



Regione Calabria

*Dipartimento Infrastrutture - Lavori Pubblici -
Mobilità Settore interventi a Difesa del Suolo*

INTERVENTI INTEGRATI PER IL COMPLETAMENTO DELLE OPERE DI DIFESA COSTIERA (TRA LITORALE SANGINETO E FOCE FIUME NOCE)

PROGETTO DEFINITIVO

R.U.P.

Dott. Geologo Rosario Bonasso

Il Progettista

Ing. Salvatore Piero Anania



Il Geologo

Dott. Geologo Giuseppe Runca

Titolo Elaborato

RELAZIONE GENERALE

ELABORATO N.

A.01

Scala

Data

20 Settembre 2022

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	AUTORIZZATO
1	10 Giugno 2021	PRIMA EMISSIONE			
2	20 Settembre 2022	SECONDA EMISSIONE			

Sommario

1. PREMESSA	2
2. RICOSTRUZIONE QUADRO CONOSCITIVO	3
2.1 Inquadramento area di intervento	3
2.2 Master Plan per gli interventi di difesa e tutela della costa	3
2.3 Quadro dei vincoli	6
2.4 Inquadramento della pianificazione a scala di bacino	8
3. CONDIZIONI ATTUALI DEL LITORALE IN RELAZIONE AI FENOMENI DI EROSIONE DELLA ZONA DI INTERVENTO	8
4. DINAMICA LITORANEA DELLA ZONA DI INTERESSE	10
4.1 Analisi delle criticità allo stato attuale	11
5. FREQUENZE DI APPARIZIONE DELLE ALTEZZE SIGNIFICATIVE DI LARGO	11
6. FLUSSO DI ENERGIA DI LARGO	14
7. SETTORE DI TRAVERSIA PRINCIPALE	15
8. PRESENZA DI EVENTUALI SETTORI DI TRAVERSIA SECONDARIA DISTANTI DAL PRINCIPALE E CARATTERIZZATI DA UN RILEVANTE FLUSSO DI ENERGIA	15
9. SOGLIE DI ALTEZZA SIGNIFICATIVA DI FISSATO TEMPO DI RITORNO	15
10. ANALISI DELLE TENDENZE EVOLUTIVE DEL LITORALE NEGLI ULTIMI 20 ANNI	16
11. ANALISI E ILLUSTRAZIONE CARTOGRAFICA DELLE BATIMETRICHE	19
12. VERIFICA AREE SOTTOPOSTE A VINCOLO AMBIENTALE E SALVAGUARDIA	19
13. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO DI EROSIONE	21

1. PREMESSA

La Regione Calabria – Dipartimento Infrastrutture – Lavori Pubblici – Mobilità Settore interventi a Difesa del Suolo ha previsto un finanziamento di € 800.000.00 per gli “Interventi integrati per il completamento delle opere di difesa costiera (tra litorale Sangineto e foce Fiume Noce)” e ha provveduto alla redazione del progetto definitivo ed esecutivo affidando l'incarico al sottoscritto. Nei paragrafi successivi saranno descritte le criticità esistenti e saranno individuati e quantificati gli interventi necessari per il superamento di tali criticità. Nell'ambito di tale proposta, in funzione delle somme disponibili, sarà elaborato il progetto definitivo. Dopo aver eseguito una campagna conoscitiva, attraverso sopralluoghi in loco e ricerche presso gli uffici comunali, sull'intero tratto costiero, si è potuto realizzare diverse schede di criticità trasmesse nel mese di novembre 2020. A seguito di tale trasmissione si è avuto un confronto tecnico con i rappresentanti della Regione Calabria e dell'Università oltre che dal sottoscritto Ing. Salvatore Piero Anania, dall'esito della disamina è emerso di individuare come intervento prioritario il tratto costiero in prossimità del limite comunale tra Belvedere Marittima e Sangineto. Lo studio si presenta come un processo di difesa, recupero e rivitalizzazione del tratto di litorale individuato ritenuto punto più critico, in cui la linea di costa nell'ultimo decennio ha subito un forte arretramento. Nel processo di studio di fattibilità viene adottato un approccio integrato che considera non solo gli aspetti architettonici, urbanistici e strutturali ma anche quelli economici, ambientali, culturali e paesaggistici in modo da poter definire le problematiche relative all'area oggetto di studio, al fine di favorire il processo di riequilibrio della linea di riva, partendo dalla concezione dell'intervento non come un elemento isolato in sé, ma come parte integrante di un assetto preesistente, a partire dalla rete ecologica esistente. Nello specifico lo studio si occupa di illustrare l'intervento proposto che prevede la realizzazione di un sistema di difesa litoraneo mediante la realizzazione di un pennello a proseguo di un intervento già in fase di realizzazione. L'area di intervento interessa il territorio comunale di Belvedere Marittima lungo il Litorale di Sangineto – Foce del Fiume Noce ed appartiene all'Area 21 unità fisiografica 71 del Master Plan per gli interventi di Difesa e di Tutela della costa redatto dall'Autorità di Bacino Regionale. L'intervento si colloca tra la foce del Fosso La Palazzo e del Fosso Le Crete caratterizzati da importante trasporto solido che influisce anche sulle dinamiche litoranee e costiere. In una prima fase, vedi cap.2, è stato ricostruito il quadro conoscitivo al fine di meglio inquadrare le problematiche del rischio da erosione costiera nel contesto territoriale. In una seconda fase, vedi cap.3, è stata condotta un'analisi delle condizioni attuali del litorale in relazione ai fenomeni di erosione dell'area di intervento. Nella terza fase, vedi cap.4, sono state analizzate le caratteristiche della dinamica litoranea della zona di interesse al fine

di meglio individuare le criticità esistenti e sviluppare la più adatta ipotesi progettuale per il superamento di tali criticità. Infine saranno descritti e quantificati gli interventi proposti.

2. RICOSTRUZIONE QUADRO CONOSCITIVO

La ricostruzione del quadro conoscitivo ha riguardato in primo luogo l'inquadramento dell'area intervento anche all'interno del Master Plan per gli interventi di Difesa e di Tutela della costa sviluppato dall'Autorità di Bacino Regionale.

E' stata condotta una disamina dei vincoli persistenti nell'area di intervento e dello stato della pianificazione vigente a scala di bacino.

2.1 Inquadramento area di intervento

L'area di intervento interessa il territorio comunale di Belvedere Marittima lungo il Litorale di Sanginetto – Foce del Fiume Noce ed appartiene all'Area 21 unità fisiografica 71 del Master Plan per gli interventi di Difesa e di Tutela della costa redatto dall'Autorità di Bacino Regionale. L'intervento si colloca tra la foce del Fosso La Palazzo e del Fosso Le Crete caratterizzati da importante trasporto solido che influisce anche sulle dinamiche litoranee e costiere. Si rimanda all'elaborato B01 “Inquadramento territoriale” per l'individuazione dell'area di intervento.

Questo tratto di litorale è interessato da tempo da un notevole fenomeno erosivo, sono infatti presenti numerose opere di difesa costiera. Nonostante questo però è evidente uno stato di rischio per l'abitato e le strutture turistiche. La logica perseguita dal presente progetto è stata quella di massimizzare l'estensione del tratto costiero da difendere con le risorse economiche a disposizione. Per fare ciò si sono presi in considerazione interventi di difesa a “rigidezza” via via crescente, con l'obiettivo di individuare la soluzione che garantisse nel contempo una adeguata protezione alle costruzioni e una duratura stabilizzazione della spiaggia, favorendo la realizzazione di un profilo della linea di riva dinamicamente stabile.

2.2 Master Plan per gli interventi di difesa e tutela della costa

L'area 21 ricade nella macro-area ionica dello studio meteomarino e precisamente, per intero, all'interno dell' Area AS24, che si estende da Capo Bonifati a Foce Fiume Noce Noce.

Il litorale è stato suddiviso in sub-aree coincidenti con i seguenti limiti comunali: 21-1 – Belvedere Marittimo

21-2 – Diamante 21-3 – Grisolia

21-4 – Santa Maria del Cedro 21-5 – Scalea

21-6 – San Nicola Arcella 21-7 – Praia a Mare

- Tortora

cui corrispondono rispettivamente le sub-unità fisiografiche (Indagine conoscitiva 2003) n. 70, 71, 72 , 73 e 74. I Comuni costieri dell'AREA 21, per una particolare valenza paesaggistica ed ambientale, sono contraddistinti da una notevole vocazione turistica. Sono presenti nel tratto in esame le seguenti aree SIC/ZPS appartenenti alla Rete Natura 2000:- "Fondali di Capo Tirone" – ricadente nel comune di Belvedere Marittimo;

- "Fondali Isola di Cirella-Diamante" - ricadente nel comune di Diamante;
- "Isola di Cirella" - ricadente nel comune di Diamante;
- "Fondali isola di Dino - Capo Scalea" - ricadente nei comuni di "Fondali isola di Dino - Capo Scalea" - ricadente nei comuni di S. Nicola Arcella e Praia a mare;
- "Isola di Dino" - ricadente nel comune di Praia a mare.

