



UNIONE EUROPEA



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE CALABRIA



CITTA' METROPOLITANA DI REGGIO CALABRIA

Settore 13 Difesa del Suolo e Salvaguardia delle Coste
Edilizia e Impiantistica Sportiva

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO



LAZZARO



SALINE



TITOLO ELABORATO

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

SCALA:		SEZIONE		001		ELABORATO N.		001	
REVISIONI	3								
	2								
	1								
	0	EMISSIONE	Settembre 2017						
N°	MODIFICA	DATA	FIRMA	DATA	FIRMA	DATA	FIRMA		
		DISEGNATO		CONTROLLATO		APPROVATO			

PROGETTAZIONE:

ing. Ezio Maria Giuseppe TRIPODI
via Nazionale, 104 89062 Motta San Giovanni - Lazzaro (RC)
e-mail trendss@libero.it
tel./fax 0965713367 cell.3331095009

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

DOTT. ARCH. GIUSEPPE BENCIVINNI
CITTA' METROPOLITANA DI REGGIO CALABRIA
Settore 13 Difesa del Suolo e Salvaguardia delle Coste
Piazza Italia 89100 Reggio Calabria
P.I. 80000100802 fax 0965.895067 - 858519

RESPONSABILE DEL SETTORE:

DOTT. ING. PIETRO FOTI
CITTA' METROPOLITANA DI REGGIO CALABRIA
Settore 13 Difesa del Suolo e Salvaguardia delle Coste
Piazza Italia 89100 Reggio Calabria
P.I. 80000100802 fax 0965.895067 - 858519

INTERVENTI DI DIFESA COSTIERA SUL TRATTO DI LITORALE DA SALINE IONICHE DEL COMUNE DI MONTEBELLO IONICO A LOCALITA' LAZZARO DEL COMUNE DI MOTTA SAN GIOVANNI.

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Settembre 2017

SOMMARIO

1	PREMESSE	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE, DESCRIZIONE E ORIENTAMENTO DEL PARAGGIO	5
2.1	DESCRIZIONE	5
2.1.1	Zona I “Lazzaro”	8
2.1.2	Zona II “Saline Ioniche”	14
2.2	ANALISI STATO DI FATTO	22
2.2.1	DINAMICA LITORANEA	22
2.2.2	ALIMENTAZIONE TORRENTI.....	22
2.2.3	STATO EROSIONE ED INTERVENTI	23
2.2.4	PERICOLOSITA' E PRIORITA'	23
3	OBIETTIVI	23
4	DESCRIZIONE DEL TRATTO IN ESAME	24
5	INDAGINI DI SUPPORTO AL PROGETTO	39
5.1	Lo studio meteomarinario	39
5.2	Le caratteristiche ondose sotto costa.....	41
6	ANALISI DEI POSSIBILI INTERVENTI STRUTTURALI	43
6.1	Premessa.....	43
6.2	Ipotesi di ripascimento libero sulla costa	43
6.3	Evoluzione del litorale a seguito della realizzazione di un sistema di pennelli	45
6.4	Tipologie costruttive e aspetti funzionali	45
6.5	Tendenza evolutiva della linea di riva conseguente la realizzazione del sistema di pennelli	47
7	CONSIDERAZIONI DI SINTESI SULLE SOLUZIONI PROGETTUALI ESAMINATE	48
8	DESCRIZIONE DEL PROGETTO: ASPETTI TECNICI E METRICI.....	49
9	PRINCIPI DI CARATTERE GENERALE A BASE DELLA PROGETTAZIONE	49
10	CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI E DESCRITTIVE DEI MATERIALI PRESCELTI	49
11	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE DELL'AREA	49
12	STUDI SPECIALISTICI EFFETTUATI	50
12.1	Rilievo topografico.....	50
12.2	Monografie di dettaglio delle opere esistenti	50
13	IMPATTO AMBIENTALE.....	50
14	PROCEDURE AMMINISTRATIVE – DISPONIBILITÀ DELLE AREE – VINCOLI ESISTENTI - AUTORIZZAZIONI	50
15	ACCESSIBILITÀ, UTILIZZO E MANUTENZIONE DELLE OPERE, DEGLI IMPIANTI E DEI SERVIZI ESISTENTI	51
16	DURATA DEI LAVORI	51
17	CAVE E DISCARICHE	51
18	IDONEITÀ DELLE OPERE ESISTENTI	51
19	INTERFERENZE DELLE RETI AEREE E SOTTERRANEE	52
20	RISPONDEZZA AL PROGETTO PRELIMINARE ED ALLE EVENTUALI PRESCRIZIONI	52
21	QUADRO ECONOMICO LAVORI	52

INDICE FIGURE

Fig. 1	Inquadramento territoriale.....	5
Fig. 2	PSEC tavola 614041_P.....	6
Fig. 3	PSEC tavola 614042_P.....	6
Fig. 4	PSEC tavola 615013_P.....	7
Fig. 5	PSEC tavola 615054_P.....	7
Fig. 6	PSEC tavola 615051_P.....	8
Fig. 7	Zona I: Inquadramento geografico del paraggio sede dell'intervento di difesa costiera	8
Fig. 8	Zona d'intervento I	10
Fig. 9	Inquadramento zona I	9
Fig. 10	Inquadramento contesto zona I	10
Fig. 11	Inquadramento opere esistenti zona I	11

Fig. 12 Inquadramento opere esistenti Lungomare Cicerone	11
Fig. 13 Inquadramento opere esistenti tratto S.Vincenzo- Saetta	12
Fig. 14 Inquadramento opere esistenti Lungomare Ottaviano Augusto – Torrente Oliveto.....	12
Fig. 15 Calabria; aree ZPS-SIC-PROTETTE	13
Fig. 16 SPA Natura 2000 sito IT9350172	14
Fig. 17 Zona II: Inquadramento geografico del paraggio sede dell'intervento di difesa costiera	14
Fig. 18 Zona d'intervento II	15
Fig. 19 Zona d'intervento II	16
Fig. 20 Inquadramento zona II.....	15
Fig. 21 Inquadramento contesto zona II	16
Fig. 22 Inquadramento opere esistenti zona II	17
Fig. 23 Inquadramento opere esistenti zona II area A.....	18
Fig. 24 Inquadramento opere esistenti zona II area B.....	19
Fig. 25 Aree protette.....	19
Fig. 26 Sito IT9350172	20
Fig. 27 Sito IT9350143	21
Fig. 28 Evoluzione linea costa 2008-2016	23
Fig. 29 Localizzazione dei punti dati di moto ondoso	40
Fig. 30 Punto [37.5°N-15.5°E]: probabilità di superamento omnidirezionale.	40
Fig. 31 Punto [38.5°N-15.5°E]: Periodo di ritorno R(Hs>h) omnidirezionale.	41
Fig. 32 Diagramma polare della distribuzione dell'energia media annua associata al moto ondoso sottocosta.....	42
Fig. 17 Schema di un ripascimento.....	43
Fig. 34 Evoluzione nel tempo di un ripascimento libero eseguito sul litorale.....	45
Fig. 35 Alcuni esempi di pennelli compositi.	46
Fig. 36 Deformata tendenziale della linea di riva.....	47

