



**REGIONE SICILIANA**  
**ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'**  
**DIPARTIMENTO DELLE INFRASTRUTTURE DELLA MOBILITA'**  
**E DEI TRASPORTI**

**Ufficio di progettazione:**  
**Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**  
**Provveditorato Interregionale Opere Pubbliche**  
**Sicilia - Calabria**  
**Ufficio Opere Marittime per la Sicilia**

**PROGETTO PRELIMINARE**  
**ISOLA DI MARETTIMO (TP)**  
**OPERE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL PORTO A SUD**  
**DELL'ABITATO (art. 5 della legge regionale 21/98)**

Elaborato:

**R2**

**RELAZIONE TECNICA**

Prog. N. **7** del **21 MAR. 2014** Rev.



**UFFICIO DI PROGETTAZIONE:**

**Il Dirigente:**  
**Dott. Ing. Pietro Viviano**

**Dott. Ing. Leonardo Tallo**

**Il Responsabile Unico del Procedimento**  
**Dott. Ing. Vincenzo Falletta**



## **1. - Premesse**

La presente relazione riporta lo sviluppo degli studi tecnici specialistici del progetto ed indica requisiti e prestazioni che devono essere riscontrate nell’intervento. Descrive nel dettaglio le indagini effettuate e la caratterizzazione del progetto dal punto di vista dell’inserimento nel territorio, descrive e motiva le scelte tecniche del progetto.

## **2. – Descrizione dell’intervento**

Con il progetto di che trattasi l’Ufficio per le Opere Marittime del Provveditorato Opere Pubbliche Sicilia Calabria, per conto dell’Assessorato Infrastrutture, Mobilità e Trasporti – Dipartimento Regionale Tecnico, ha ipotizzato una proposta per la messa in sicurezza del sistema portuale dell’Isolo di Marettimo, sono stati pertanto individuati una serie d’interventi minimi ed efficaci per realizzare uno specchio acque sufficientemente ridossato per garantire la sicurezza delle imbarcazioni all’interno del bacino portuale.



Per rendere operativo il porto di Marettimo e metterlo in sicurezza è necessario proteggere lo specchio acqueo con una diga, in modo da preservare lo specchio acqueo attuale

dalle mareggiate del II quadrante, alle quali il dispositivo portuale è particolarmente esposto, tant'è che nel passato si sono registrati anche eventi estremali con danni per la flotta.

Sulla base delle superiori considerazioni questo Ufficio ha redatto il progetto preliminare, che la presente relazione accompagna, ove sono state previste le seguenti opere:

- Prolungamento del molo, in prosecuzione all'esistente, per una lunghezza di 51 m secondo le previsioni originali di progetto con struttura in cassone cellulare e mantellata di difesa in antifer;
- realizzazione di una diga foranea di m. 200,00 di difesa per venti provenienti dal II quadrante a protezione dello specchio acqueo portuale avente berma superiore a quota 2,00 m s.l.m. e dimensioni variabili in funzione dei fondali;
- rifiorimento della mantellata esistente tra il molo da realizzare e il piazzale a terra.

### **3. Aspetti geologici e geotecnici**

L'assetto geologico-strutturale delle Isole Egadi è caratterizzato dalla presenza di più unità tettoniche derivanti dalla deformazione di rocce riferibili alle Piattaforme panormide e trapanesi e al Bacino Imerese con netta distinzione tra le due Isole di "Favignana / Levanzo" e "Marettimo". I depositi continentali sono rappresentati in massima parte da: Calcareniti, sabbie quarzose eoliche (dune), sabbie rossastre, Calcilutiti e calcisiltiti dolomitiche, dolomie rosate e breccie dolomitiche etc. mentre i depositi marini evidenziano conglomerati, calcareniti, sabbie, biocalcareniti, etc.

L'isola è caratterizzata da geometrie piane e sovrascorrimenti multipli in cui le prime tre unità si sovrappongono sull'ultima (Punta Troia-Marettimo).

Le unità sono molto simili tra loro, derivano tutte da una successione di piattaforma carbonatica del Triassico-Liassico e con piccole differenze litologiche.

Nel settore NE, l'unità di Monte Falcone sovrascorre quella di Punta Troia-Marettimo lungo una rampa a bassissimo angolo. Sono rappresentate anche molte faglie dalla cinematica sconosciuta.

Ai fini dello studio geologico dei luoghi è stata acquisita la Relazione Geologica del P.R.G. del Comune di Favignana redatta dal Dott. Geol. Cosimo Pampalone.

L'Isola di Marettimo costituisce un alto strutturale orientato parallelamente alla Catena sollevatasi nell'intervallo di tempo compreso tra l'inizio del Miocene e l'inizio del Pliocene in conseguenza di una tettonica che viene oggi attribuita alla collisione continentale.

L'assetto strutturale dell'isola è assimilabile nel suo insieme ad una monoclinale alquanto regolare, immergente verso S e verso SW. La struttura risulta inoltre suddivisa da alcuni sistemi di faglie,

dirette ed inverse, in un insieme di alti e bassi strutturali. Le faglie hanno direzione prevalentemente E-W e talora NNW –SSE.

L'ossatura di tale unità morfostrutturale è costituita da rocce calcareodolomitiche di età mesozoica riferibili a quattro unità tettoniche (Unità Punta Bombarda, Unità Punta Troia-Marettimo, Unità Monte Falcone, Unità Punta Bassano), corrispondenti ad un ambiente di transizione che va da piattaforma a bacino; subordinatamente sono presenti in affioramento formazione terrigene mioceniche e coperture quaternarie clastiche, unitamente a prodotti piroclastici legati all'attività tettonica infraliassica. Questa attività segna proprio il passaggio dall'ambiente di piattaforma a quello pelagico. Testimonianza dell'evoluzione a bacino nell'isola sono le argillite silicee e le marne selcifere del Lias superiore.

I litotipi presenti sono, dal basso verso l'alto:

- Dolomie stromatolitiche e loferitiche. Trias sup.- Lias inf.
- Dolomie rosate e brecce dolomitiche. Lias
- Calcilutiti e calcisiltiti dolomitizzate a liste e noduli di selce. Lias medio- Dogger inf.
- Radiolariti, argilliti silicee a radiolari e spicole di spugna. Giura sup.- Cretaceo inf.

La costa si presenta frastagliata a picco sul mare ed è spesso interessata da depositi detritici dovuti in parte dall'erosione operata delle acque dilavanti che causano la fatturazione della roccia in posto, in parte dal detrito grossolano proveniente dalla retrostante falda.

Ulteriori, informazioni sulla geologia del sottosuolo sono state raccolte dalla diretta esperienza compiuta dall'ufficio di progettazione nella realizzazione dei lotti precedenti. In particolare, nell'area interessata dai lavori e nel corso degli interventi di escavo sono stati reperiti fondali calcarei mediamente duri e di notevole potenza.

Pertanto, dal punto di vista geotecnico le opere progettate sono perfettamente compatibili con la natura dei fondali.