Nei Comuni costieri dell'Area 21 si riscontrano tratti di costa "alta" nei Comuni di Belvedere, Diamante, Scalea e San Nicola Arcella, tratti di costa "con cordoni dunali" nei Comuni di Diamante, Grisolia, Santa Maria del Cedro e Scalea e per la restante parte tratti di costa "bassa".

Le caratteristiche generali della spiaggia sommersa sono state esaminate in termini di fondali esistenti lungo la costa. Nell'Indagine Conoscitiva 2003 sono presenti le curve batimetriche desunte dalle carte nautiche 1:100.000 dell'Istituto Idrografico della Marina Militare. Il litorale tirrenico, può essere definito, almeno in linea generale, un versante piuttosto acclive, con pendenze dei fondali (come detto determinate facendo riferimento alla batimetrica -20 m), comprese tra 1/50 e 1/10. Nello Stretto di Messina, esistendo una stretta correlazione tra le caratteristiche morfologiche ed orografiche dei rilievi montuosi interessanti la fascia costiera e quelle della spiaggia sommersa le pendenze sono anche maggiori di 1/10. Il versante ionico è caratterizzato da pendenze generalmente minori, talora anche molto basse, dell'ordine mediamente di 1/100, con eccezione in prossimità dei promontori o dei capi (con pendenze fino a 1/20). L'esistenza di due opposti versanti ha dato luogo in Calabria alla formazione di un elevato numero di corsi d'acqua, che presentano bacini imbriferi di modeste dimensioni (circa 400-500 km elevatissimo di corsi d'acqua minori a regime spiccatamente torrentizio, dette fiumare, i cui bacini imbriferi presentano superfici variabili intorno a qualche centinaio di ettari. A causa dell'estrema vicinanza al mare degli altopiani del Pollino, della Sila, delle Serre e dell'Aspromonte, colline che movimentano il paesaggio costiero, i versanti dei bacini e gli alvei dei corsi d'acqua calabresi (in particolare le fiumare del versante orientale dell'Aspromonte) presentano pendenze elevatissime lungo tutto il loro sviluppo, dalle sorgenti al mare, dove per i più piccoli torrenti esse possono raggiungere. In conseguenza della complessa ed accidentata orografia della regione, i corsi d'acqua assumono nelle zone montane e nel medio corso la caratteristica configurazione a ventaglio e spesso, si raccordano direttamente ai brevi tronchi di pianura prefociale senza le classiche fasi morfologiche intermedie. Nei tratti prefociali la larghezza

degli alvei è di solito molto ampia e, nella stragrande maggioranza dei casi, appare assolutamente sproporzionata rispetto alle portate da cui sono interessati anche durante i periodi piena. La notevole acclività dei versanti, la diffusa impermeabilità delle rocce, l'esigua estensione delle aree ad alta quota, dove le nevi riescono a permanere al suolo per più giorni consecutivi, la limitata circolazione idrica sotterranea, ma soprattutto l'estrema variabilità stagionale degli afflussi meteorici e delle temperature sono all'origine di un regime idrologico con bassissimo grado di perennità; pertanto portate di qualunque entità sono concentrate in un limitato numero di giorni invernali, di solito in concomitanza col verificarsi di piene intense ed improvvise, mentre negli altri periodi e, soprattutto, nella tarda primavera e nell'estate, si hanno magre accentuate e prolungate con portate limitatissime, che per i più piccoli torrenti possono essere addirittura nulle. Il materiale solido sversato dai corsi d'acqua in mare è costituito dai sedimenti asportati dall'azione erosiva esercitata dal corso d'acqua sul terreno di substrato del bacino fluviale. A riguardo del trasporto litoraneo potenziale nell'Area 21 si deve far riferimento ai risultati dell'andamento del medesimo trasporto potenziale calcolato per il tratto di litorale che si sviluppa da Capo Vaticano a Castrocuoco.

È possibile caratterizzare come segue i fenomeni di trasporto litoraneo:

- questo tratto di litorale rappresenta un'unica unità fisiografica, non presentando punti di divergenza della direzione del trasporto, i sedimenti, partendo dai due estremi che delimitano i confini della porzione di costa in esame, convergono verso una zona posizionata all'altezza dei tratti 58-59;
- nell'ala sud del tratto studiato il trasporto potenziale mantiene direzione da SW a NE; se ne trova conferma dall'osservazione dell'evoluzione del litorale a valle del molo del porto di Tropea; il modulo, variabile con l'orientamento della costa, raggiunge valori massimi di 100.000 m³/anno;
- a partire dal tratto 59, procedendo verso nord, il trasporto si inverte di direzione ed è costantemente diretto verso sud;
- tra la foce del fiume Amato e l'abitato di Amantea il trasporto litoraneo assume valori tra i 130.000 e i 20.000 m³/anno; indicatore della sua direzione è la scogliera a sud dell'abitato di Amantea, riportata nella foto in All.1.4;
- all'abitato di Amantea a Cetraro i moduli calcolati mantengono il loro valore in un intervallo compreso tra i 20.000 e i 100.000 m³/anno; nel tratto 65, tra Paola e San Lucido, il valore calcolato del trasporto potenziale netto è di circa 45.000 m³/anno; in questo tratto di costa si susseguono una serie di pennelli, con interasse variabile tra 230 e 320 m e lunghezza compresa tra 120 e 170 m; utilizzando la funzione di by pass fornita dal modello UNIBEST, si è stimato che il quantitativo di materiale trasportato al largo della batimetrica -5 m è pari a circa 15.000 m³/anno, direzione sud; le

celle limitate lateralmente dai pennelli tendono a trattenere il trasporto solido lungo costa e a riempirsi in successione nel tempo, a iniziare da quelle più a nord, come è evidente dalla foto in All.1.4; l'accumulo dei sedimenti a nord del molo del porto di Cetraro rappresenta un'ulteriore conferma del verso del trasporto calcolato;

- anche per il tratto di costa tra il porto di Cetraro e Castrocucco la direzione del trasporto è la stessa dei due tratti precedentemente analizzati, con moduli che raggiungono valori di 120.000 m³/anno.

Sempre in riferimento ai tratti 70 e 71 ricadenti nell'Area 21 si evidenziano scarsi apporti fluviali:

- nel tratto 70 sono presenti diffusi interventi sul litorale ma poco coordinati;
- nel tratto 72 si hanno apporti solidi buoni e trasporto litoraneo ininfluente;
- nel tratto 74 il gradiente del trasporto litoraneo è positive

2.3 Quadro dei vincoli

È stata effettuata una ricognizione del sistema dei vincoli ambientali e territoriali che interessano il territorio oggetto di intervento. Oltre a definire il quadro del sistema delle tutele, tale individuazione ha permesso la caratterizzazione del territorio dal punto di vista del patrimonio naturalistico, storico-monumentale e culturale. Tale attività ricognitiva ha condotto all'identificazione delle seguenti aree e elementi del territorio sottoposti a regime vincolistico. Il territorio costiero di che trattasi è caratterizzato dalla presenza dell'Area panoramica costiera collinare di Belvedere Marittimo comprendente parte del territorio comunale e l'antico centro e dell'Area costiera di Sangineto che si adagia sui primi rilievi collinari dell'Appennino calabrese ricca di vegetazione.