INDICE FOTO

Foto 1 Zona II Saline Area B	25
Foto 2 Zona II Saline Area B	26
Foto 3 Zona II Saline Area B	27
Foto 4 Zona II Saline Area A	28
Foto 5 Inizio lato Sud Lungomare Cicerone zona A Lazzaro	29
Foto 6 Lungomare Cicerone Zona A Lazzaro	29
Foto 7 Lungomare Cicerone zona A Lazzaro	30
Foto 8 Lungomare Cicerone zona A Lazzaro	30
Foto 9 Lungomare Cicerone zona A Lazzaro	31
Foto 10 Lungomare Cicerone zona A Lazzaro	31
Foto 11 Lungomare Cicerone zona A Lazzaro	32
Foto 12 Lungomare Cicerone zona A Lazzaro	32
Foto 13 Lungomare Cicerone zona A Lazzaro	33
Foto 14 inizio lato Nord Lungomare Cicerone (torrente S.Vincenzo) zona A Lazzaro	33
Foto 15 tratto S.Vincenzo-Saetta zona B Lazzaro.....	34
Foto 16 tratto S.Vincenzo-Saetta zona B Lazzaro.....	34
Foto 17 tratto S.Vincenzo-Saetta zona B Lazzaro.....	35
Foto 18 lungomare Ottaviano Augusto zona C Lazzaro.....	35
Foto 19 lungomare Ottaviano Augusto zona C Lazzaro.....	36
Foto 20 lungomare Ottaviano Augusto zona C Lazzaro.....	36
Foto 21 lungomare Ottaviano Augusto zona C Lazzaro.....	37
Foto 22 lungomare Ottaviano Augusto zona C Lazzaro.....	37
Foto 23 lungomare Ottaviano Augusto zona C Lazzaro.....	38
Foto 24 lungomare Ottaviano Augusto zona C Lazzaro.....	38
Foto 25 Pennello Torrente Oliveto zona C Lazzaro	39

1 PREMESSE

Su incarico della Città Metropolitana di Reggio Calabria, Settore 13 – “Difesa del Suolo e Salvaguardia delle Coste”, oggi Città Metropolitana di Reggio Calabria, in data 23/12/2016 è stato affidato allo scrivente, ing. Ezio Maria Giuseppe Tripodi, l’incarico per la Progettazione Preliminare, Definitiva-Esecutiva, coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione e di esecuzione, direzione lavori e contabilità, dell’intervento denominato “Difesa costiera sul tratto di litorale da Saline Ioniche del Comune di Montebello a località Lazzaro del Comune di Motta San Giovanni (RC)”.

La finalità del presente progetto è, quindi, un ulteriore avanzamento dell’azione di messa in sicurezza degli abitati e delle infrastrutture esistenti lungo il litorale, nonché di salvaguardia e tutela della costa, ed è configurabile quale manutenzione di opere esistenti.

Infatti, il tratto di litorale oggetto dell’intervento è inserito in un più ampio contesto di dissesto costiero che si estende da Saline Ioniche fino a Reggio Calabria.

Numerosi interventi ingegneristici hanno provveduto in parte a stabilizzare, mediante opere di difesa di vario genere, ampi tratti di litorale a partire proprio da Saline Ioniche e procedendo verso Nord, lungo il litorale di Lazzaro fino a giungere a Pellaro.

Le opere di manutenzione qui progettate si collocano a mantenimento degli interventi già realizzati per come previsto nei piani di manutenzione allegati ai progetti esecutivi redatti per la realizzazione di dette opere.

In particolare il presente progetto ha per oggetto il tratto di costa prospiciente le località di Saline del Comune di Montebello Ionico e Lazzaro del Comune di Motta San Giovanni.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, DESCRIZIONE E ORIENTAMENTO DEL PARAGGIO

2.1 DESCRIZIONE

La località in esame si affaccia sulla sponda calabrese dello Stretto di Messina, immediatamente a Sud del centro urbano di Reggio Calabria.



Fig. 1 Inquadramento territoriale

L'area in questione è individuata nel MasterPlan per gli interventi di Difesa e di Tutela della Costa redatto dalla Regione Calabria con la seguente codifica:

Macro-Unità Fisiografica	Descrizione	Comuni interessati	Tavola
AREA 12	Foce Fiumara Sant'Anna – Favazzina	Montebello Ionico	TAV_070
		Motta San Giovanni	TAV_071

La stessa area è, inoltre, individuata nel Piano di Bacino Stralcio di Erosione Costiera, redatto dall'ABR, nelle tavole 614041_P, 614042_P, 615013_P, 615054_P e 615051_P di seguito riportate.

