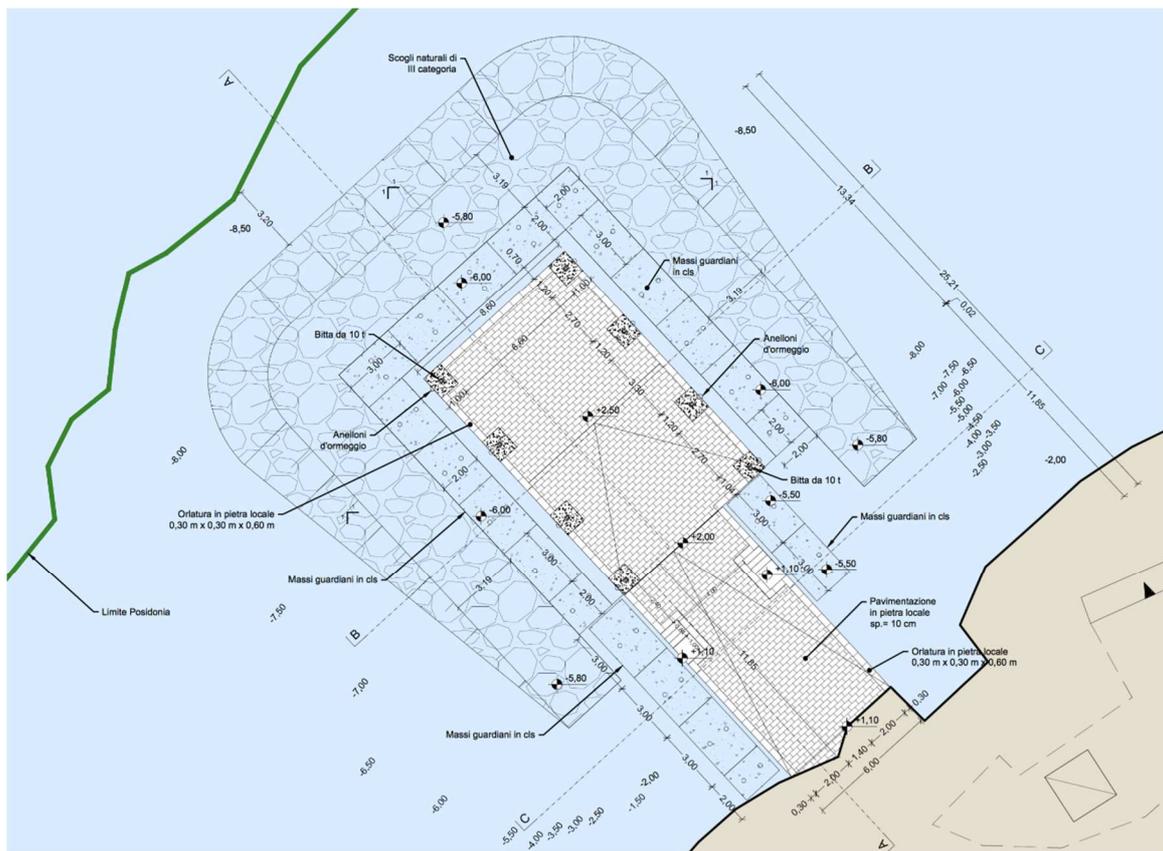


Figura 27 – Alternativa 3: Planimetria al finito estratta da 2017E037INV-02-D-OM-TAV0001