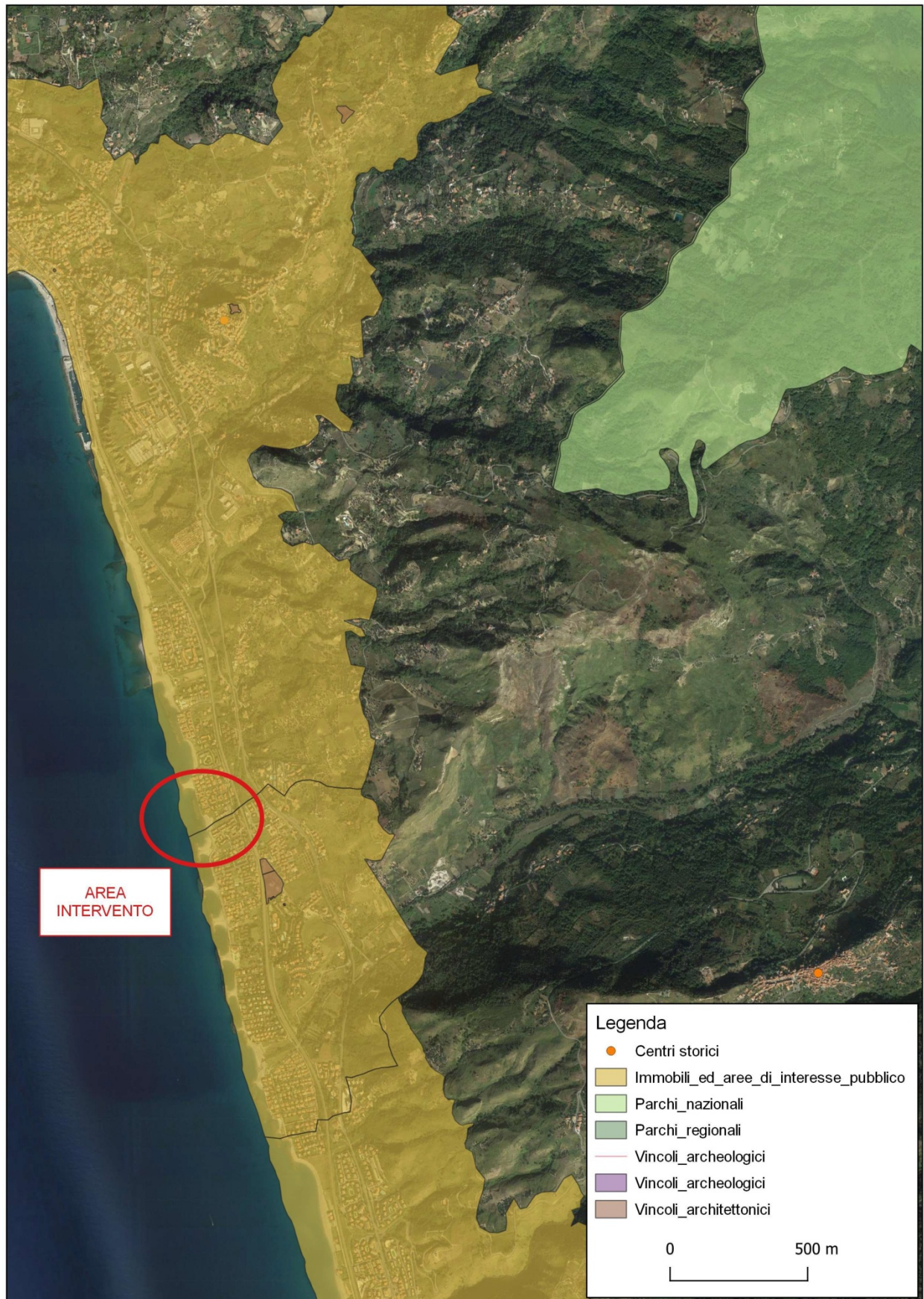


Fig. 1: Inquadramento vincoli area d'intervento

2.4 Inquadramento della pianificazione a scala di bacino

Gli interventi in progetto ricadono in corrispondenza della foce del Fosso La Palazza caratterizzato da un'area di 1.5 kmq, da una quota media pari a 65 mslm.

In Fig. 2 è riportata la perimetrazione a scala di bacino ai sensi delle Norme di Salvaguardia del 2020 emanate dal Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale. Dalla figura è possibile notare che il reticolo del bacino è classificato come area di attenzione del PGRA e che non ricade alcune perimetrazione del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI).



Fig. 2: Inquadramento area d'intervento e perimetrazione attuale da Norme di Salvaguardia 2020

3. CONDIZIONI ATTUALI DEL LITORALE IN RELAZIONE AI FENOMENI DI EROSIONE DELLA ZONA DÌ INTERVENTO

L'adozione delle azioni volte alla difesa dei tratti costieri da fenomeni erosivi implica una valutazione delle differenti opzioni di intervento possibili per fronteggiare l'erosione. Occorre considerare diverse soluzioni in una visione estesa delle problematiche da affrontare, in funzione dell'assetto territoriale corrente, dei possibili effetti attesi del cambiamento climatico e della risposta conseguente alla soluzione investigata in un'ottica di costi/benefici nel tempo, e quindi di sostenibilità, per il territorio, per l'ambiente e per la collettività. Gli interventi di difesa costiera,

realizzati per salvaguardare le coste dai fenomeni di erosione e allagamento, in diversi casi possono ostacolare la libera propagazione del moto ondoso e causare alterazioni nelle aree costiere limitrofe. In generale, oltre a proteggere la costa, gli edifici e le infrastrutture in prossimità delle aree di intervento, la realizzazione di opere di difesa provoca alterazioni del trasporto litoraneo, tipicamente caratterizzati da accumuli nella zona protetta e perdite nelle aree limitrofe. Occorre, dunque, pianificare gli interventi di difesa non come opere singole, ma come componenti di un sistema complessivo di difesa, da studiare nella scala dell'unità fisiografica, al fine di limitare ogni possibile effetto, diretto e indiretto, sull'ambiente costiero (erosione, esondazione, intrusione del cuneo salino, alterazione degli habitat preesistenti, ecc.). In seguito all'analisi della situazione attuale e dei punti di criticità dell'area si esplicitano gli obiettivi di progetto:

- riduzione della risalita e della tracimazione delle onde;
- la protezione dall'azione erosiva dell'onda;
- la modifica della linea di riva tramite un accrescimento della stessa;
- piena compatibilità delle opere con l'ambiente e riqualificazione ambientale e paesaggistica dei luoghi.

Nel tratto più a nord dell'area di intervento è già in fase di realizzazione di un intervento che prevede la realizzazione di tre frangiflutti paralleli che nella parte ridossata contengono tre pennelli. Il pennello P1, quello più a Sud, si spinge, fino a congiungersi con il frangiflutto S1 passando dalla parte emersa (verso terra, 75 m) alla parte sommersa (lunghezza 80 m, sommergenza -1.5 m). Per la costruzione dei pennelli è previsto il riutilizzo dei massi dei frangiflutti paralleli esistenti e non più efficaci nell'azione protettiva. Gli studi meteo- marino e morfologico - morfodinamico eseguiti in sede di progettazione definitiva hanno mostrato la maggiore efficacia protettiva di tre pennelli inclinati rispetto alla riva più un quarto pennello, anch'esso inclinato, radicato alla testata meridionale del frangiflutto esistente che ha favorito la formazione del tombolo. Il litorale è caratterizzato dalla presenza di alcuni bacini di piccola entità che determinano un modesto apporto solido. Il valore del trasporto litoraneo in direzione Nord - Sud, è all'incirca pari a 110.000 m³ /anno. Il litorale di Belvedere Marittimo presenta diversi aspetti:

- la prevalenza di una fascia di spiaggia emersa media ($20\text{ m} < L < 50\text{ m}$), ridotta negli ultimi anni;
- la presenza di tratti di spiaggia ristretta, dove si sono registrati i focus erosivi; una spiaggia ampia ($L > 50\text{ m}$) in Località La Praia (Calabaja).

Il litorale di Sanginetto e Belvedere Marittimo è prevalentemente sabbioso (Per transetti ortogonali alla costa tra la battigia e la -10 m): sabbie medie fino alla -5 m poi sabbie fini (sabbie medie classe modale 0,25/0,45 mm; sabbie fini classe modale 0,14/0,24 mm). Da Capo Bonifati fino a Marina di Belvedere, il settore di traversia principale è 270°N. Il litorale è caratterizzato dalla presenza di

alcuni bacini di piccola entità che determinano un modesto apporto solido. Il valore del trasporto litoraneo in direzione Nord - Sud, è all'incirca pari a 110.000 m³ /anno.

4. DINAMICA LITORANEA DELLA ZONA DI INTERESSE

La valutazione delle tendenze evolutive del litorale in funzione dei risultati ottenuti dal confronto delle linee di costa per i periodi di riferimento 1998-1985, 1985-1958 , 1998-1958, 1998 -2008 è stata effettuata sulla base delle seguenti considerazioni:

- valutazione della tendenza evolutiva prevalente di ogni tratto costiero (tendenza netta all'accrescimento o all'erosione);
- valutazione della stabilità o instabilità di ogni tratto costiero (indice della quantità dei sedimenti in movimento);
- valutazione dell'uniformità dell'evoluzione lungo il tratto costiero (quantità di superficie in accrescimento o in erosione rispetto alla variazione totale di superficie).