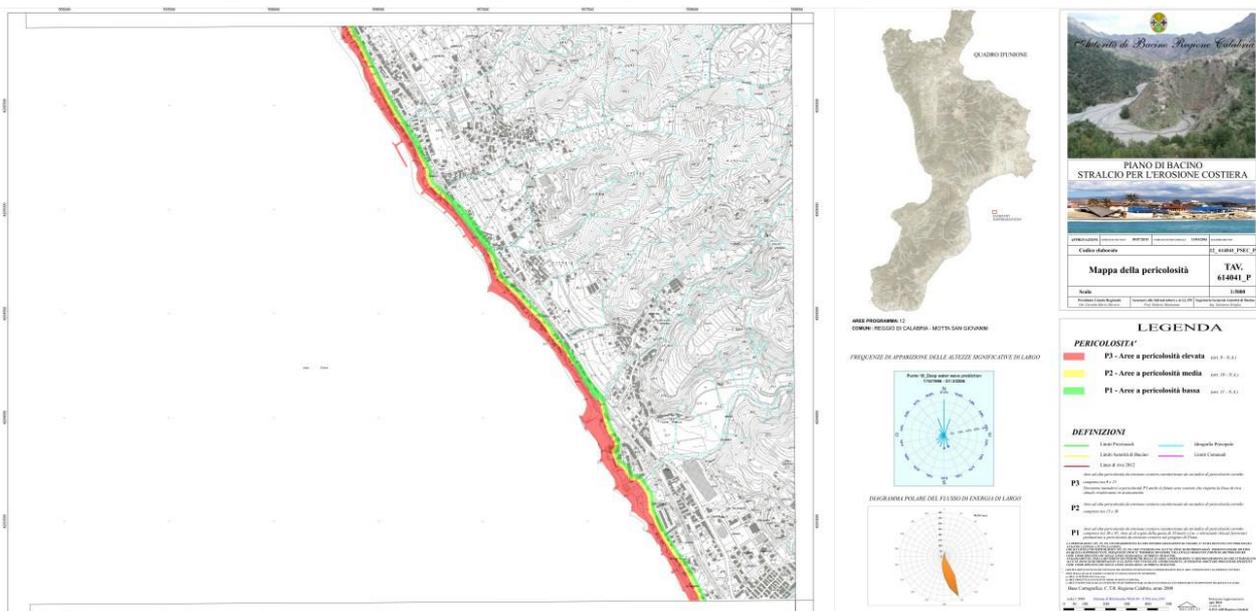


Fig. 2 PSEC tavola 614041_P

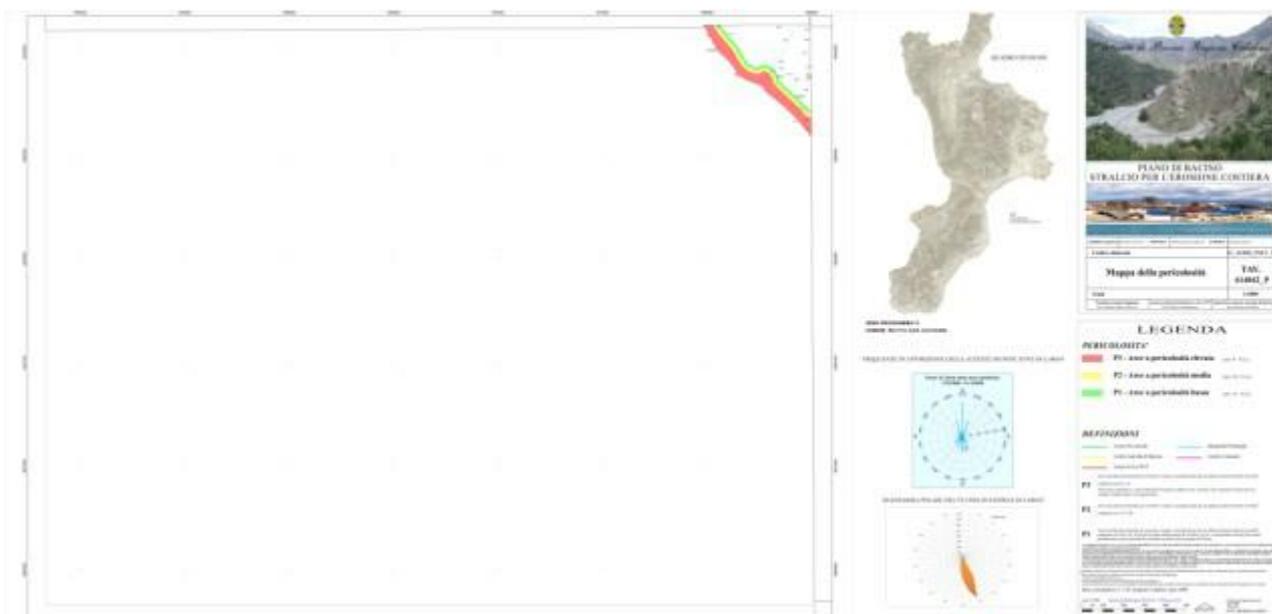


Fig. 3 PSEC tavola 614042_P

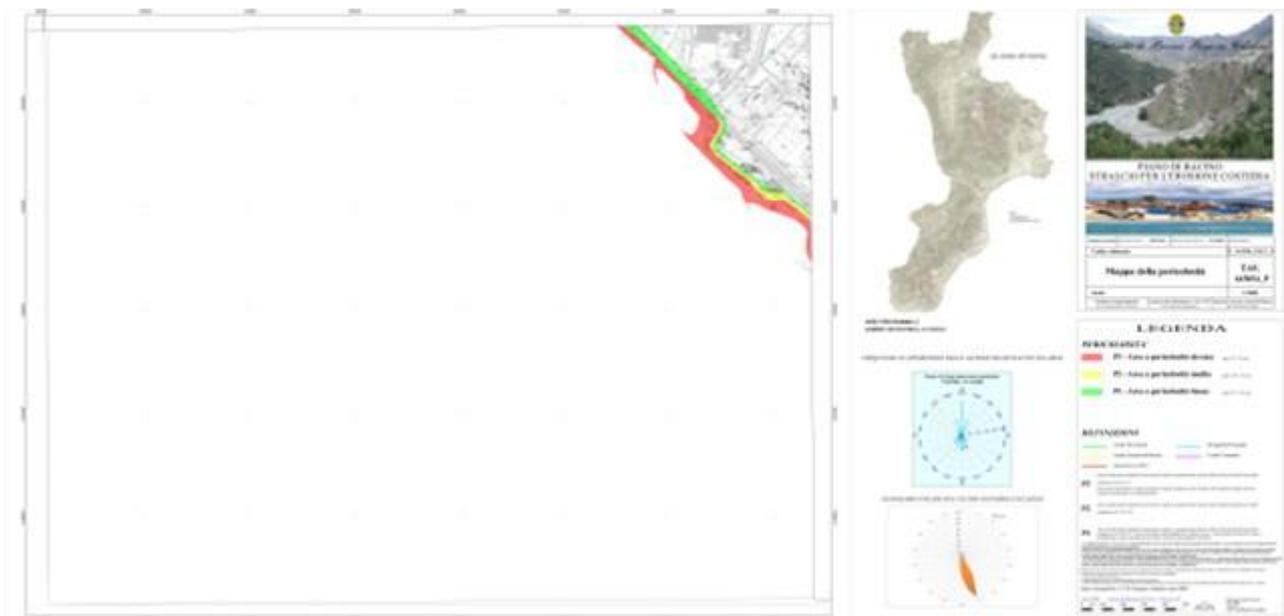
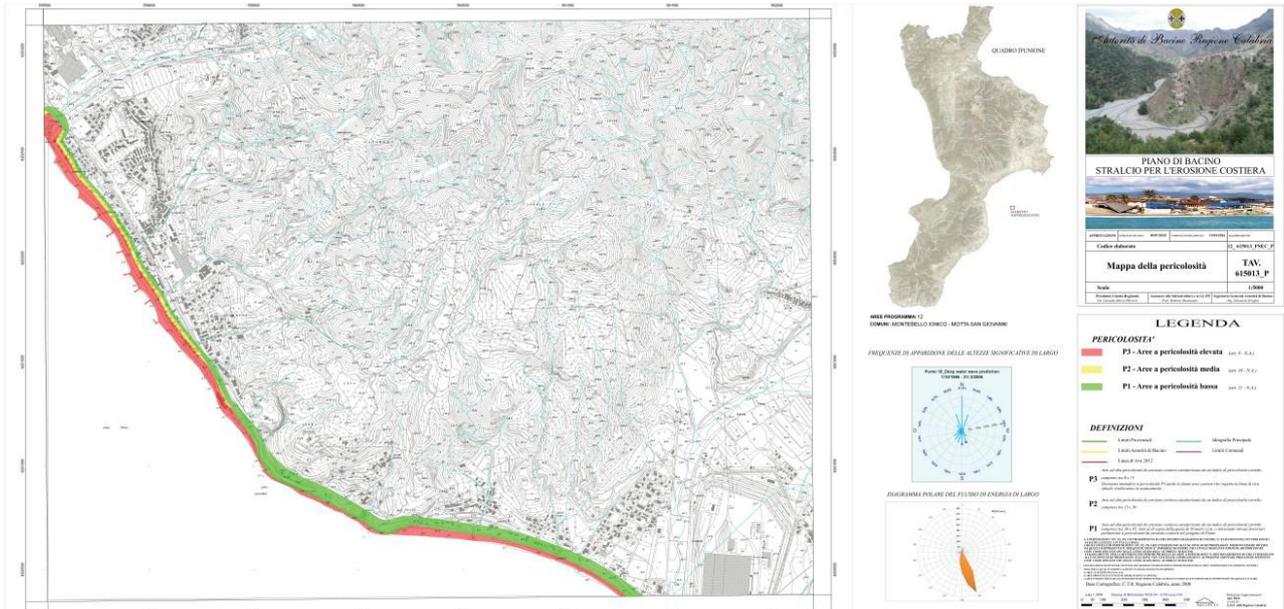