## 4. Modellazione sismica del sito

### 4.1 Classificazione sismica del sottosuolo

La caratterizzazione del sotto suolo in corrispondenza dell'area di progetto viene eseguita secondo il paragrafo 3.2.2 della Normativa vigente. La categoria di sottosuolo è stata provvisoriamente definita sulla base dei risultati delle indagini eseguite nel corso della realizzazione del primo lotto del molo e sulla base della conoscenza dei terreni.

La velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,30}$  è definita secondo la relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

Salvo gli accertamenti da disporre prima di passare alle fasi successive della progettazione, si ritiene sulla base della conoscenza dei luoghi che il sito interessato dalle opere, possa ricadere nella **categoria di sottosuolo "B"** (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S,0}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media  $N_{spt}$   $> 50$  nei terreni a grana grossa, e coesione non drenata media  $Cu_{30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

### 4.2 Valutazione dell'azione sismica

Le azioni sismiche di progetto da considerare devono essere determinate secondo quanto indicato precisamente nei paragrafi 2.4 e 3.2 della Normativa di riferimento. Una volta definita il tipo d'opera, la classe d'uso, le caratteristiche stratigrafiche e topografiche del sito, è necessario eseguire le analisi sismiche per 4 stati limiti distinti, ognuno caratterizzato da un proprio tempo di ritorno e quindi da scenari probabilistici differenti. Sulla base di queste indicazioni, è possibile determinare gli spettri di risposta sismici, in definitiva le sollecitazioni sismiche da considerare in ognuno dei 4 scenari di analisi che sono i seguenti:

Stati limite di esercizio

SLO = Stato limite di Operatività

SLD = Stato Limite di Danno

Stati limite ultimi:

SLV = Stato Limite di salvaguardia della Vita

SLC = Stato Limite di prevenzione del Collasso

L'opera di progetto è classificabile tra le "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale", per cui la sua vita nominale è assegnata pari a 50 anni. L'opera ricade nella classe d'uso II.

In base a quanto indicato nel paragrafo 2.4 della Normativa, si possono così definire i parametri propri dell'opera per determinare il suo periodo di riferimento:

Per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" è indispensabile determinare la pericolosità sismica del sito che dipende sostanzialmente dal periodo di riferimento per l'azione sismica VR.

Il periodo di riferimento per l'azione sismica si ottiene, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando il valore della vita nominale delle opere VN per un coefficiente Cu che dipende dalla loro classe d'uso:

$$VR = VN \times Cu$$

La vita nominale dell'opera strutturale V N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La vita nominale per i diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.1 delle NTC che fornisce le seguenti indicazioni:

1. Opere provvisorie - Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva V N = 10 anni
2. Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale VN = 50 anni
3. Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica V N = 100 anni

Inoltre, in presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le NTC definiscono le seguenti 4 classi d'uso:

Classe I (CU = 0.7): Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II (Cu = 1.0): Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III (Cu = 1.5): Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV (Cu = 2.0): Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.

Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade ", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A O B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Nel caso in esame la vita nominale delle opere

**V<sub>N</sub> viene posta pari a 50 anni e Classe d'uso II.**

Tale scelta è stata fatta in base alle seguenti considerazioni:

- a) Le opere in progetto sono caratterizzate da dimensioni contenute o da un'importanza normale.
- b) Per le opere in progetto sono previsti normali affollamenti senza contenuti pericolosi per l'ambiente.
- c) Per le opere in progetto non sono previste funzioni pubbliche o strategiche importanti con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.

Pertanto il periodo di riferimento VR considerato per l'azione sismica risulta pari a 50 anni:

VN = vita nominale = 50 anni

Classe d'uso = IV ( considerata l'importanza dell'opera con riferimento alla gestione della Protezione Civile) . quindi

Cu = 2,0

VR = VN x Cu = 50 x 2.0 = 100 anni

Una volta definite queste grandezze e sulla base delle coordinate geografiche del sito, si risale ai parametri di sollecitazione sismica e ai parametri necessari per la costruzione degli spettri elastici di risposta.

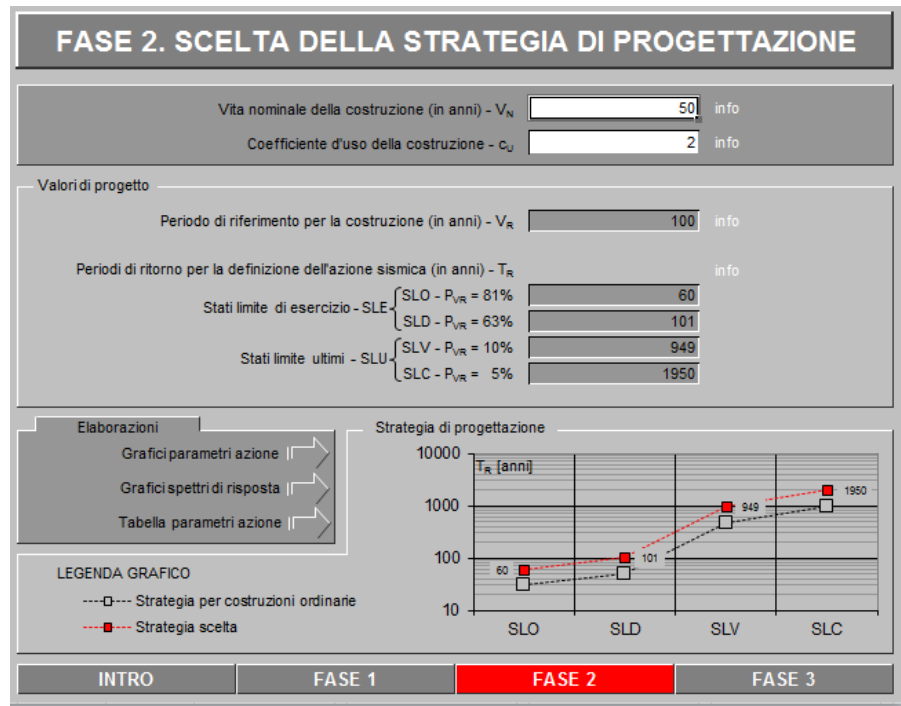
Per ogni stato limite analizzato, si determinano:

TR = tempo di ritorno

Tc\* = parametro necessario per la costruzione dello spettro elastico di risposta;

ag = accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale

Fo = fattore che quantifica amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale



Sulla base dello stato limite considerato si hanno quindi le probabilità di superamento nel periodo di riferimento Pvr, pari a :

Stato limite di danno P<sub>VR</sub>= 63%

Stato limite di Salvaguardia della Vita P<sub>VR</sub>= 10%

Da cui si ottengono i tempi di ritorno

SLD T<sub>R</sub>= 101 anni

SLV T<sub>R</sub>= 949 anni

Sulla base di tali valori ottengo le accelerazioni.

Sulla base delle caratteristiche stratigrafiche e topografiche proprie del sito, si calcola infine il valore massimo dell'accelerazione a<sub>max</sub> da considerare nelle analisi di progetto.

Tale valore deriva dall' accelerazione massima in condizione di sito di riferimento pianeggiante su suolo rigido, adeguatamente amplificata per tener conto dell'effetto delle specifiche condizioni stratigrafiche e topografiche.