I risultati dell'analisi dell'evoluzione del litorale consistono nella stima delle superfici delle aree di spiaggia in erosione e in accrescimento risultanti dal confronto delle linee di costa e della lunghezza di spiaggia caratteristica per ogni singola area osservata, nei tre periodi di riferimento . Questi parametri permettono di ottenere le informazioni necessarie per determinare la tendenza evolutiva, in termini di arretramento o avanzamento della linea di riva e di velocità media annua di variazione della linea di riva, per ciascuna area risultante dal confronto delle linee di costa. Sono stati successivamente calcolati i valori rappresentativi dei parametri indicativi dell'evoluzione del litorale per ogni tratto costiero e per ogni periodo di riferimento, accorpendo tutte le singole aree ottenute dall'analisi delle linee di costa ricadenti all'interno dei diversi tratti costieri. Nell'area 21 relativa ai tratti costieri da 70 a 74, si osserva che:

- nel periodo 1958-85 si ha una tendenza evolutiva all'arretramento medio piuttosto uniforme lungo i tratti 70 e 71;
- nello stesso periodo nei tratti da 72 a 74 non si hanno dati disponibili in merito alla tendenza evolutiva;
- nel periodo 1958-98 si conferma la stessa tendenza registrata nel periodo 1958-85 per il tratto 70;
- per i tratti 71, 72 e 73 si ha un arretramento basso uniforme/variabile;
- nel periodo più recente 1985-98 l'arretramento medio piuttosto uniforme interessa il tratto 70 mentre l'avanzamento variabile piuttosto basso interessa il tratto 71;
- nei tratti da 72 a 74 non si hanno dati disponibili in merito alla tendenza evolutiva;
- nel periodo 1998-2008 gli interventi realizzati a Belvedere e a Tortora hanno consentito

localmente di invertire la tendenza evolutiva.

4.1 Analisi delle criticità allo stato attuale

Il tratto di litorale risulta, allo stato attuale, caratterizzato da un intenso fenomeno erosivo, la cui causa principale è da ascrivere, principalmente, all'azione del moto ondoso incidente ed al concomitante scarso apporto solido dei fiumi e delle fiumare che solcano il territorio in oggetto. Il tratto si presenta “a costa bassa” con spiagge. Il litorale si presenta come spiaggia differenziata che in alcuni tratti ha la morfologia di spiaggia larga anche 50 metri, in altri tratti si riduce significativamente e la linea di riva lambisce le strutture ferroviarie ed alcuni fabbricati.

5. FREQUENZE DI APPARIZIONE DELLE ALTEZZE SIGNIFICATIVE DI LARGO

Con riferimento allo studio meteomarino dell'Area AS24, che si estende da Capo Bonifati a Foce Fiume Noce, condotto nell'ambito del Master Plan degli interventi di mitigazione del rischio di erosione costiera in Calabria, le registrazioni delle altezze significative sono state ripartite in gruppi d'altezza d'onda per ciascuna delle quali è stata definita la frequenza percentuale d'apparizione per settore. I livelli d'altezza significativa sono raggruppati per classi di 0.5 m, l'ampiezza dei settori direzionali è stata fissata pari a $\Delta\theta = 10^\circ$.

Il valore della frequenza relativa ad un fissato settore di provenienza dipende dal numero delle classi d'altezza significativa prese in esame, dal numero di registrazioni dell'i-esima altezza significativa per il settore di provenienza e dalla frequenza totale.

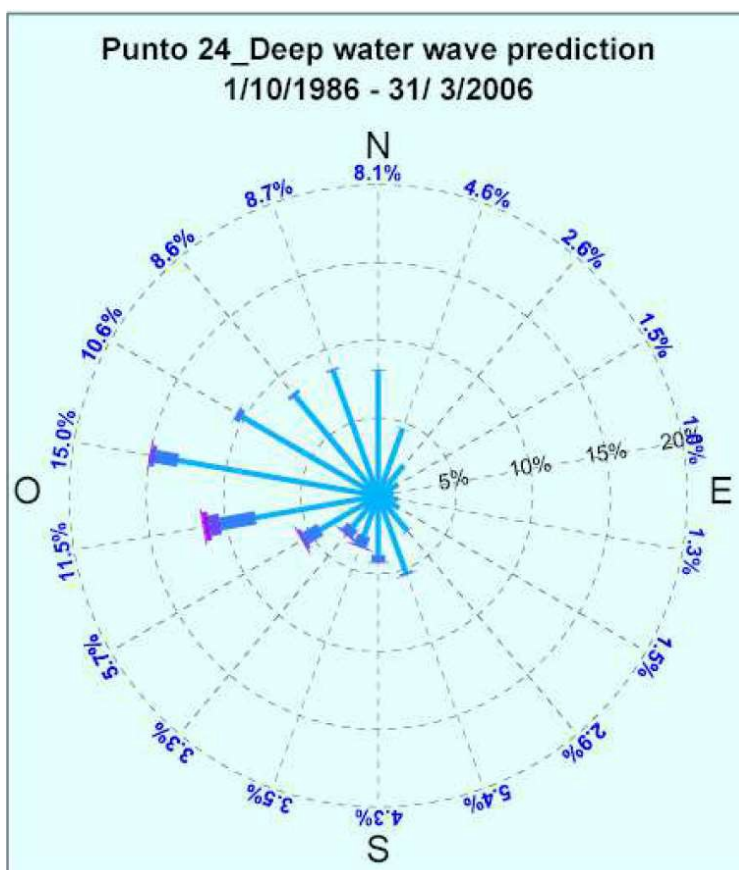


Fig. 3: Frequenza relativa per settore di provenienza

Dal grafico in Fig. 1 si evidenzia una percentuale massima 15.0% da direzione 280°N. Le onde più alte provengono grosso modo tutte da O e SO.

Nota la frequenza per settore di provenienza, si procede al calcolo dell'altezza significativa media di largo per ogni settore ottenendo la distribuzione H_{so}/θ , come riportato in Fig. 2. I settori con altezza significativa media più rilevante sono quelli di O – SO, con un massimo a 260°N pari a circa 0.85m.

Nota la frequenza d'apparizione è possibile valutare il periodo di picco di un fissato settore di provenienza T_p/θ ottenendo il diagramma di Fig. 3 dal quale si osservano periodi di picco medio con un massimo a 260°N con un T_p max pari a circa 4s.