Fig. 6 PSEC tavola 615051_P

L'area in esame, ai fini di una più puntuale definizione, è da suddividere in due zone: la prima, denominata **Zona I**, è quella di **Lazzaro**, la seconda, denominata **Zona II**, è quella di **Saline**.

Le suddette zone sono separate dal promontorio di Capo d'Armi e dal tratto di litorale prospiciente la località Riace.

Inoltre all'interno delle suddette zone le aree d'intervento specifiche sono state evidenziate con le lettere "A", "B", "C", etc..

2.1.1 Zona I "Lazzaro"

Il tratto costiero compreso tra Punta Pellaro e Capo d'Armi, all'interno del quale ricade la **Zona I "Lazzaro"** dell'intervento di difesa in esame, è, grosso modo, rettilineo e presenta un angolo tra l'allineamento fondamentale e il Nord di 33° circa.



Fig. 7 Zona I: Inquadramento geografico del paraggio sede dell'intervento di difesa costiera

Con il termine “allineamento fondamentale” si intende l’allineamento che si ottiene rettificando piccole insenature o protuberanze costiere.

Come si vede, il paraggio presenta circa il 50% della traversia principale esposta ai mari che sopraggiungono dall’imboccatura Sud dello Stretto, i quali sono formati prevalentemente da onde provenienti da mezzogiorno e dal levante.

Queste ultime in particolare non producono alcun effetto sul paraggio in esame, in quanto esso risulta schermato dalla costa Jonica della Calabria.

La rimanente porzione della traversia affaccia direttamente sullo Stretto, con fetches di estensione variabile da un massimo di 7,5 km, in direzione grossomodo ortogonale all’allineamento fondamentale, fino a un minimo di 3 km in direzione circa parallela all’allineamento medesimo.

Più in dettaglio la località oggetto dell’intervento, denominata “Lazzaro”, si affaccia sulla sponda calabrese dello Stretto di Messina, in corrispondenza dell’imboccatura Sud del Canale subito a Nord del promontorio di Capo d’Armi.

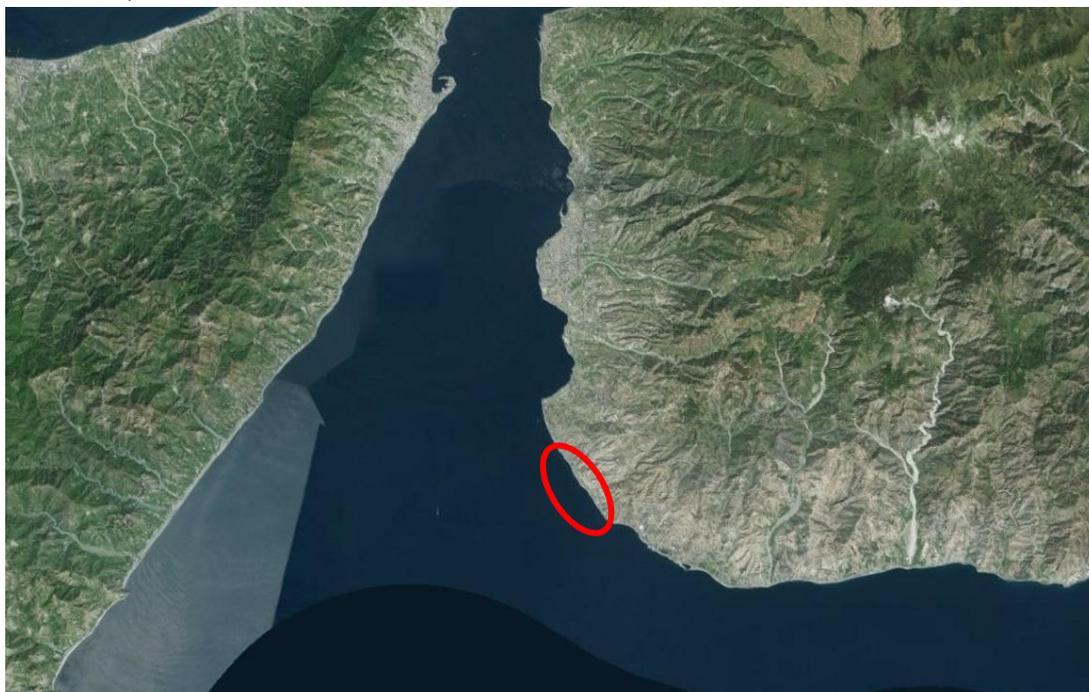


Fig. 8 Inquadramento zona I



Fig. 9 Zona d'intervento I



Fig. 10 Inquadramento contesto zona I



Fig. 11 Inquadramento opere esistenti zona I



Fig. 12 Inquadramento opere esistenti Lungomare Cicerone



Fig. 13 Inquadramento opere esistenti tratto S. Vincenzo - Saetta



Fig. 14 Inquadramento opere esistenti Lungomare Ottaviano Augusto – Torrente Oliveto

Il tratto in esame è, quindi, limitato a sud da Capo d'Armi e a nord dalla Fiumara Oliveto. Esso ricade, quindi, nella zona a sud del Comune di Reggio Calabria e comprende le principali infrastrutture e strutture

viarie, nonché rientra nel tratto 33 (Capo d'Armi-Punta Pellaro) di Okeanos, con una lunghezza di circa 3.3 Km.

Il tratto ha una forte valenza paesaggistica ed ambientale, in quanto è caratterizzato da siti ricadenti nella Rete Natura 2000: SIC Fondali da Punta Pezzo a Capo dell'Armi (IT9350172).