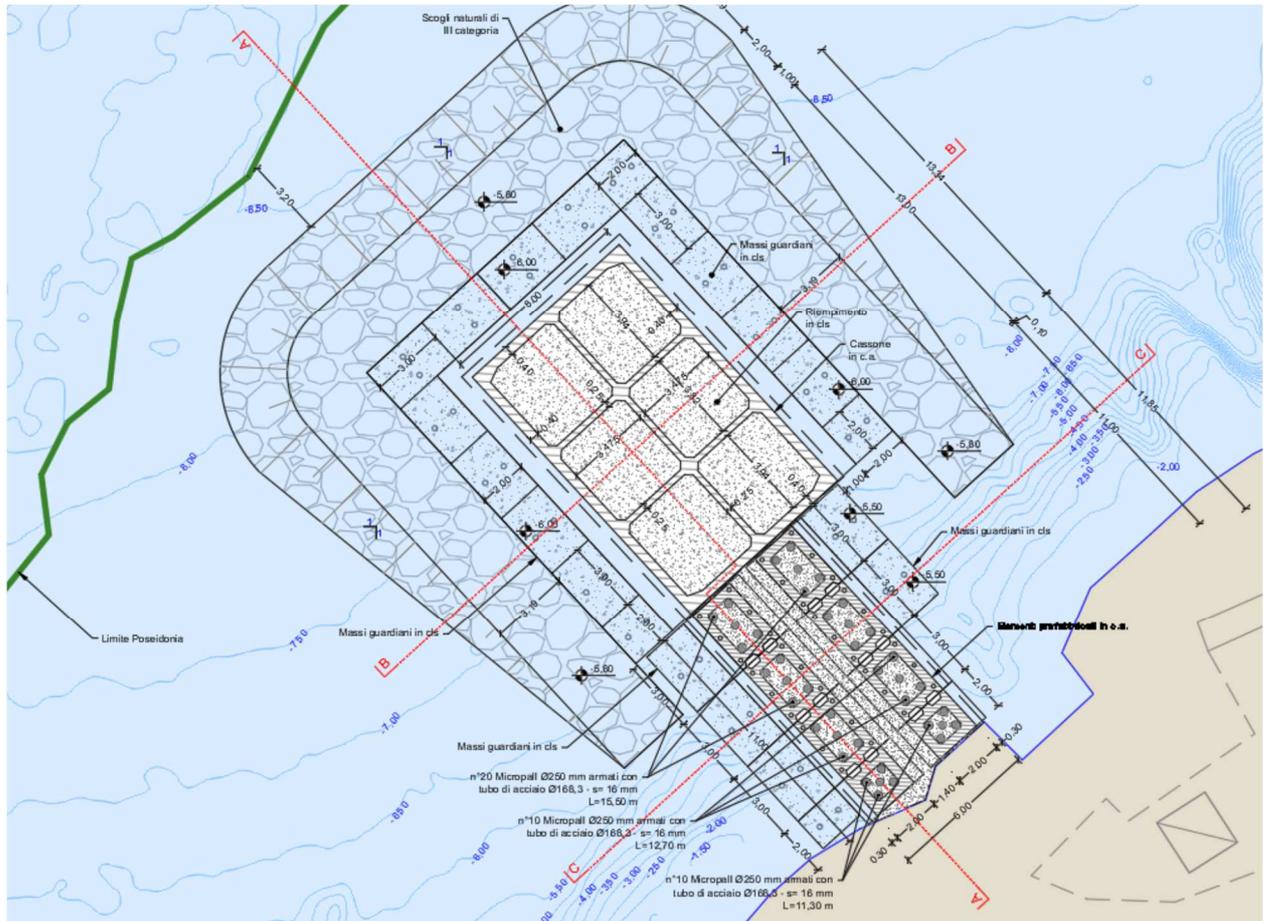


Figura 28 – Planimetria costruttiva estratto da 2017E037INV-02-D-OM-TAV001

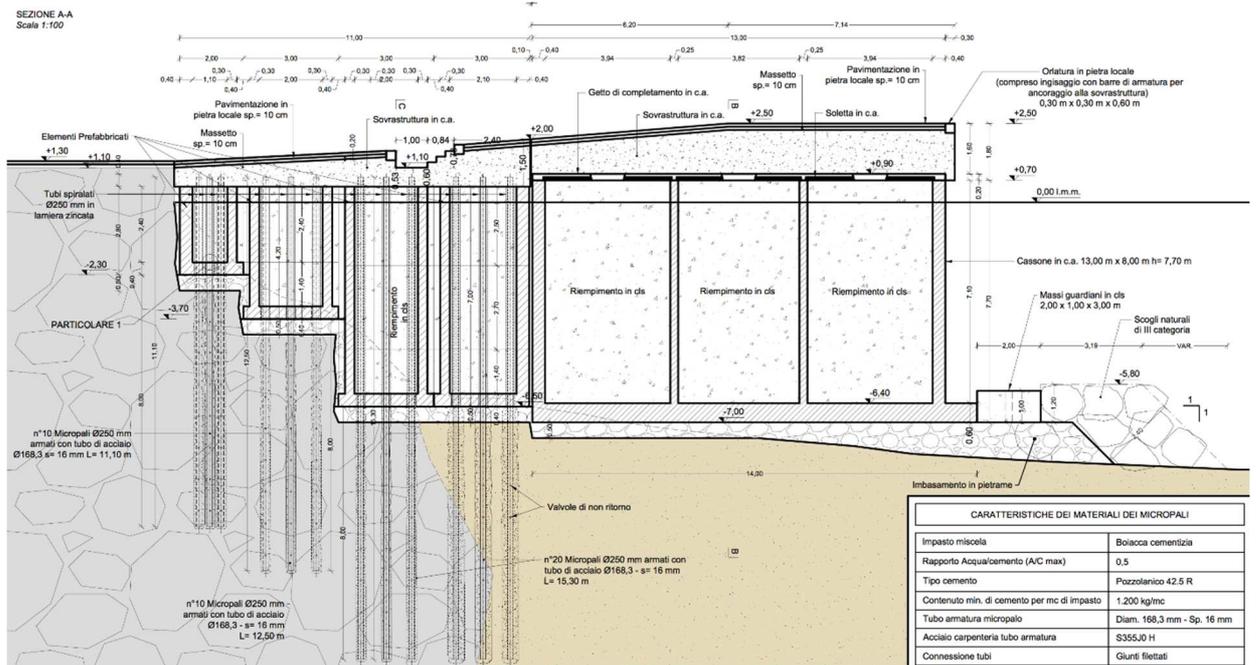


Figura 29 – Sezione longitudinale estratto da 2017E037INV-02-D-OM-TAV002

Sul ciascun lato lungo sono installati dispositivi di ormeggio costituiti da n°4 bitte e sistemi di ancoraggio fissi a mare costituiti da n.3 ancore a doppia elica come illustrati in figura e nell'elaborato grafico 2017E037INV-02-D-OM-TAV0003.