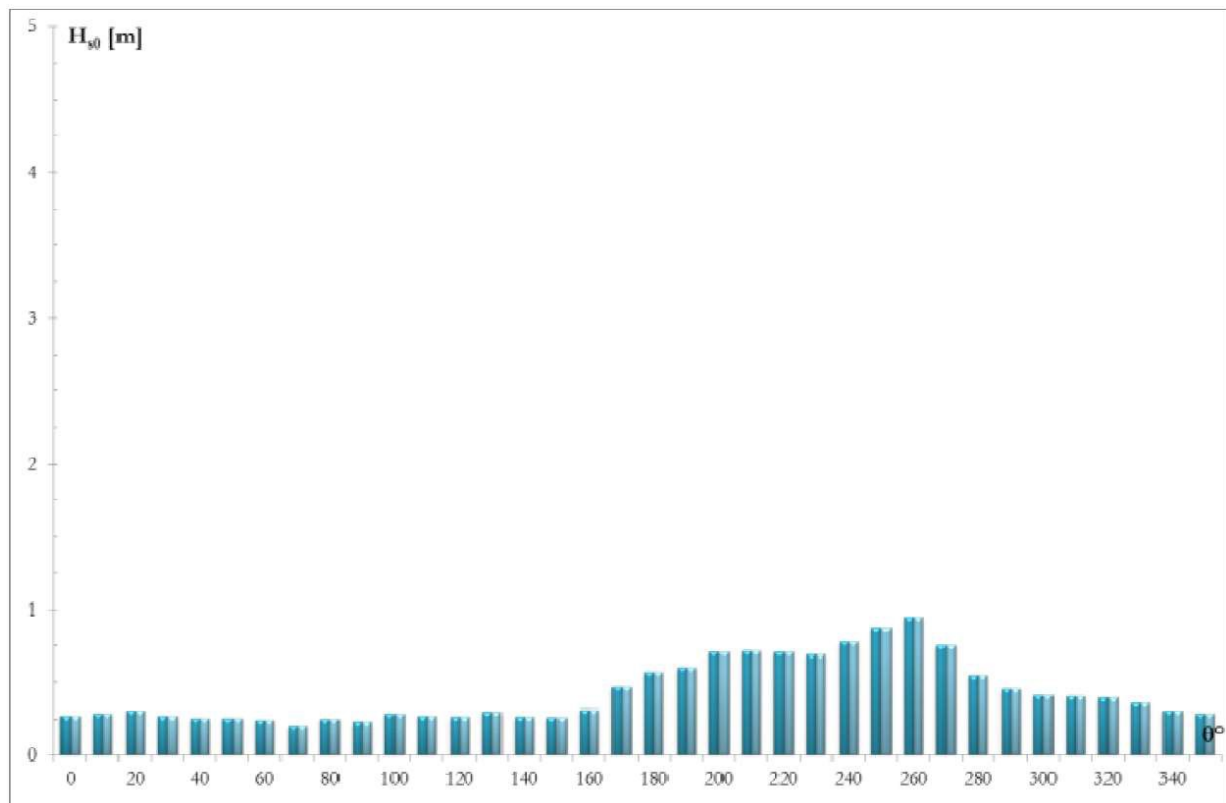


Fig. 4: Altezza significativa media di largo per ogni settore

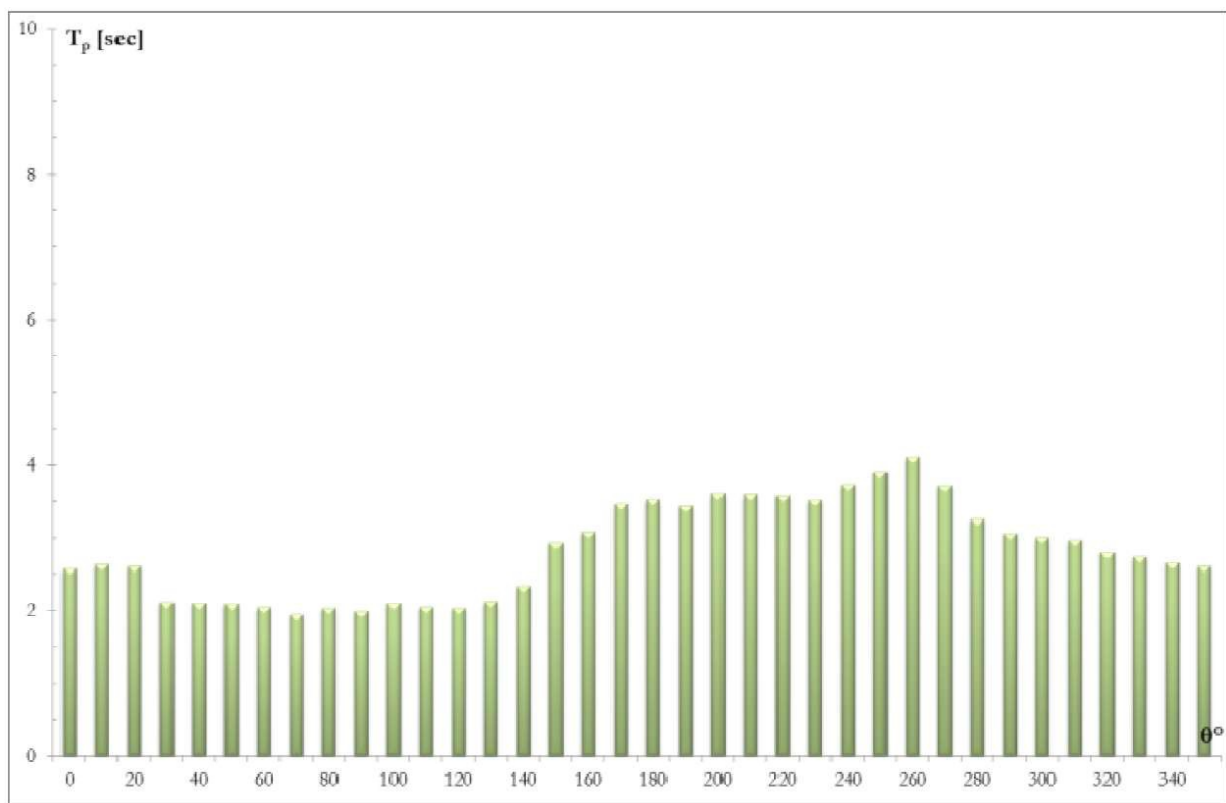


Fig. 5: Periodo di picco per settore

6. FLUSSO DI ENERGIA DI LARGO

L'energia associata al moto ondoso di largo dipende da vari fattori quali l'altezza significativa, la celerità dell'onda al largo e il peso specifico dell'acqua di mare. Nella Tabella seguente è riportato il valore del flusso di energia di largo per settore di provenienza; tale informazione è diagrammata in Fig. 4

Sett ori	345- 15	15- 45	45- 75	75- 105	105- 135	135- 165	165- 195	195- 225	225- 255	255- 285	285- 315	315- 345
Flus so	85	13	4	3	6	42	225	316	789	1946	300	109

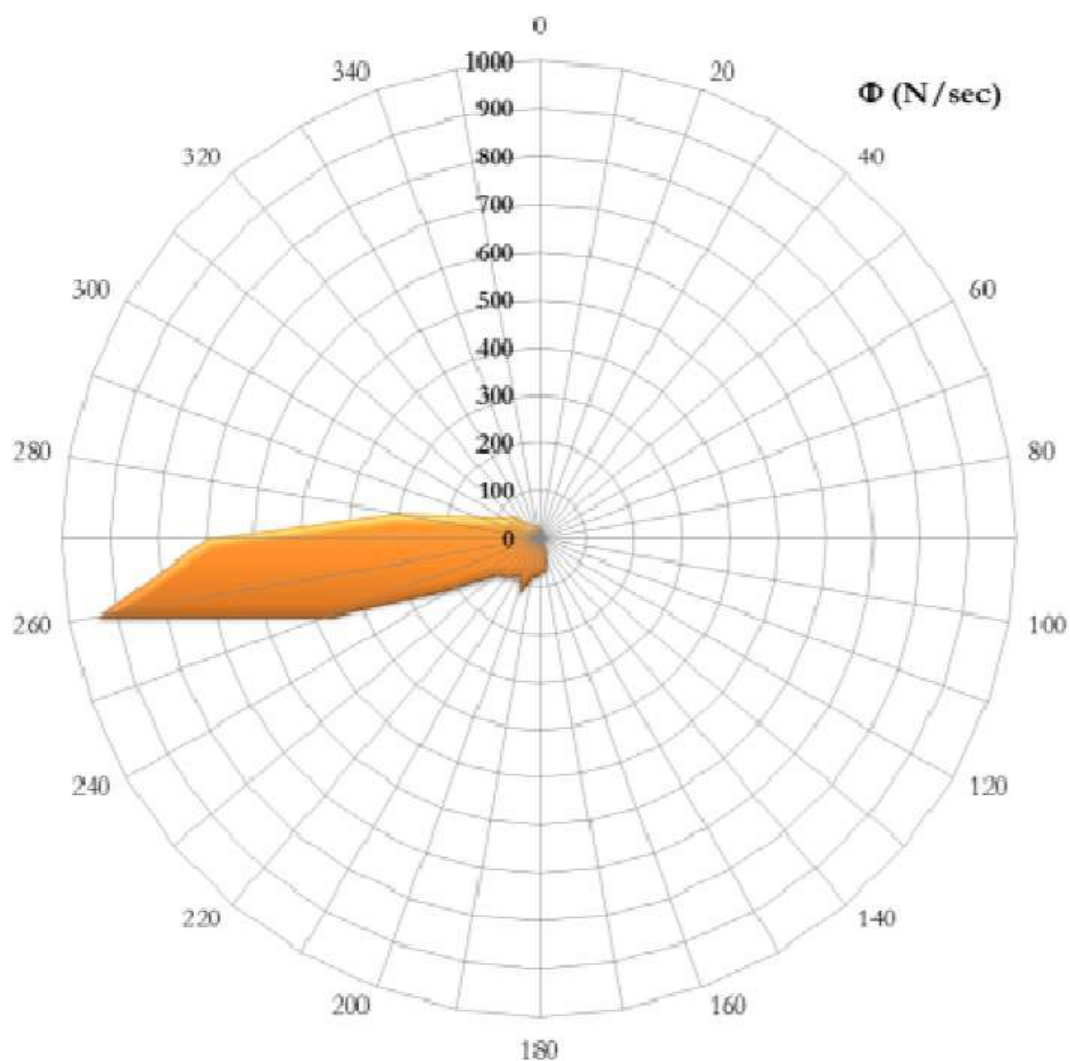


Fig. 6: Flusso di energia per settore

7. SETTORE DI TRAVERSIA PRINCIPALE

Dai risultati riportati al paragrafo precedente, si osserva che il valore massimo del flusso di energia del moto ondoso proviene dal settore (255°N-285°N) ed è pari a 1946 N/s. Se ne conclude che il settore di traversia principale, ovvero il settore che comprende le direzioni delle agitazioni ondose più intense, è il settore 270°N.