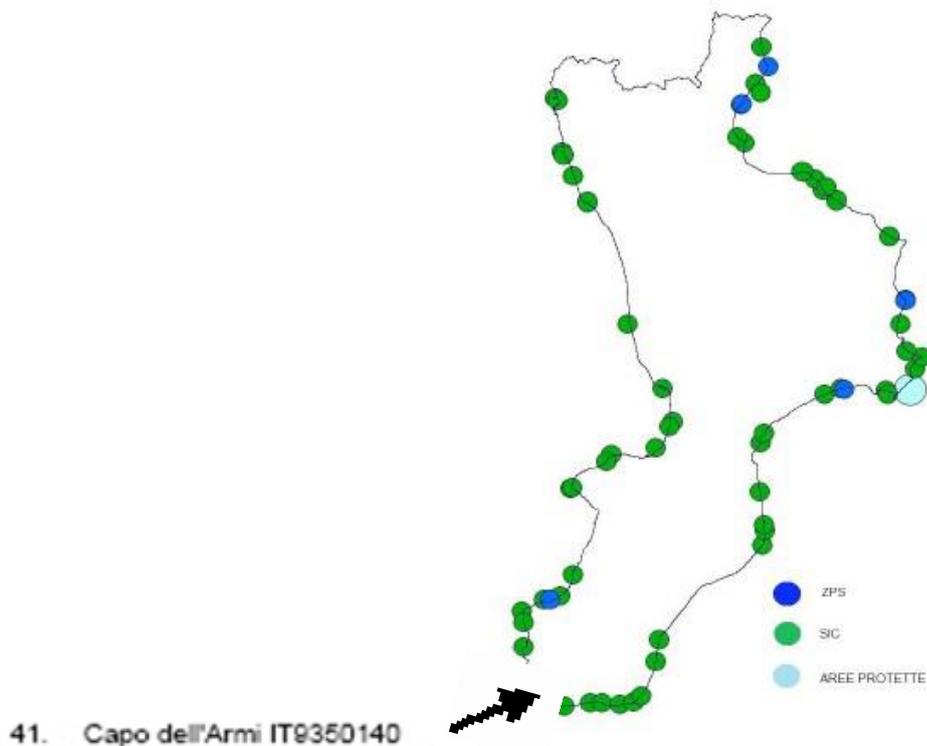


Fig. 15 Calabria; aree ZPS-SIC-PROTETTE



NATURA 2000 - STANDARD DATA FORM

For Special Protection Areas (SPA),
Proposed Sites for Community Importance (pSCI),
Sites of Community Importance (SCI) and
for Special Areas of Conservation (SAC)

SITE IT9350172

SITENAME Fondali da Punta Pezzo a Capo dell'Armi

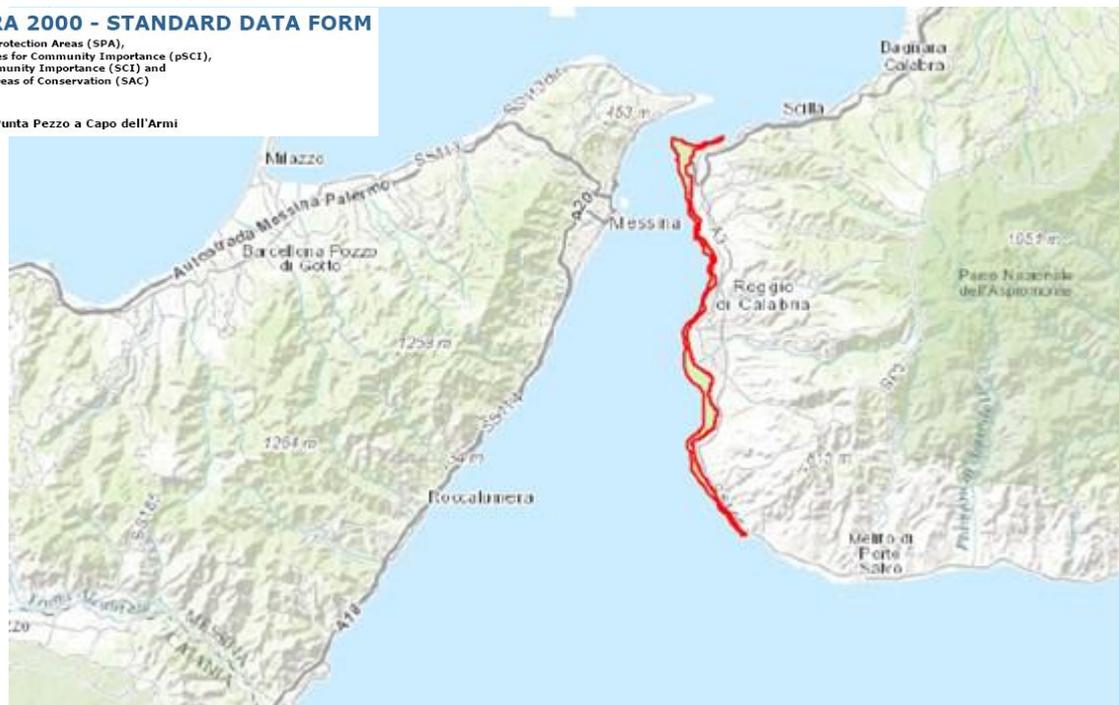


Fig. 16 SPA Natura 2000 sito IT9350172

La costa è bassa e con ampiezza prevalentemente ristretta, in quanto inferiore a 20 m; esistono nella parte Nord, verso Punta Pellaro, anche brevi fasce di costa media.

La composizione granulometrica dei depositi di spiaggia varia da ciottolosa a sabbiosa e ciottolosa: D50m = 0.2 mm - 1.00 mm, per la frazione fine, D50m = 4.00 mm - 6.00 mm per la frazione più fine.

Per la spiaggia sommersa il diametro medio risulta maggiore a basse profondità per effetto della turbolenza, ma diminuisce a profondità maggiori.

Dai sedimenti prelevati dai fondali si nota come le dimensioni dei diametri caratteristici mantengono in linea di massima le stesse dimensioni dei campioni prelevati in battigia. Siamo in presenza di sabbia grossa con presenza di sabbia media.

L'intera area è caratterizzata da cumuli di materiali continentali e marini recenti: i primi predominano in superficie, con apporti anche dalle fiumare specie grossolani, i secondi traggono origine anche dal contributo delle correnti marine.

2.1.2 Zona II "Saline Ioniche"

Il tratto costiero compreso tra Capo d'Armi e punta Melito, all'interno del quale ricade la Zona II "Saline" dell'intervento di difesa in esame, è, grosso modo, rettilineo e presenta un angolo tra l'allineamento fondamentale e il Nord di 60° circa .



Fig. 17 Zona II: Inquadramento geografico del paraggio sede dell'intervento di difesa costiera

Come si vede, il paraggio presenta circa il 50% della traversia principale esposta ai mari che sopraggiungono da Sud in ingresso all'imboccatura dello Stretto, i quali sono formati prevalentemente da onde provenienti da mezzogiorno e dal levante.

Queste ultime in particolare non producono alcun effetto sul paraggio in esame, in quanto esso risulta schermato dalla costa Jonica della Calabria.

La rimanente porzione della traversia affaccia sullo Stretto, con fetches di estensione variabile da un massimo di 7,5 km, in direzione grossomodo ortogonale all'allineamento fondamentale, fino a un minimo di 3 km in direzione circa parallela all'allineamento medesimo.