Tale amplificazione locale viene introdotta utilizzando i due coefficiente seguenti:

Ss = coefficiente di amplificazione stratigrafica = calcolato secondo la Tabella 3.2.V del DM 14/01/08, variabile per ogni stato limite di riferimento;

ST = coefficiente di amplificazione topografico = calcolato considerando le condizioni topografiche del sito secondo Tabella 3.2.VI;




A riguardo delle condizioni topografiche, tutte le aree interessate dalle opere di progetto sono caratterizzate da un fondale pianeggiante, o comunque con pendenza < 15% per cui le analisi di stabilità in corrispondenza delle opere sono state eseguite tenendo conto di una categoria topografica TI, che secondo Tabella 3.2.IV e Tabella 3.2.VI della normativa di riferimento corrisponde ad un coefficiente amplificativo  $ST = 1,0$ .

I parametri sismici da porre a base dei calcoli di verifica sono i seguenti.

<b>Parametri sismici</b>				
	$T_R$ [anni]	$a_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	$F_0$ [--]	$T_C^*$ [s]
<b>SLO</b>	<b>60</b>	<b>0,249</b>	<b>2,685</b>	<b>0,300</b>
<b>SLD</b>	<b>101</b>	<b>0,307</b>	<b>2,730</b>	<b>0,307</b>
<b>SLV</b>	<b>949</b>	<b>0,587</b>	<b>2,976</b>	<b>0,371</b>
<b>SLC</b>	<b>1950</b>	<b>0,693</b>	<b>3,061</b>	<b>0,393</b>

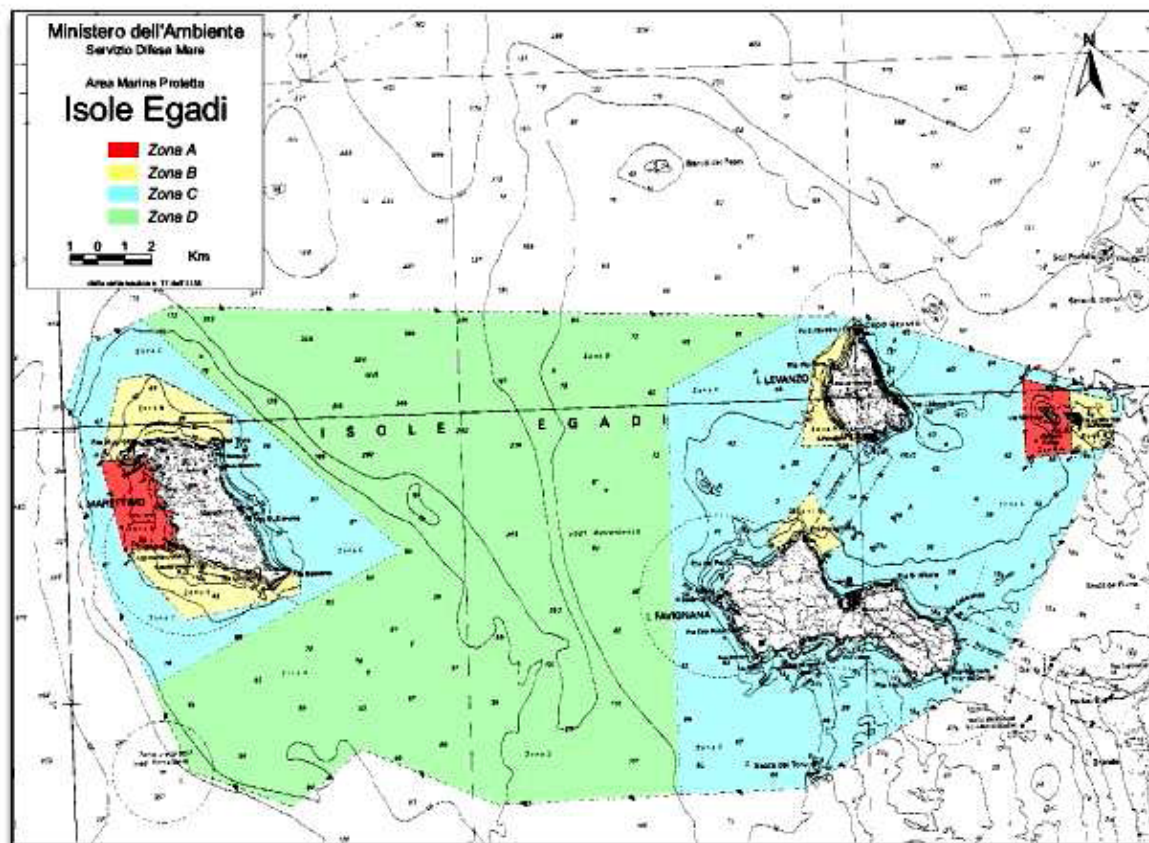
  

	Zona Sardegna, Arcipelago Toscano, Egadi, Pantelleria, Lampedusa, Linosa, Ponza, Palmarola, Zannone.	
<b>Dati rilevati correttamente.</b>		

## 5. Aree naturali protette

L'arcipelago delle Isole Egadi comprende le seguenti 6 aree naturali protette:

*La Riserva naturale marina Isole Egadi;*



La Riserva naturale marina delle Isole Egadi, istituita con decreto Interministeriale D.D. II. 27//12/1991, interessa l'intero arcipelago che si affaccia ad occidente della costa della provincia di Trapani. Con la superficie complessiva di 53.810 ettari costituisce la più estesa riserva marina europea, ed è suddivisa in quattro aree a diverso regime di protezione: una zona A, di riserva integrale; una zona B di riserva generale, una zona C di riserva parziale ed una zona D, di protezione. Ciascuna delle zone presenta possibilità di accesso e limitazioni nella fruibilità sia da un punto di vista della pesca anche sportiva e dilettantistica che da quello più propriamente turistico. La gestione dell'area marina protetta "Isole Egadi" è affidata all'ente gestore individuato ai sensi dell'articolo 19 della L. 06.12.1991, n. 394, come integrato dall'art. 2, comma 37, della L. 09.12.1998, n. 426 e s.m.i. e dal Decreto 16.01.2001 del Ministro dell'ambiente. Per le attività consentite all'interno delle "zone" si rinvia al "Regolamento di esecuzione ed organizzazione" (D.M. 01.06.2010) integrato dal "Disciplinare integrativo" giusta Deliberazione G.M. del Comune di Favignana n° 136 del 15.07.2011 con validità fino al 31.11.20 11. La presenza dell'AMP rappresenta senza dubbio un grande elemento di conservazione e di tutela delle specie presenti in

questo importante bacino mediterraneo la cui azione dovrà sempre tendere non solo alla protezione bensì al costante monitoraggio evolutivo della flora e della fauna.