8. PRESENZA DI EVENTUALI SETTORI DI TRAVERSIA SECONDARIA DISTANTI DAL PRINCIPALE E CARATTERIZZATI DA UN RILEVANTE FLUSSO DI ENERGIA

Lo studio meteomarinario condotto ha evidenziato il settore di traversia principale nel settore 270°N. Nell'ambito del Master Plan degli interventi di mitigazione del rischio di erosione costiera, è stata inoltre condotta un'analisi probabilistica che ha confermato che il settore di traversia principale proviene da ovest, ma i settori adiacenti sono caratterizzati da valori dei parametri omnidirezionali di poco inferiori. Riguardo tali parametri, è possibile osservare che il valore del “fattore scala” w è modesto e la presenza di un valore non particolarmente elevato del parametro u comporta variazioni dell'altezza significativa al variare del periodo di ritorno di significativa entità: in particolare per periodi di ritorno pari a 0.1 anni si ottiene un'altezza significativa di 1.98 m mentre, per periodi di ritorno di 500 anni, si ottiene un'altezza significativa di 7.76 m, con una variazione di 5.78 m. Infine, l'area è caratterizzata da fondali di modesta pendenza, inferiore a 4%. L'indice caratteristico del moto ondoso assume valori compresi tra 0.38 e 0.44, tranne nella parte meridionale del territorio di Diamante (CS), caratterizzato da un valore pari a 0.31 in cui la morfologia della costa protegge parzialmente dal moto ondoso proveniente dai fetch di maggiore estensione. Si tratta di un territorio esposto in maniera sostanzialmente simile al moto ondoso proveniente da ovest: le variazioni dell'indice rispetto al valore medio sono correlate a variazioni locali dell'esposizione al moto ondoso e della pendenza del fondale.

9. SOGLIE DI ALTEZZA SIGNIFICATIVA DI FISSATO TEMPO DI RITORNO

Il periodo di ritorno omnidirezionale R rappresenta il periodo di ritorno di una mareggiata in cui l'altezza significativa massima supera una soglia h . I valori ricavati sono riportati nella tabella seguente.

AS24 - Livelli di altezza significativa eguagliati o superati mediamente ogni R anni.									
$h(0.1)$ [m]	$h(1)$ [m]	$h(5)$ [m]	$h(10)$ [m]	$h(20)$ [m]	$h(50)$ [m]	$h(100)$ [m]	$h(200)$ [m]	$h(500)$ [m]	Δ [m]
1.98	3.56	4.65	5.12	5.58	6.2	6.67	7.14	7.76	5.78

Il diagramma in Fig. 5 evidenzia il legame R/h e si può osservare come per un periodo di ritorno pari a 10 anni il valore di soglia è pari a 5,12 m, mentre a un periodo di ritorno di 50 anni corrisponde una soglia di altezza d'onda pari a 6,2 metri.

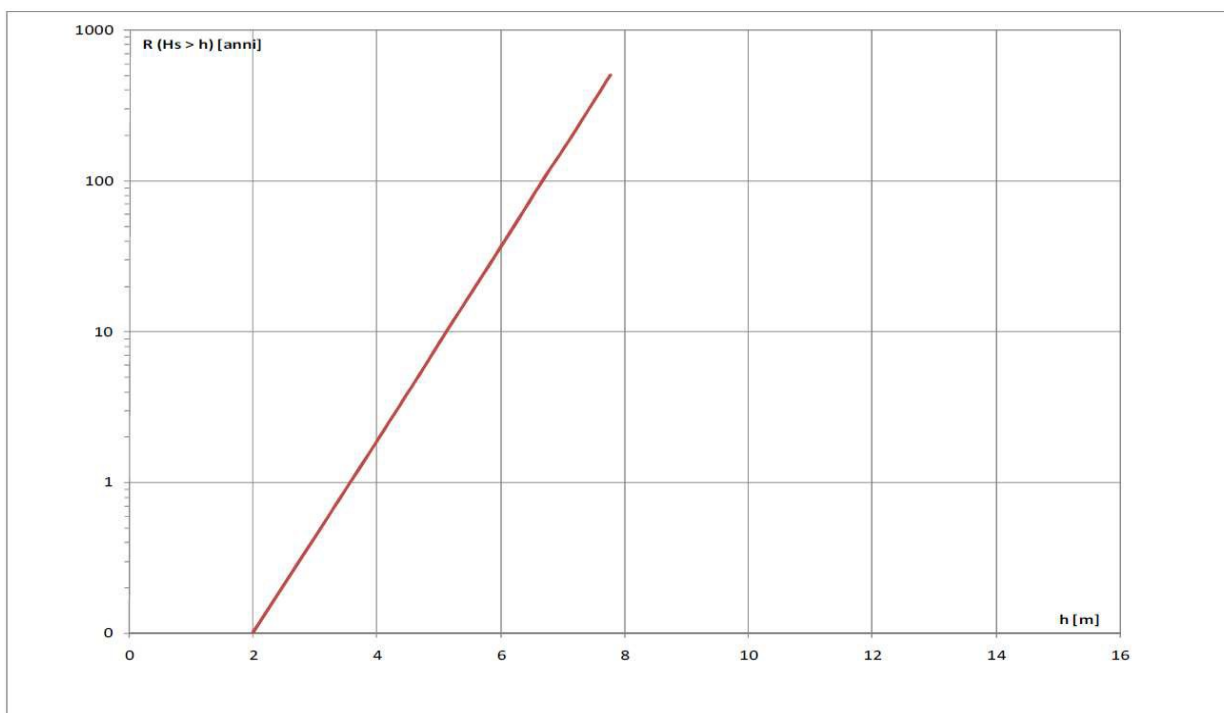


Fig. 7: Altezza significativa per assegnato tempo di ritorno

10. ANALISI DELLE TENDENZE EVOLUTIVE DEL LITORALE NEGLI ULTIMI 20 ANNI

In Fig. 8 sono riportate le linee di riva degli anni 1954, 1958, 1958, 1998, 2012 al fine di analizzare la dinamica litoranea della zona di interesse.

La valutazione delle tendenze evolutive del litorale in funzione dei risultati ottenuti dal confronto delle linee di costa per i periodi di riferimento, è stata effettuata sulla base delle seguenti considerazioni:

- valutazione della tendenza evolutiva prevalente di ogni tratto costiero (tendenza netta all'accrescimento o all'erosione);
- valutazione della stabilità o instabilità di ogni tratto costiero (indice della quantità dei sedimenti in movimento);
- valutazione dell'uniformità dell'evoluzione lungo il tratto costiero (quantità di superficie in accrescimento o in erosione rispetto alla variazione totale di superficie).

I risultati dell'analisi dell'evoluzione del litorale consistono nella stima delle superfici delle aree di spiaggia in erosione e in accrescimento risultanti dal confronto delle linee di costa e della lunghezza di spiaggia caratteristica per ogni singola area osservata, nei tre periodi di riferimento. Questi parametri permettono di ottenere le informazioni necessarie per determinare la tendenza evolutiva, in termini di arretramento o avanzamento della linea di riva e di velocità media annua di variazione della linea di riva, per ciascuna area risultante dal confronto delle linee di costa. Sono stati successivamente calcolati i valori rappresentativi dei parametri indicativi dell'evoluzione del litorale per ogni tratto costiero e per ogni periodo di riferimento, accorpendo tutte le singole aree ottenute dall'analisi delle linee di costa

ricadenti all'interno dei diversi tratti costieri. Nell'area 21 relativa ai tratti costieri da 70 a 74, si osserva che:

- nel periodo 1958-85 si ha una tendenza evolutiva all'arretramento medio piuttosto uniforme lungo i tratti 70 e 71;
- nello stesso periodo nei tratti da 72 a 74 non si hanno dati disponibili in merito alla tendenza evolutiva;
- nel periodo 1958-98 si conferma la stessa tendenza registrata nel periodo 1958-85 per il tratto 70;
- per i tratti 71, 72 e 73 si ha un arretramento basso uniforme/variabile;
- nel periodo più recente 1985-98 l'arretramento medio piuttosto uniforme interessa il tratto 70 mentre l'avanzamento variabile piuttosto basso interessa il tratto 71;
- nei tratti da 72 a 74 non si hanno dati disponibili in merito alla tendenza evolutiva;
- nel periodo 1998-2008 gli interventi realizzati a Belvedere e a Tortora hanno consentito localmente di invertire la tendenza evolutiva.

Si rimanda, inoltre, all'elaborato grafico allegato alla presente "B.07_ RIVA EVOLUTIVA".