Più in dettaglio la località oggetto dell'intervento, denominata "Saline", si affaccia sulla sponda calabrese dello Stretto di Messina, subito a Sud del promontorio di Capo d'Armi.



Fig. 18 Inquadramento zona II

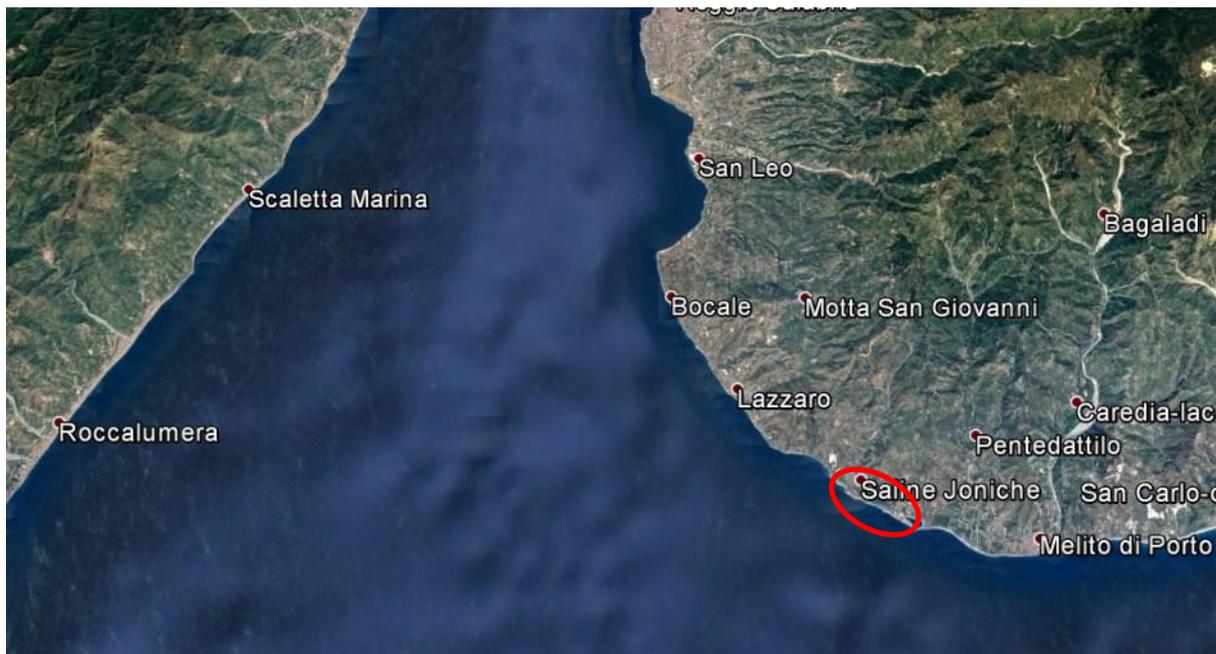


Fig. 19 Zona d'intervento II



Fig. 20 Inquadramento contesto zona II



Fig. 21 Zona d'intervento II



Fig. 22 Inquadramento opere esistenti zona II



Fig. 23 Inquadramento opere esistenti zona II area A



Fig. 24 Inquadramento opere esistenti zona II area B

Il tratto in esame è, quindi, limitato a Nord da Capo d'Armi e a Sud dalla zona umida del Pantano. Comprende principali infrastrutture e strutture viarie e ha una forte valenza paesaggistica ed ambientale in quanto è caratterizzato dai siti ricadenti nella Rete Natura 2000.

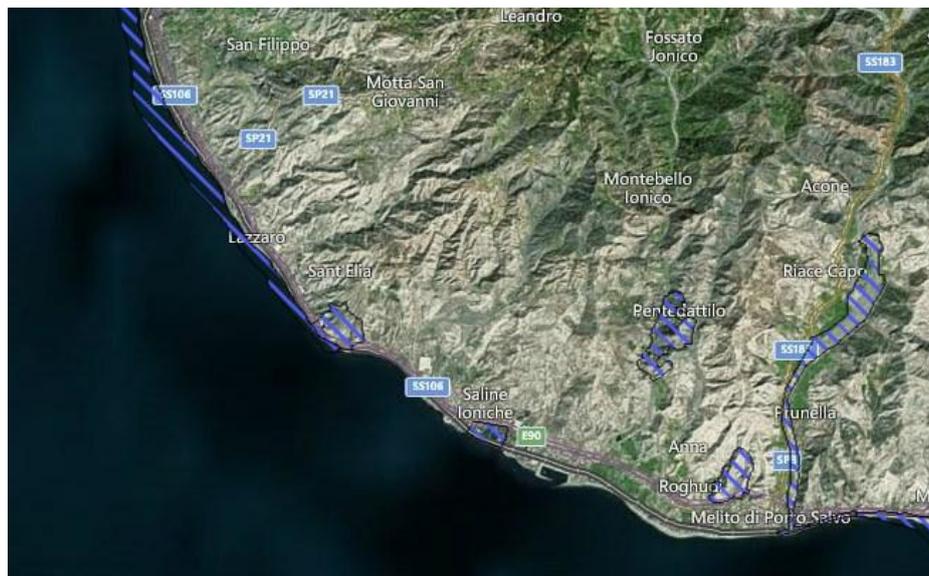


Fig. 25 Aree protette

In particolare l'area in esame si trova tra la zona SIC "Fondali da Punta Pezzo a Capo dell'Armi (IT9350172)" e la zona "Saline Ioniche (IT9350143)".