SIC

*Isola di Marettimo: Cod. Natura 2000 ITA010027, Superficie (ha) 1089,198*

*Isola di Levanzo: Cod. Natura 2000 ITA010003 Superficie (ha) 542,222*

*Isola di Favignana: Cod. Natura 2000 ITA010004, Superficie (ha) 1845,563*

*Fondali dell'isola di Favignana: Cod. Natura 2000 ITA010024, Superficie (ha) 6302,363*

ZPS

*Arcipelago Egadi - Area marina e terrestre: Cod. Natura 2000 ITA010027, Superficie (ha) 44905,941*

## **6. Piano territoriale paesistico delle isole Egadi**

Tutto il territorio isolano è tutelato dal Piano Territoriale Paesistico dell'arcipelago delle Isole Egadi (P.T.P.), sottoposto a vincolo paesistico ai sensi e per gli effetti dell'art. 136 del D. Lgs. n. 41 del 22 gennaio 2004, essendo stato dichiarato di notevole interesse pubblico con decreto dell'Assessore regionale per i Beni Culturali ed Ambientali e per la Pubblica istruzione n° 2677 del 10 agosto 1991.

In adempimento a quanto disposto dall'art. 143 del "Codice dei beni culturali e del paesaggio" di cui al D.Lgs. n° 41 del 22 gennaio 2004 sopra citato ed al l'Atto di Indirizzo dell'Assessorato Regionale per i Beni Culturali ed Ambientali e per la Pubblica istruzione, adottato con D.A. n° 5820 del 08/05/2002, il Piano è volto alla tutela del paesaggio, del patrimonio naturale e di quello storico-culturale.

## **7. Praterie di posidonia oceanica**

La prateria ricopre circa il 36% dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica di - 50 m; il limite inferiore presenta differenti situazioni in parte legate al tipo substrato di impianto. Ad un limite progressivo su sabbia a profondità comprese tra - 28 m e - 37 m, si contrapone un limite netto della prateria installata su roccia a profondità comprese tra -23 m e - 30 m.

Nell'area oggetto di intervento che ricade tra la P.ta Bassano e la C.sa Maiorana si osserva un andamento regolare della topografia. La prateria di Posidonia oceanica è piuttosto fitta su roccia, inoltre sottocosta osserviamo la presenza di massi di crollo ed affioramenti isolati di rocce

calcarenitiche quaternarie e tasche di sedimento ghiaioso, che interrompono la continuità della prateria di Posidonia oceanica.

I dati sono stati reperiti da uno studio tratto dal Progetto SIDIPRO condotto con l’Università di Palermo.

Da un esame preliminare, sulla base della documentazione disponibile di cui alla figura soprariportata sembrerebbe che l’opera progettata interferisca solo parzialmente con la Posidonia oceanica.

La mappatura della Posidonia è anche reperibile su una cartografia più antica della prima relativa a posidonia oceanica del 2000/2001 (progetto Sinpos) disponibile sul sito Sidimar che di seguito si allega. Sulla base di tale ultima mappatura riscontriamo un maggiore impatto.

In ogni caso le valutazioni finali potranno essere rese sulla base degli studi previsti tra le somme a disposizione del progetto.

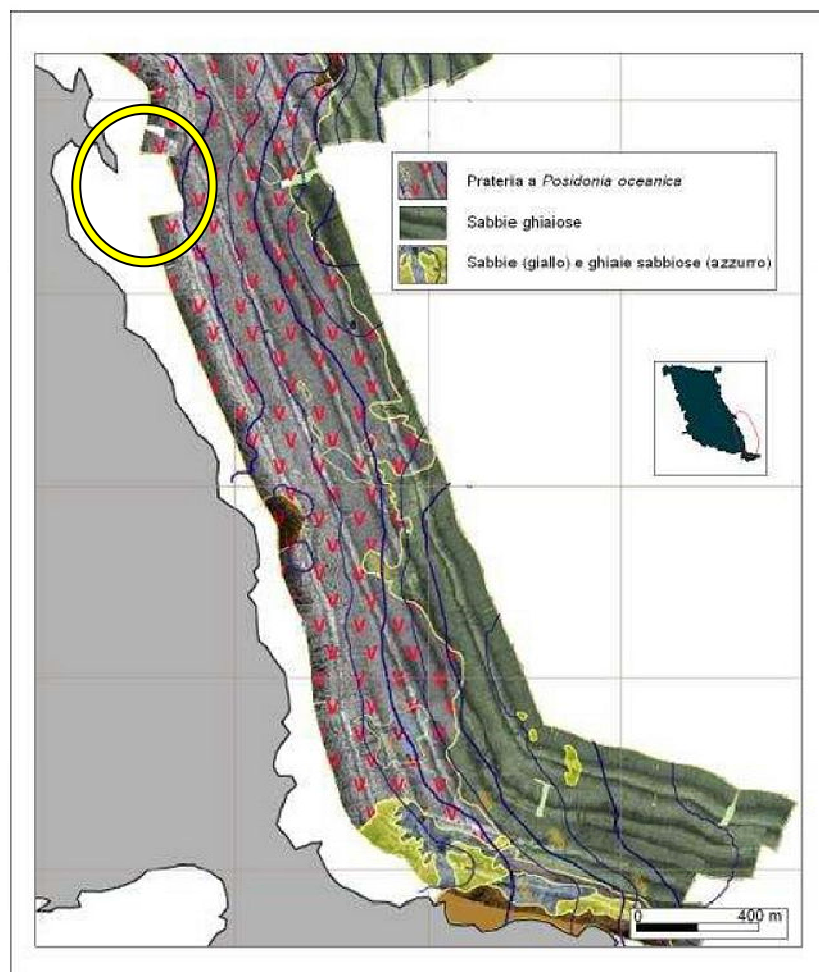
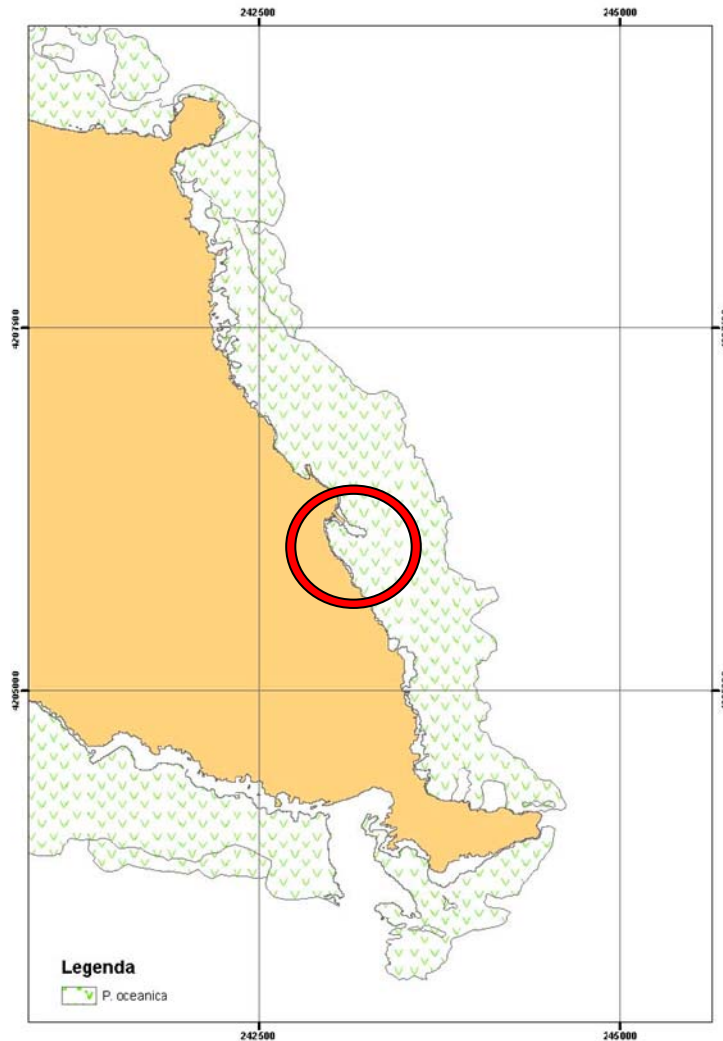


Fig. 1.2-37: unità ambientale "P.ta Bassano - C.sa Maiorana M6". Mosaico sss interpretato; batimetrie in blu.