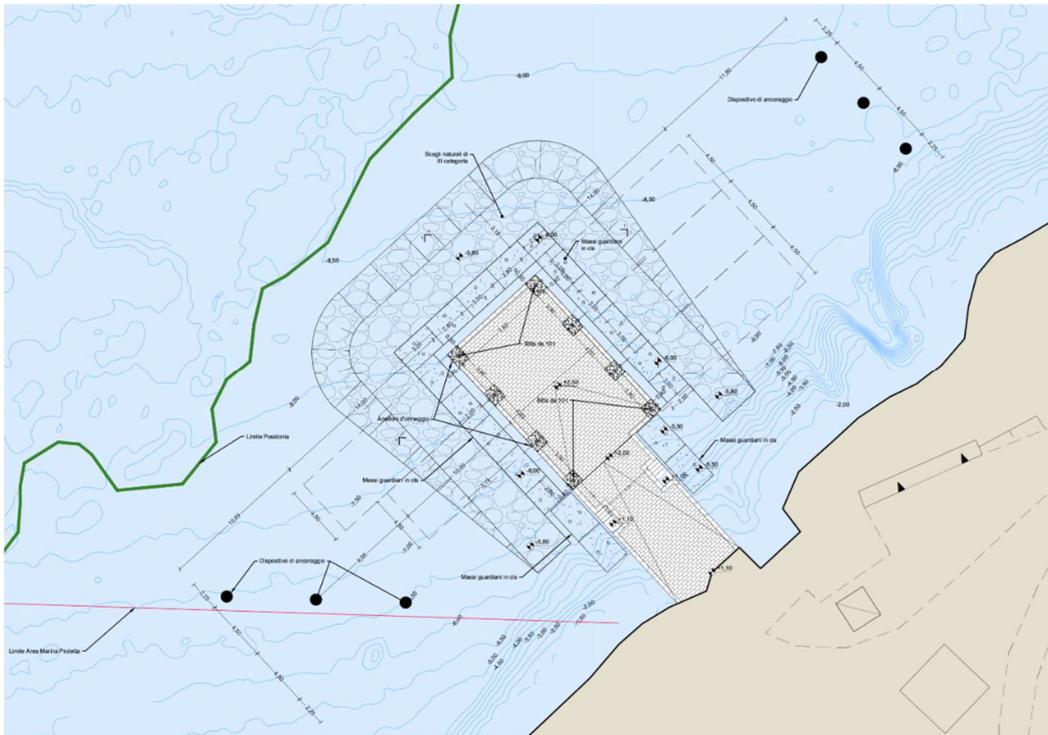


Figura 30 - *Ubicazione ormeggi scalo della Marinella*

Per l'intervento in progetto a scalo n.4 si prevede l'installazione di un campo di ormeggio nello specchio d'acqua antistante lo scalo. Sono previste 3 boe ancorate al fondale con ancore a doppia elica come illustrato in figura e nell'elaborato grafico 2017E037INV-02-D-OM-TAV0004.