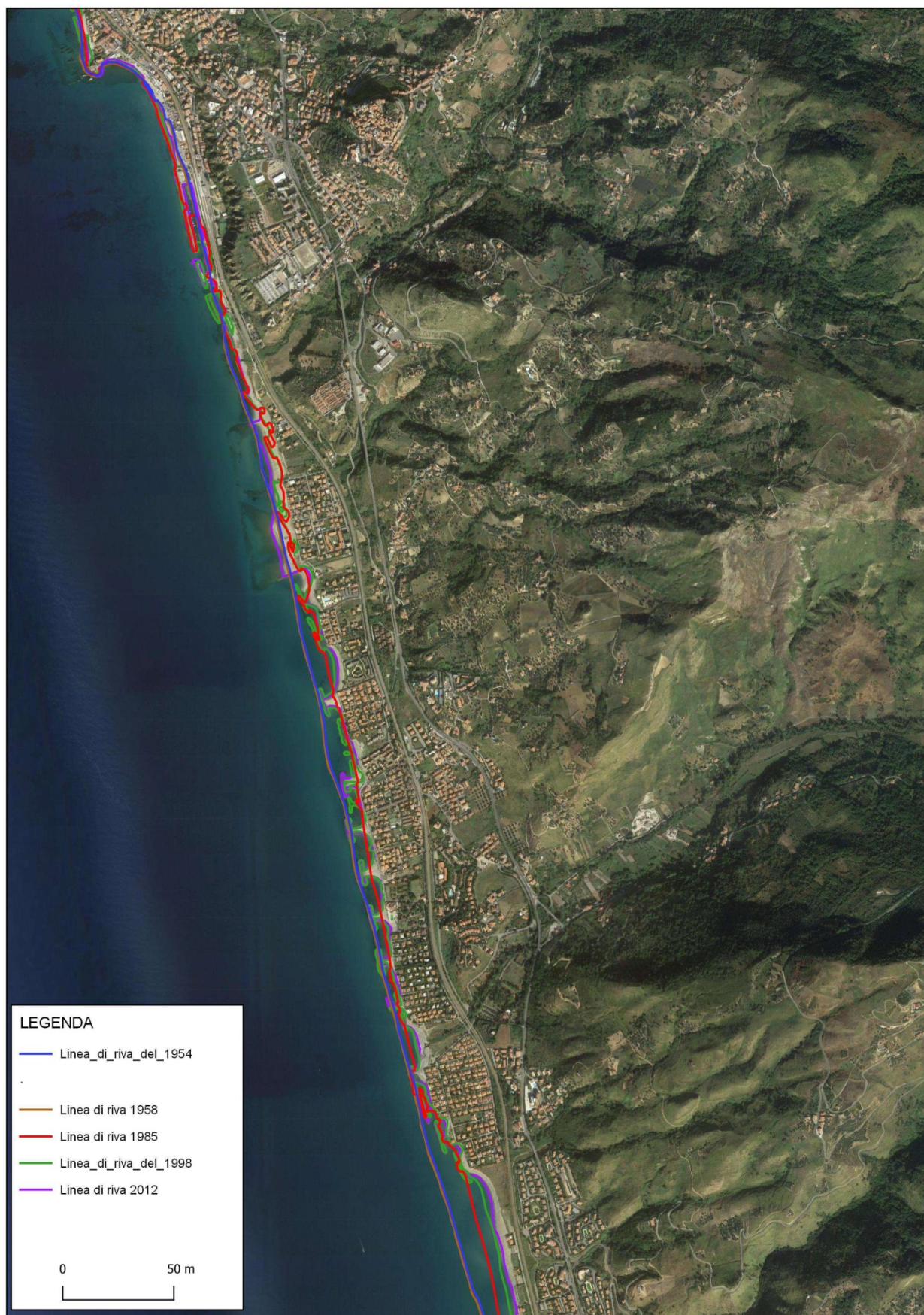


Fig. 8: Linee di riva dal 1954 al 2012

11. ANALISI E ILLUSTRAZIONE CARTOGRAFICA DELLE BATIMETRICHE

Si rimanda, inoltre, all'elaborato grafico allegato alla presente "B.08_ BATIMETRICHE".

12. VERIFICA AREE SOTTOPOSTE A VINCOLO AMBIENTALE E SALVAGUARDIA

Lungo il tratto di costa interessato da intervento non si rileva la presenza di prateria di Posidonia continua o a chiazze, nè presenza di nidificazione di Tartarughe Caretta Caretta .

Risulta però un vincolo di interesse pubblico che si riporta interamente:

Decreto ministeriale 26 giugno 1976. dichiarazione di notevole interesse pubblico di una zona in comune di belvedere marittimo. il ministro per i beni culturali e ambientali di concerto con il ministro per la marina mercantile vista la legge 29 giugno 1939, n. 1497, sulla protezione delle bellezze naturali; visto il regolamento approvato con regio decreto 3 giugno 1940, n. 1357, per l'applicazione della legge predetta; esaminati gli atti; considerato che la commissione provinciale di Cosenza per la protezione delle bellezze naturali, nell'adunanza dell'8 luglio 1967, ha incluso nell'elenco delle localita' da sottoporre alla tutela paesistica compilato ai sensi dell'art. 2 della legge sopracitata la fascia litorale tirrenica sita nell'ambito del comune di Belvedere Marittimo (Cosenza); considerato che il verbale della suddetta commissione e' stato pubblicato nei modi prescritti dall'art. 2 della precitata legge all'albo del comune di Belvedere Marittimo; visto che avverso la predetta proposta di vincolo, e' stata presentata l'opposizione dei signori Orlando Briguori, Giuseppe Niccoli, Pasquale Rosano, Giuseppe Arena e Luigi Gazzaneo, che viene respinta; vista la lettera della capitaneria di porto di Vibo Valentia marina dell'11 luglio 1972, n. 17/7708, con la quale viene richiesta l'esclusione dal vincolo sopracitato delle zone demaniali marittime comprese fra le localita' punta s. litterata e la foce del torrente vallecupo, nonche' tra capo tirone e m 300 verso sud dalla locale stazione delle ferrovie dello stato; considerato che il vincolo comporta, in particolare l'obbligo da parte del proprietario, possessore o detentore a qualsiasi titolo, dell'immobile ricadente nella localita' vincolata, di presentare, alla competente soprintendenza, per la preventiva approvazione qualunque progetto di opere che possano modificare l'aspetto esteriore della localita' stessa; riconosciuto che la zona predetta ha notevole interesse pubblico perche' oltre a formare, con il mare e i rilievi collinari, fra i quali si estendono fertili pianure ricche di lussureggianti vegetazioni nonche' meravigliose composizioni naturali legate alla conformazione e alle accidentalita' di colli, colline e valli, dei quadri naturali di non comune bellezza panoramica godibili da vari punti di vista accessibili al pubblico, costituisce, per la presenza dell'antico centro abitato con il nucleo storico ed edifici monumentali, un complesso di notevole valore estetico e tradizionale per la spontanea concordanza e fusione fra l'opera della natura e quella del lavoro umano; decreta: la zona sita nel territorio del comune di belvedere marittimo ha notevole interesse pubblico ai sensi della legge 29 giugno 1939, n. 1497, ed e' quindi sottoposta a tutte le disposizioni contenute nella legge stessa. tale zona e' delimitata nel modo seguente: cominciando a nord: confine con il comune di diamante-strada

comunale piano della donna-tratto della strada comunale di quattro mani, mappale 88 (foglio n. 4), breve tratto del torrente santa litterata, mappali 29, 37, 69, 70, 106 e 107 (foglio n. 7) e mappali 39, 40, 141, 37, 34 e 137 (foglio n. 11) indi la strada vicinale calibro. dove questa tocca il vallone cupro una linea ideale a metri 200 a monte della ferrovia battipaglia-reggio calabria. indi i mappali 176, 237, 232, 227, 275, 173 (foglio n. 17), strada comunale cupo vetticello - strada vicinale fontanelle, mappale 146 (foglio n. 23) breve tratto del torrente mare. indi il torrente boniampi, la strada comunale pantaiana, altro tratto del torrente mare, i mappali 176, 187 e 230 (foglio n. 25), i mappali 266, 95, 173, 254, 255, 170 e 223 (foglio n. 26), i mappali 12, 14, 15, 17 e 18 (foglio n. 25), tratto dell'ex strada comunale per la montagna, indi i mappali 119, 135, 137, 15, 138 (foglio n. 33), tratto del fosso dell'aia, tratto del fiume soleo, strada vicinale di s. andrea, mappali 284, 235, 285, 304 e 287 (foglio n. 38) ed i mappali 113, 8, 114 e 115 (foglio n. 40), indi tratto della strada dell'oliveta, i mappali 85, 109, 88 (foglio n. 40), tratto della strada nazionale belvedere marittimo-torre cerchiara, il mappale 103 (foglio n. 40), breve tratto della strada comunale della palazza, la strada vicinale campo minore, i mappali 45, 37, 216 e 143 (foglio n. 44), breve tratto del torrente pitrera, indi i mappali 25 e 2 (foglio n. 45) tratto della strada vicinale della palazza indi i mappali 30, 209, 115 e 116 (foglio n. 45), confine con comune di sanginetto, indi la battaglia del mare tirreno sino a congiungersi col confine comunale di diamante. sono compresi gli scogli che affiorano lungo la costa. dall'area predetta s'intendono escluse la zona demaniale marittima compresa fra la punta s. litterata e la foce del torrente valle cupo e quella tra capo tirone e m 300 verso sud dalla locale stazione delle ferrovie dello stato. il presente decreto sara' pubblicato ai sensi e per gli effetti dell'art. 12 del regolamento 3 giugno 1940, n. 1357, nella gazzetta ufficiale insieme con il verbale della commissione provinciale per la tutela delle bellezze naturali di Cosenza. La soprintendenza di Cosenza curera' che il comune di belvedere marittimo provveda all'affissione della gazzetta ufficiale contenente il presente decreto all'albo comunale entro un mese dalla data della sua pubblicazione, e che il comune stesso tenga a disposizione degli interessati altra copia della gazzetta ufficiale con la planimetria della zona vincolata, giusta l'art. 4 della legge precitata. la soprintendenza per i beni ambientali, architettonici, artistici e storici comunichera' al ministero la data della affissione della gazzetta ufficiale stessa. avverso il presente decreto i proprietari possessori o detentori comunque interessati alla sopradescritta zona hanno facolta' di ricorrere al governo della repubblica, ai sensi dell'art. 4 della legge 29 giugno 1939, n. 1497, entro i termini previsti dalla legge 24 novembre 1971, n. 1199. roma, addi' 26 giugno 1976 p. il ministro per i beni culturali e ambientali spigaroli il ministro per la marina mercantile gioia.