## 8. Archeologia

Ai fini dell’inserimento dell’opera nel contesto sono stati valutati i livelli di rischio archeologico.

Infatti, la conoscenza del tessuto insediativo antico è premessa necessaria per una valutazione critica delle notizie a disposizione, per capire la “vocazione archeologica” di un territorio. Tale valutazione deriva dalle capacità e dall’esperienza del ricercatore nel raccordare e valutare le notizie raccolte, dal livello di precisione delle informazioni e dalla quantità delle stesse.

La ricerca archeologica è stata eseguita su base bibliografico-archivistica. Ciò ha consentito di valutare la vocazione insediativa del territorio nelle sue linee più generali, definendo la potenzialità archeologica che l’area esprime in base allo “stato di fatto” delle attuali conoscenze archeologiche del territorio.



In questa fase di progettazione, il grado di impatto può essere definito su tre macro-livelli, aventi sinteticamente le seguenti caratteristiche:

**IMPATTO BASSO:** scarsa presenza di rinvenimenti archeologici; assenza di toponimi significativi; situazioni paleoambientali difficili o non favorevoli all’insediamento; aree ad alta urbanizzazione moderna.

**IMPATTO MEDIO:** presenza di rinvenimenti archeologici lontani dall’area di Progetto, con favorevole condizione paleoambientale e geomorfologica; presenza di toponimi significativi; aree con bassa densità abitativa moderna.

**IMPATTO ALTO:** presenze di siti o depositi archeologici in forte prossimità o in interferenza al Progetto; condizioni paleoambientale e geomorfologiche adatte all’insediamento umano; relitti di persistenze viarie.

L’analisi complessiva dei dati raccolti permette di definire un quadro dell’impatto che il Progetto può aver sul patrimonio archeologico.

Allo stato attuale, la documentazione disponibile non evidenzia siti archeologici noti in corrispondenza dell’area di Progetto.

L’intervento proposto, pur nelle inevitabili trasformazioni, è adatto ai caratteri dei luoghi, non produce danni al funzionamento territoriale, non abbassa la qualità paesaggistica e rimane rilegato nel rispetto della logica storica che ha permesso l’evoluzione dei luoghi in un rapporto gerarchico funzionale degli elementi e dei materiali, con particolare attenzione a mitigare gli impatti percettivi ed ambientali. Si ritiene che la proposta progettuale sia stata elaborata nel rispetto dei parametri di lettura delle caratteristiche paesaggistiche compatibili con le diversità naturali, storiche, antropiche e simboliche dei luoghi, permettendo la permanenza dei caratteri distintivi di sistemi naturali e di sistemi antropici storici.

In base a queste considerazioni, il Progetto in oggetto specificato esprime un impatto sul patrimonio archeologico di grado **IMPATTO BASSO**.

Allo stato attuale, non sono possibili ulteriori specificazioni sugli impatti che il Progetto può avere su presenze sepolte di interesse archeologico.

Ulteriori proposte d’intervento, utili a verificare la presenza/assenza di depositi o strutture archeologici, possono essere a mare tramite un sistema di posizionamento DGPS e di un Side Scan Sonar per una mappatura dei fondali nella ricerca di materiale ferroso e a terra vicino la banchina esistente di saggi di scavo archeologico, che consentono di circoscrivere e delimitare con maggior puntualità presenze archeologiche solo ipotizzate e facilitano la definizione di tempi e costi di eventuali azioni dirette di tipo archeologico.

Tali proposte dovranno essere valutate e concordate in accordo con la Soprintendenza per i Beni Culturali e ambientali del Mare, che ne detiene la direzione scientifica per i commenti e le prescrizioni ritenute necessarie.

Per quanto non meglio espresso nella presente si rimanda all’apposita relazione.

## **9. Aspetti Idraulico Marittimi**

Si riporta di seguito una sintesi dello studio idraulico marittimo preliminare cui si rimanda per quanto di seguito non meglio esplicitato.

### ***Settore di traversia e Fetch***

Risulta opportuno ai fini dell’inquadramento meteo-marino del paraggio, individuare le possibili direzioni di provenienza delle onde generate dal vento. A tale scopo è essenziale tracciare il cosiddetto settore di traversia: a partire dalla zona di interesse del progetto vengono tracciate due semirette tangenti alla costa in corrispondenza dei limiti dell’Unità fisiografica, ovvero tra punta Nord e punta Sud dell’Isola di Marettimo - Figura 1.1.

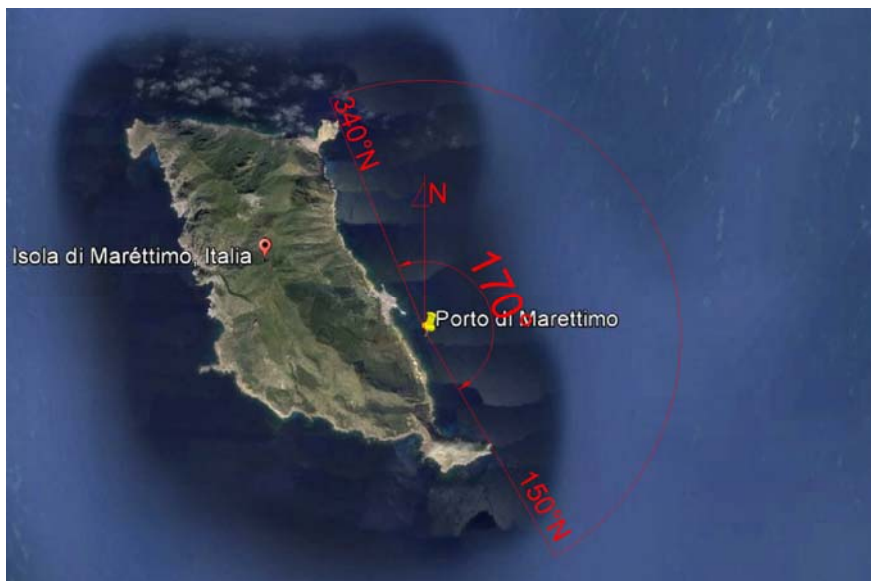


Figura 1.1 Settore di traversia del tratto di mare antistante il porto di Marettimo

Il settore così definito raggruppa le direzioni comprese tra 340 °N e 150 °N, corrispondente ad una ampiezza di 170°. Tale risultato fornisce una prima indicazione sulle direzioni estreme da cui possono arrivare i marosi; ovviamente esso deve essere messo in correlazione con i venti presenti nella zona, sia in termini di eventi estremi che in termini di estensione della superficie di interazione vento-mare. A questo scopo sono state stimate le distanze di mare libero per le direzioni ricadenti all’interno del settore di traversia, come mostrato in Figura 1.3. Tale lunghezza, detta anche Fetch geografico, rappresenta la distanza presente tra le due sponde opposte in un tratto di mare.