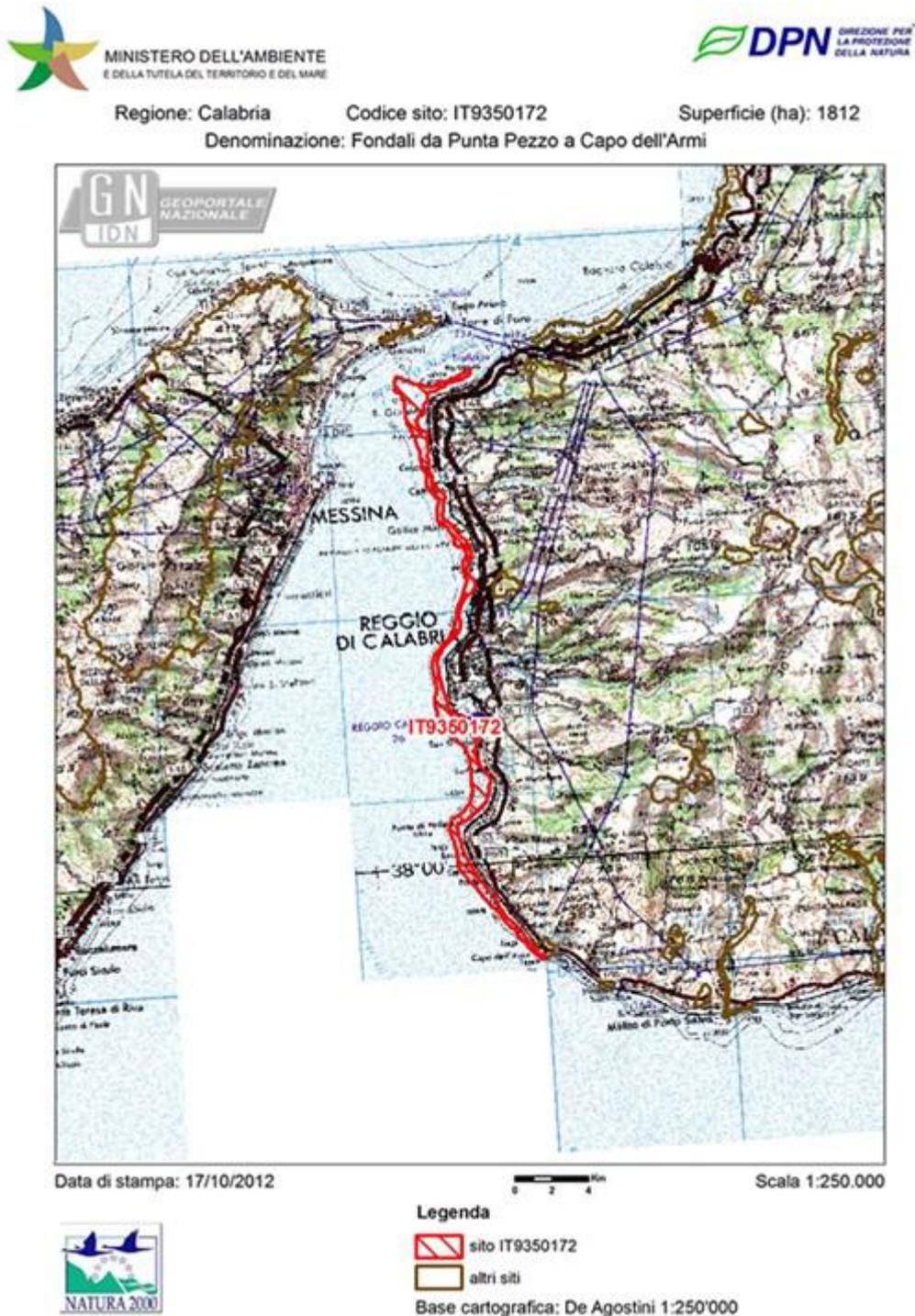


Fig. 26 Sito IT9350172



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

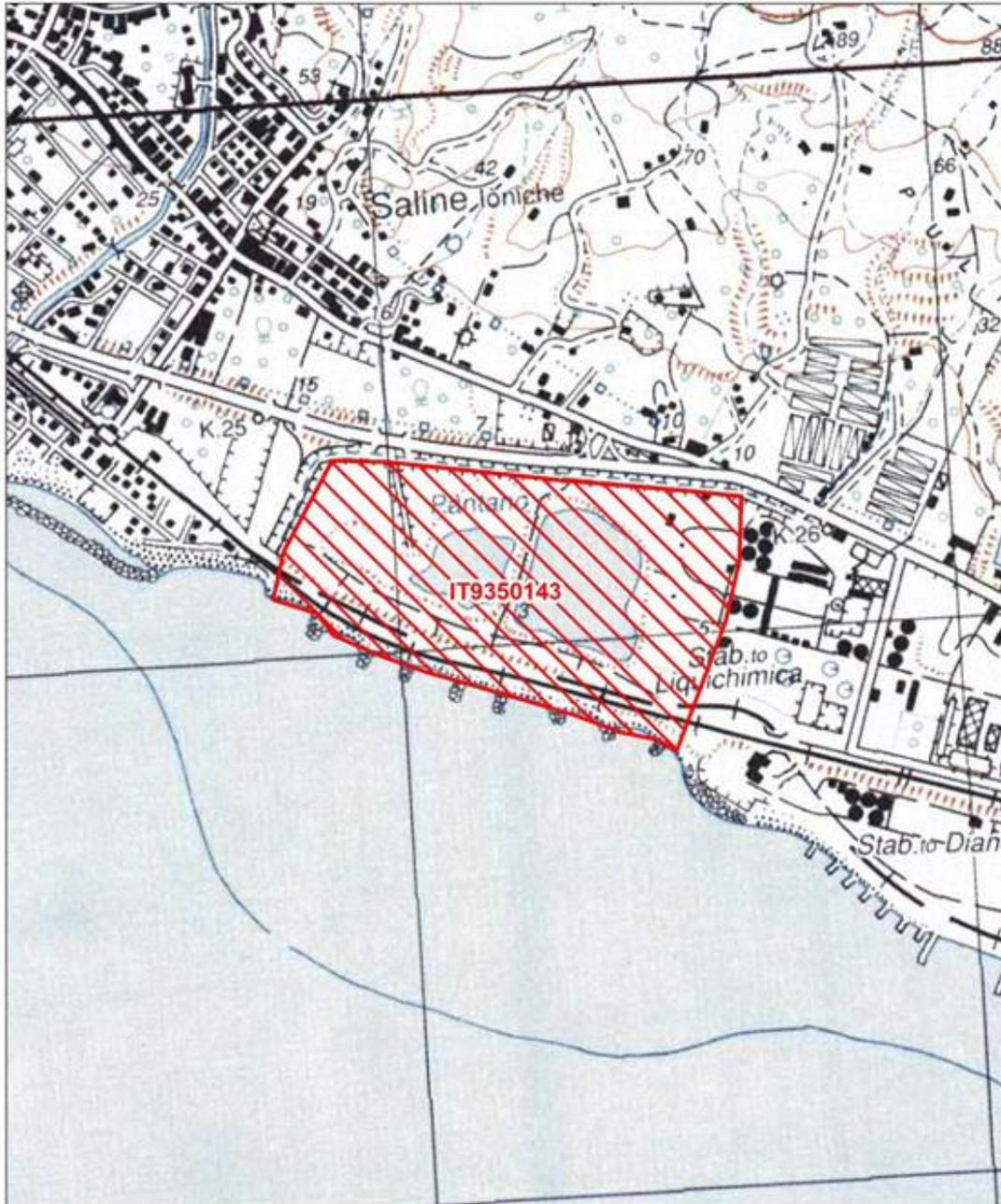


Regione: Calabria

Codice sito: IT9350143

Superficie (ha): 30

Denominazione: Saline Ioniche



Data di stampa: 17/10/2012

Scala 1:10.000



Legenda

-  sito IT9350143
-  altri siti

Base cartografica: IGM 1:25'000
Fig. 27 Sito IT9350143

La costa è bassa e con ampiezza prevalentemente ristretta, in quanto inferiore a 20 m; esistono nella parte Nord, verso Punta Pellaro, e nella parte Sud, verso Melito, anche brevi fasce di costa media.

La composizione granulometrica dei depositi di spiaggia varia da ciottolosa a sabbiosa e ciottolosa: D50m = 0.2 mm - 1.00 mm, per la frazione fine, D50m = 4.00 mm - 6.00 mm per la frazione più fine.