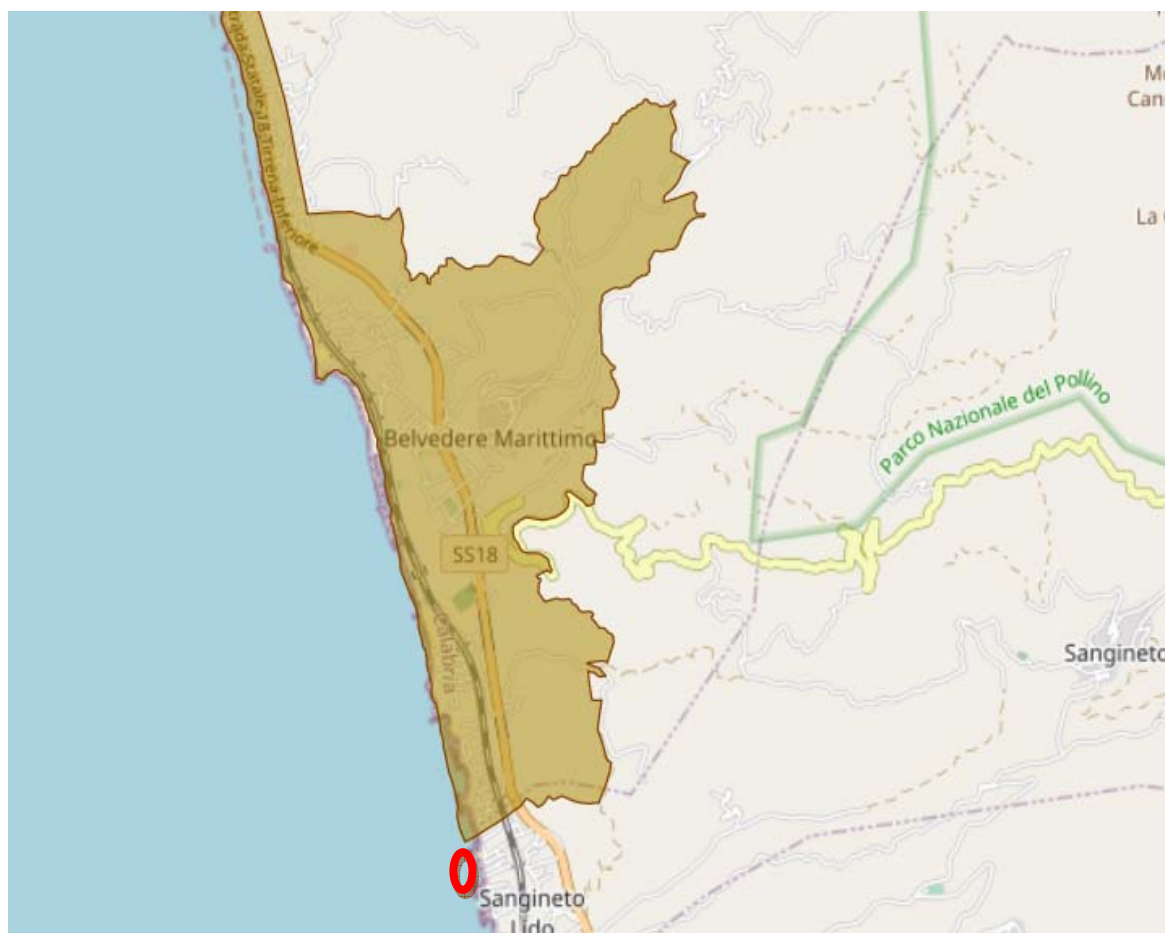


Fig. 7: Vincolo Paesaggistico, immobili e aree di interesse pubblico

13.DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO DI EROSIONE

L'adozione delle azioni volte alla difesa dei tratti costieri da fenomeni erosivi implica una valutazione delle differenti opzioni di intervento possibili per fronteggiare l'erosione. Occorre considerare diverse soluzioni in una visione estesa delle problematiche da affrontare, in funzione dell'assetto territoriale corrente, dei possibili effetti attesi del cambiamento climatico e della risposta conseguente alla soluzione investigata in un'ottica di costi/benefici nel tempo, e quindi di sostenibilità, per il territorio, per l'ambiente e per la collettività. Gli interventi di difesa costiera, realizzati per salvaguardare le coste dai fenomeni di erosione e allagamento, in diversi casi possono ostacolare la libera propagazione del moto ondoso e causare alterazioni nelle aree costiere limitrofe. In generale, oltre a proteggere la costa, gli edifici e le infrastrutture in prossimità delle aree di intervento, la realizzazione di opere di difesa provoca alterazioni del trasporto litoraneo, tipicamente caratterizzati da accumuli nella zona protetta e perdite nelle aree limitrofe. Occorre, dunque, pianificare gli interventi di difesa non come opere singole, ma come componenti di un sistema complessivo di difesa, da studiare nella scala dell'unità fisiografica, al fine di limitare ogni possibile effetto, diretto e indiretto, sull'ambiente costiero (erosione,

esondazione, intrusione del cuneo salino, alterazione degli habitat preesistenti, ecc.). In seguito all'analisi della situazione attuale e dei punti di criticità dell'area si esplicitano gli obiettivi di progetto:

- Riduzione della risalita e della tracimazione delle onde;
- La protezione dall'azione erosiva dell'onda;
- La modifica della linea di riva tramite un accrescimento della stessa;
- Piena compatibilità delle opere con l'ambiente e riqualificazione ambientale e paesaggistica dei luoghi.

Le azioni progettuali volte al raggiungimento degli obiettivi prestabiliti, si possono suddividere in due categorie/tematiche principali, a cui sono riconducibili le principali criticità riportate precedentemente. In particolare esse agiscono da un lato sul sistema erosione costiera e protezione del litorale e delle infrastrutture a tergo dello stesso; dall'altro intervengono sul ripristino delle condizioni ambientali e paesaggistiche di non alterare il paesaggio circostante e di migliorarne la qualità attraverso il ripristino degli equilibri naturali preesistenti. La cura di entrambe le tematiche sono perfettamente relazionate tra loro. Attraverso l'attuazione, specialmente in fase progettuale, di un approccio multidisciplinare, che prevede la correlazione e integrazione di diverse tematiche legate agli aspetti architettonici, infrastrutturali, funzionali, ambientali e paesaggistici volte alla risoluzione delle principali criticità, si definisce un disegno riqualificazione ambientale, integrato con il contesto circostante. L'intervento proposto prevede la realizzazione di un pennello in posizione inclinata rispetto alla riva con una forte componente dell'orientamento verso Sud, secondo una direzione avente una componente tangenziale al trasporto litoraneo che produce una zona riparata dal moto ondoso. Il pennello sarà realizzato in materiale lapideo di massi naturali messi in opera a strati: una mantellata costituita da doppio strato di massi del peso desunto dalle formule di calcolo, un filtro di massi meno pesanti, e un sottostante nucleo di massi più piccolo ove necessario. I sedimenti risultanti dagli scavi saranno utilizzati per ripascimento della zona. I massi di mantellata e parte dei massi di filtro saranno in parte ottenuti dai materiali delle demolizioni del vecchio frangiflutti che ha esaurito la sua funzione protettiva. Si rimanda all'elaborato B05 "Planimetria generale stato di progetto" per la rappresentazione grafica degli interventi in progetto. Si precisa inoltre che le dimensioni definitive del pettine sono state fortemente condizionate dalla disponibilità finanziaria prevista dal bando, ma rimane in ogni caso un intervento funzionale per la criticità dell'area di intervento.

Il Tecnico

Ing. Salvatore Piero Anania