Un passaggio di rilievo ai fini dello studio delle onde nel tratto di mare in esame è rappresentato dalla stima della reale distribuzione planimetrica del vento. Essa è legata soprattutto alla variabilità direzione del singolo evento meteorico, in altri termini ciascuna folata di vento varierà la sua direzione nel tempo e nello spazio. Un modo per tenere conto di

questo effetto è calcolare, per ciascuna direzione media di provenienza del vento, il cosiddetto Fetch efficace, come mostrato nella seguente formula:

$$F_{eff} = \frac{\sum x_i \cos^3 \varphi_i}{\sum \cos^2 \varphi_i}$$

dove  $\varphi_i$  è l'angolo misurato rispetto alla direzione in cui viene calcolato il Fetch, di solito  $[-45^\circ; 45^\circ]$ ,  $x_i$  è il Fetch geografico corrispondente. Inoltre, nel Mar Mediterraneo le aree battute dal vento non hanno dimensioni molto ampie. In particolare i fronti di vento presentano un'ampiezza massima di 400 km e una dimensione su cui spira il vento pari a circa 500 km, per cui i valori dei fetch geografici  $x_i$  da inserire nel calcolo del fetch efficace risultano limitati da tale estensione massima delle aree battute dal vento.

I risultati di tale calcolo sono rappresentati nella Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..4.**

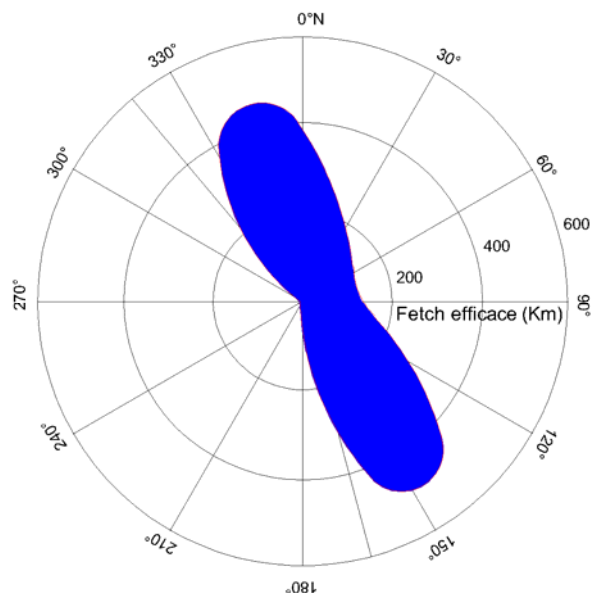


Figura Errore. **Nel documento non esiste testo dello stile specificato..4** Fetch efficace in corrispondenza del paraggio in esame.

### ***Moto Ondoso al Largo***

I dati meteomarini di largo sono stati estratti dal modello d'onda di larga scala approntato da quest'Ufficio con la collaborazione di DHI Italia per il settore di mare che interessa il tratto di costa della Sicilia sud-occidentale. Tale modello, realizzato a partire da dati ondametrici e anemometrici del modello globale Met-Office (UKMO) e calibrato sulle misurazioni della boa di Mazara del Vallo, rappresenta un vero e proprio database di dati ondametrici per il periodo compreso tra il 01/11/88 ed il 30/10/08. Tale modello, a maglia triangolare "flessibile" permette di utilizzare una risoluzione spaziale variabile, consentendo di impiegare una risoluzione elevata nelle aree per le quali si richiede un maggior dettaglio, laddove rifrazione, shoaling, attrito con il fondo ed eventualmente frangimento determinano una forte trasformazione delle caratteristiche dell'onda incidente su distanze relativamente limitate.

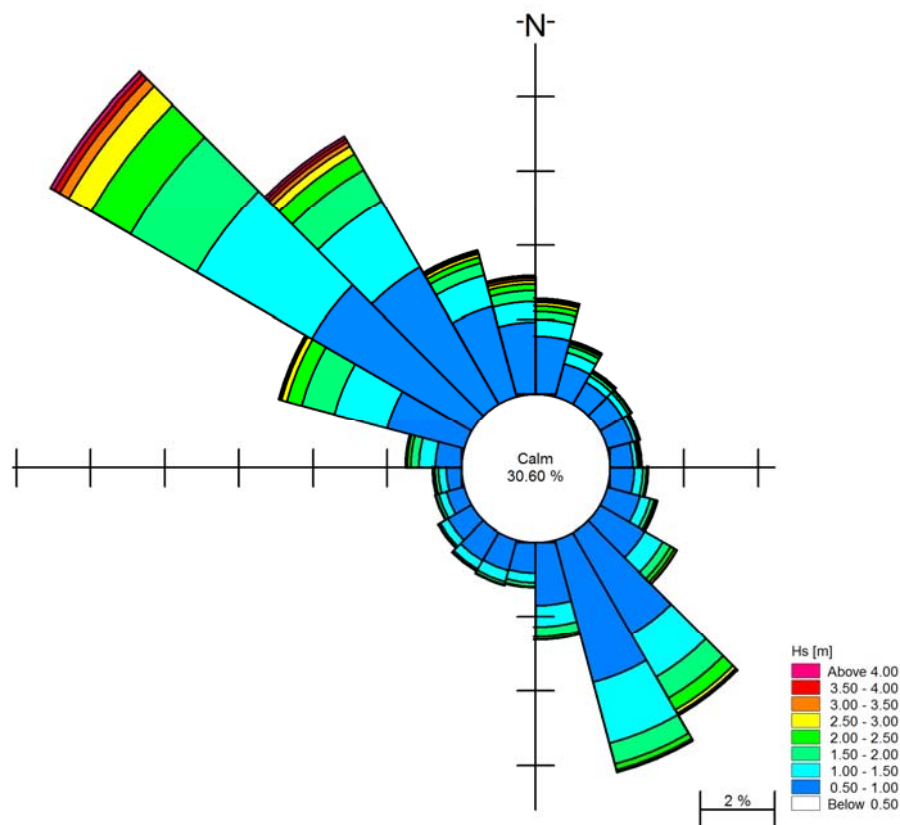
I dati meteomarini di largo sono stati estratti dal modello d'onda ad ampia scala realizzato per il settore di mare che interessa il tratto di costa della Sicilia sud-occidentale. Tale modello, come illustrato in premessa, è stato realizzato a

partire da dati ondametrici e anemometrici del modello globale Met-Office (UKMO), caratterizzati da elevata affidabilità ed abitualmente adottati quale standard di riferimento per studi meteomarini in assenza di osservazioni dirette, e successivamente calibrato sulle misurazioni della boa di Mazara del Vallo. I risultati del modello rappresentano pertanto un prezioso database di dati meteomarini (in termini di altezza d’onda significativa  $H_s$ , di periodo  $T_p$  e di direzione di provenienza dell’onda MWD) per il periodo compreso tra il 01/11/88 ed il 30/10/08.