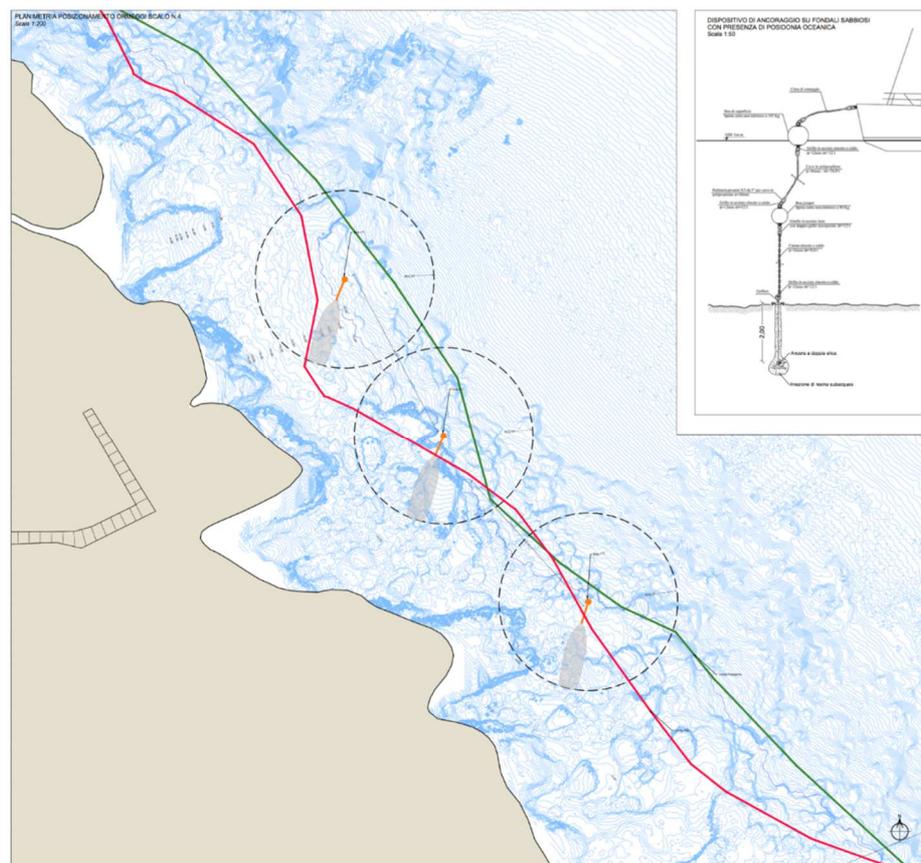


Figura 31 – Ubicazione ormeggi scalo n.4

Per una descrizione tecnica di maggior dettaglio si rimanda alla relazione di calcolo 2017E037INV-02-D-OM-RC0001.

1.9 Agitazione ondosa nell'area di intervento

Definito il clima meteomarinico medio sottocosta è possibile effettuare uno studio dell'agitazione ondosa nell'area di intervento e definire il numero di giorni disponibili in un anno per l'ormeggio.

Per la stima del numero dei giorni in un anno viene confrontato il clima meteomarinico medio propagato sottocosta, in prossimità del molo, con il limite di altezza d'onda ammissibile.

I limiti da considerare per l'approdo al molo sono di due tipi e vengono riportati nella seguente tabella.

Tipologia di operazione	Altezza d'onda significativa (m)	
	Dir. Trasversale (Sway)	Dir. Longitudinale (Surge)
Ormeggio	0.3	0.5

Tabella 4: Limiti di altezza d'onda

Come mostra la Tabella 4 i due limiti da rispettare dipendono dal tipo di ormeggio, ovvero se viene effettuato in direzione trasversale o in direzione longitudinale.

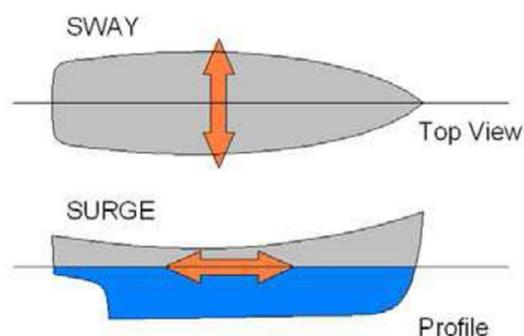


Figura 32: Tipologia di ormeggio

Considerando il clima meteomarinico medio sottocosta e considerando quale soglia critica di agibilità il valore d'altezza d'onda significativa di $H_s_limite = 0.3\text{ m}$ e $H_s_limite = 0.5\text{ m}$ si avrà rispettivamente circa il 33% e 71% di giorni disponibili all'anno per approdare (somma delle percentuali di accadimento degli eventi aventi $H_s \leq 0.3$ e 0.5 m) corrispondenti a circa 260 e 120 giorni l'anno.

Classe di altezza d'onda H_s per ormeggio in sicurezza	<i>m</i>	0 - 0.5	0 - 0.3
Percentuale di apparizione	%	70.7	~33
Giorni disponibili	<i>gg/anno</i>	258	~120