I dati triorari estratti per il punto illustrato in Figura 1.5, antistante il porto di Marettimo su fondali di circa - 150 m, s.l.m.m., in termini di altezza d’onda significativa ( $H_s$ ), periodo di picco ( $T_p$ ) e direzione media di propagazione (MWD), sono stati processati al fine di ottenere la caratterizzazione del clima ordinario e successivamente degli eventi di mareggiata, a partire dai quali è possibile effettuare una stima dei valori di altezza d’onda associati a diversi periodi di ritorno.

Con il termine “clima ondoso ordinario” viene indicata la distribuzione media annua dell’altezza d’onda significativa in un determinato tratto di mare in relazione alla direzione di provenienza dell’onda ed alla sua frequenza di accadimento.

I dati triorari di moto ondoso sono stati raggruppati in classi di altezza d’onda e direzione media di provenienza, in modo da poter illustrare il clima ondoso di largo secondo la classica rappresentazione a rosa, in questo caso costruita per settori di  $10^\circ$  di ampiezza. Dalla Figura 1.6 appare evidente che, almeno al largo, le mareggiate più intense provengono dai settori di Nord-Ovest (Maestrale), e Sud-Est (Scirocco).



Rosa del clima ondoso medio annuo su profondità di 150m.

I risultati dell’elaborazione di cui sopra, in termini di altezza d’onda significativa e direzione di provenienza, sono stati in seguito elaborati al fine di permettere una caratterizzazione statistica degli eventi estremi attesi al largo. Gli eventi di mareggiata sono stati pertanto processati statisticamente mediante l’applicazione del cosiddetto metodo POT (Peak Over Threshold). Tale metodo, contrariamente al metodo del valore massimo annuale, permette, una volta individuata

una soglia minima di altezza d’onda, di considerare nell’analisi gli eventi di mareggiata a prescindere dal fatto che essi si siano o meno verificati nello stesso anno o in anni diversi.

**Onde Estreme al Largo**

Al fine di effettuare una statistica omnidirezionale, gli eventi di mareggiata sono stati suddivisi in settori ad ampiezza variabile, in modo da ottenere per ciascun settore un numero di eventi di mareggiata utile per effettuare la regolarizzazione statistica.

La regolarizzazione statistica omnidirezionale è stata effettuata per il solo settore A (120° - 165°N), mareggiate da scirocco, maggiormente significativo per le opere proposte in progetto, utilizzando il modulo EVA – Extreme Values Analysis del DHI. I risultati delle elaborazioni sono riportati di seguito in forma grafica (Figura 1.7) e tabellare (Tabella 1.II). La distribuzione di probabilità che ha approssimato meglio i dati è la distribuzione “Weibull”.

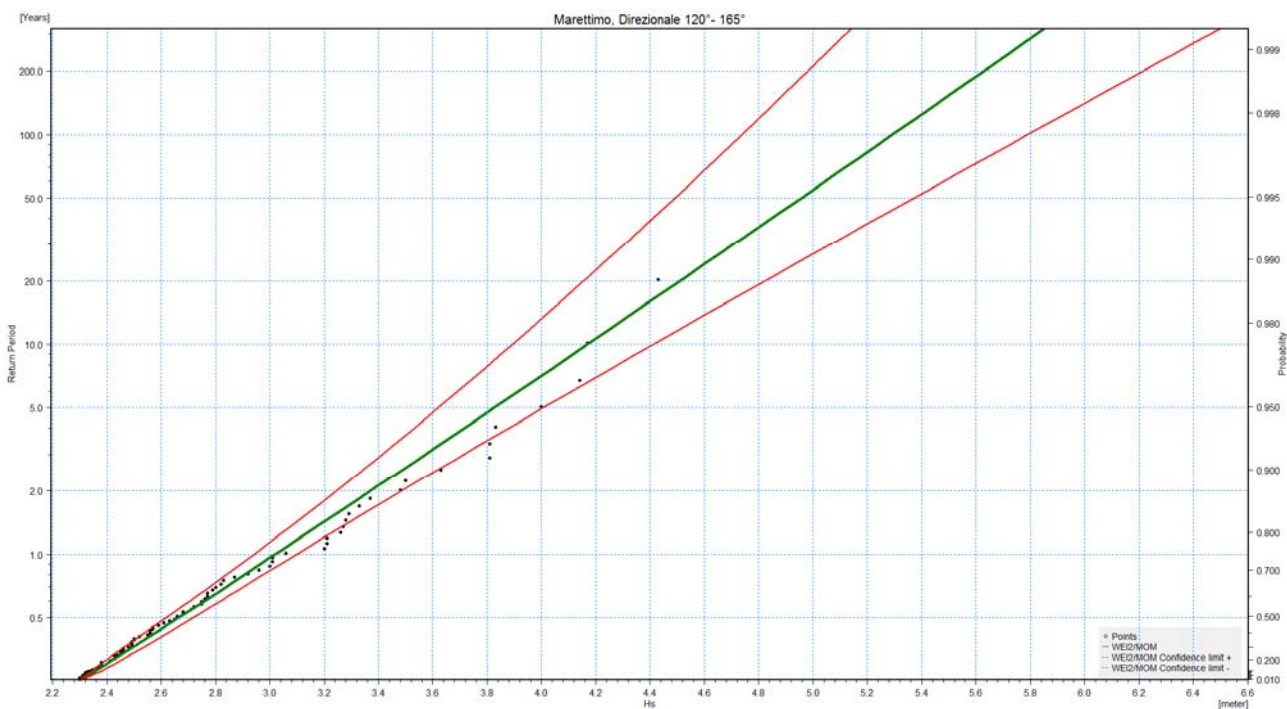


Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**7 Analisi statistica degli eventi estremi al largo per il settore A (120-165°N).

<b>T</b> <b>[anni]</b>	<b>Hs Weibull</b> <b>[m]</b>	<b>Dev.st Weibull</b> <b>[m]</b>
<b>1</b>	3.0	0.1
<b>2</b>	3.4	0.1
<b>5</b>	3.8	0.2
<b>10</b>	4.2	0.3
<b>20</b>	4.5	0.3
<b>50</b>	5.0	0.4
<b>100</b>	5.3	0.5
<b>200</b>	5.6	0.6



Tabella **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**I Livelli di altezza significativa, su profondità di 150m, eguagliati o superati ogni Tr anni, settore di provenienza delle onde 120° - 165°N.

L'analisi statistica effettuata rivela che la deviazione standard, per onde caratterizzate da tempi di ritorno superiori ai 50 anni, presenta valori elevati. Tale aspetto risulta verosimilmente dovuto alla presenza di un numero ridotto di eventi di mareggiata aventi direzioni di provenienza compresa nei settori direzionali sopra citati.

La variabilità nella stima dell'altezza d'onda ad elevato tempo di ritorno induce una necessaria cautela nel trattare tali stime, soprattutto in considerazione del fatto che il database di origine a nostra disposizione fornisce una serie temporale di dati relativa a circa 20 anni e che l'estrapolazione della tendenza di una serie è un procedimento sempre delicato.

## **10. Piano gestione delle materie ed esigenze di cave e discariche**

La scelta delle tipologie costruttive è stata effettuata tenendo conto delle peculiarità dell'Isola e delle notevoli difficoltà di effettuare qualsiasi lavorazione nonché dell'assenza di ampi spazi per il cantiere e di materie prime per l'esecuzione delle opere, pertanto la scelta progettuale si è orientata in modo da preferire tipologie di opere che consentono di distaccare buona parte delle lavorazioni sulla terraferma. Ai fini dell'organizzazione del cantiere si è infatti ipotizzato che il campo di costruzioni degli antifer sia collocato in area demaniale marittima nel Porto di Trapani, mentre il cassone dovrà essere realizzato in un bacino appositamente attrezzato.

In relazione ai materiali da cava: pietrame e scogli sono state analizzati i dati quantitativi e qualitativi al fine di individuare, con buona approssimazione, le cave da cui estrarre i materiali necessari per la realizzazione delle opere. Poiché nell'Isola di Marittimo non sono presenti cave è stata condotta, pertanto una indagine relativa alla ubicazione delle cave regolarmente autorizzate, che ricadono in zone prossime ai punti d'imbarco per l'isola in parola: in particolare quelle ubicate lungo tutto il territorio del Comune di Custonaci in Provincia di Trapani sono risultate più idonee in relazione alle opere da realizzare.

Al comparto marmifero di Custonaci viene attribuita una consistenza di risorse teoriche pari a 2 miliardi di metri cubi; di questi risultano tecnicamente estraibili non meno di 250 milioni di metri cubi. Da indagini effettuate risulta che sono, attualmente sono presenti nel bacino marmifero 85 cave e che il volume effettivo realmente estratto annualmente è pari a 1,2 milioni di mc.

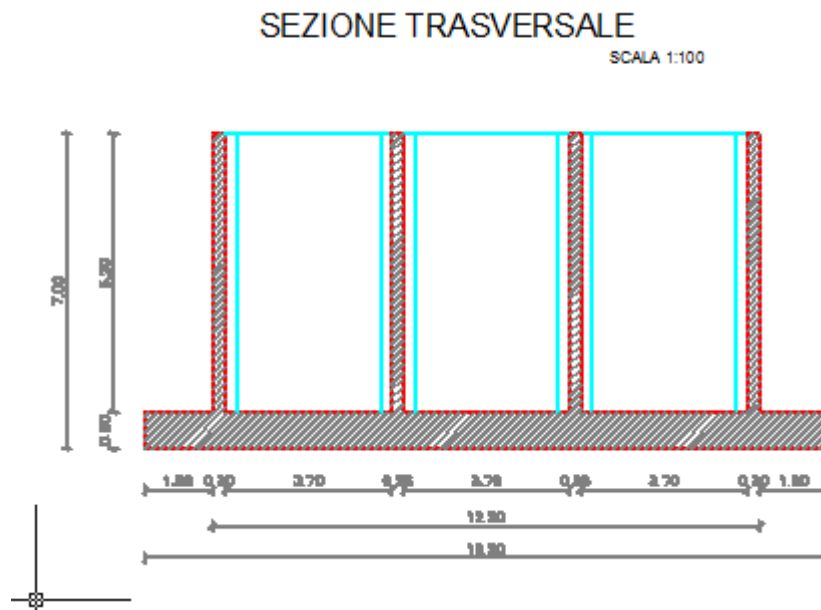
Le cave presenti nel territorio di Custonaci sono in grado di fornire inerti calcarei di varia pezzatura, pietrame e scogli di 1<sup>a</sup> - 2<sup>a</sup> - 3<sup>a</sup> - 4<sup>a</sup> categoria, in grado di soddisfare le necessità esecutive.

In relazione alla produzione di eventuali materiali di risulta provenienti dalle lavorazioni

non sono previsti al di là di piccole quantità di scavo da effettuare per la realizzazione dello scanno di imbasamento del cassone cellulare, ma di cui si è previsto l'impiego all'interno delle celle dei cassoni.

## 11. Strutture e durabilità

Le strutture previste sono quelle relative al prolungamento del molo ove si prevede l'impiego di cassoni in c.a. da realizzarsi in bacini attrezzati.



Mentre la diga è prevista con un'opera a gettata in scogli naturali sormontati da una mantellata di massi artificiali.

Le verifiche strutturali dovranno essere rispondenti alle seguenti norme e circolari:

- Decreto Ministeriale 14.01.2008 Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
- D.M. 11.03.1988 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione

Ai fini della durabilità le strutture esposte all'aggressione sono essenzialmente i cassoni cellulari

per i quali la classe di esposizione è di tipo **XS3** (Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea), per essi si è previsto l'impiego di calcestruzzi tipo Rck 45 MPa, un basso rapporto acqua cemento 0,45 ed impiego di cemento tipo pozzolanico.

Particolare attenzione dovrà essere posta nel progetto della miscela ed alle prescrizioni di capitolato nonché allo spessore dei copriferro da adottare.

## **12. Impianti**

Ai fini della funzionalità delle opere sono stati previsti i seguenti impianti: trattamento acque di prima pioggia, illuminazione.

### **a) Impianto trattamento acque di prima pioggia**

Ai fini del trattamento delle acque di prima pioggia è previsto un apposito impianto, che dovrà essere rispondente alla norma UNI EN 858-2:2004, che costituisce una guida per la scelta delle dimensioni nominali, nonché per l'installazione, l'esercizio e la manutenzione di impianti di separazione fabbricati in conformità alla norma UNI EN 858-1:2005.

La tipologia dell'impianto di depurazione, per tali sostanze, è costituito da un dissabbiatore e da un separatore di oli, quest'ultimo munito di un filtro a coalescenza.

La funzione del filtro a coalescenza è quella di separare le microparticelle di olio che non si scindono dall'acqua per semplice flottazione, aumentando di conseguenza il rendimento di separazione; ciò permette di ottenere rendimenti di separazione superiori al 97%.

Le acque raccolte dal canale insistente nelle aree di deflusso, confluiranno in un collettore principale che si immetterà in un pozzetto scolmatore che separerà le acque di prima pioggia dalle rimanenti, che verranno avviate direttamente al recapito finale, ovvero nello specchio acqueo esterno al molo di levante.

L'impianto sarà costituito da una batteria di vasche in c.a. poste in serie ed assolvono alle varie funzioni.

### **b) Impianto di illuminazione e segnalamenti marittimi**

Come generica previsione è stato inserito un impianto di illuminazione da realizzare incassato nel muro paraonde nonché i segnalamenti marittimi da realizzare sulla base delle indicazioni di Marifari Messina.

Naturalmente i corpi illuminanti da installare dovranno essere di tipo Cut Off in modo da limitare l'inquinamento luminoso.