Per la spiaggia sommersa il diametro medio risulta maggiore a basse profondità per effetto della turbolenza, ma diminuisce a profondità maggiori.

Dai sedimenti prelevati dai fondali si nota come le dimensioni dei diametri caratteristici mantengono in linea di massima le stesse dimensioni dei campioni prelevati in battigia. Siamo in presenza di sabbia grossa con presenza di sabbia media.

L'intera area è caratterizzata da cumuli di materiali continentali e marini recenti: i primi predominano in superficie, con apporti anche dalle fiumare specie grossolani, i secondi traggono origine anche dal contributo delle correnti marine.

2.2 ANALISI STATO DI FATTO

2.1.1 DINAMICA LITORANEA

L'area è caratterizzata da un promontorio, Capo d'Armi, e da un'insenatura, Riace, che dividono le due zone d'intervento.

La prima zona, Lazzaro, ha una pendenza media del fondale entro la batimetrica -10m pari a circa il 28%; la seconda, Saline, una pendenza della spiaggia entro la batimetrica -10 pari a circa il 15%. La distanza dalla battigia della batimetrica -20m è intorno a 70m.

Come gli altri tratti costieri affacciati sullo Stretto, il tratto presenta particolari condizioni meteomarine, in cui il settore di traversia è compreso tra 90° e 160° N mentre il settore di traversia secondario si individua tra 250° e 280° N.

In particolare, il clima ondoso a largo è caratterizzato da onde di altezza compresa fra 3.5 m e 2.5 m, provenienti rispettivamente da ESE e da SSO. Pertanto la costa è interessata sostanzialmente dalle inondazioni provenienti dalle direzioni di Scirocco e Libeccio. Al riguardo si evidenzia che le mareggiate più temibili per le coste reggine sono quelle provenienti da Libeccio.

La conformazione morfologica dei fondali, caratterizzata da pendenza molto elevata e dalla presenza del gradino subacqueo in posizione molto prossima alla battigia, lascia prevedere che le perdite trasversali giochino un ruolo importante nel regime litoraneo locale.

Il trasporto solido lungo riva ha una tendenza netta non molto marcata e variabile (max 12.000 mc/anno); comunque, i valori di movimentazione dei sedimenti sono poco significativi e in alcune porzioni assumono valori negativi.

2.1.2 ALIMENTAZIONE TORRENTI

Il rifornimento del litorale avviene dalle foci delle fiumare (F.ra Annà, Sant'Elia, F.ra Molaro I e II, F.ra S. Vincenzo, F.ra Oliveto), nonché da bacini minori.

Il contributo delle portate solide di queste fiumare è notevolmente ridotto per la presenza di opere di tombatura, opere in alveo e alveo cementati.

Il tratto è caratterizzato da debole dinamicità (apporti scarsi, trasporto quasi nullo) e da presenza diffusa di opere che alterano l'evoluzione naturale del litorale.

2.1.3 STATO EROSIONE ED INTERVENTI

La tendenza evolutiva della spiaggia è in evidente arretramento, tanto che in alcune porzioni la profondità si riduce ad una lingua di sabbia.

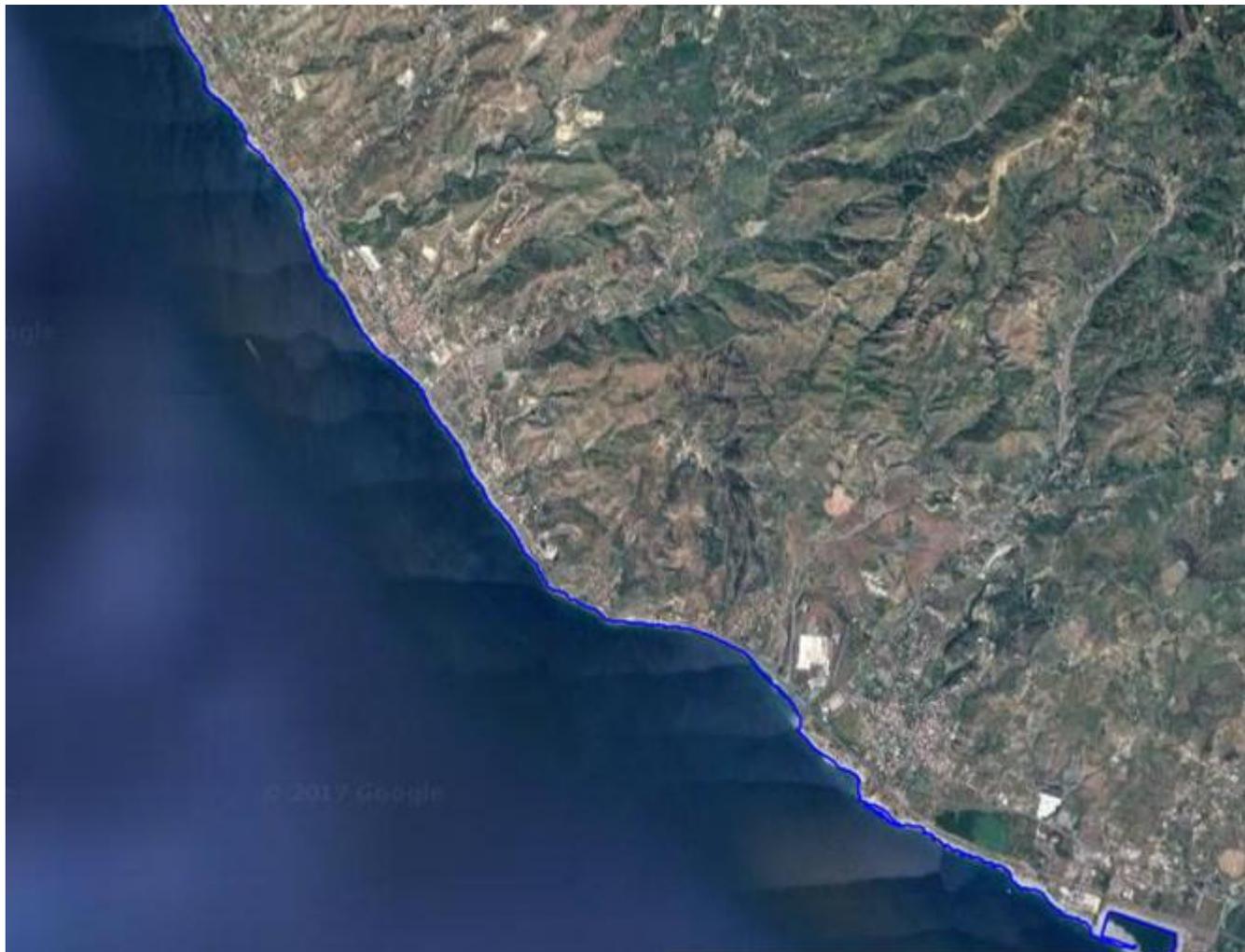


Fig. 28 Evoluzione linea costa 2008-2016

L'area è stata interessata negli anni da una intensa erosione.

Per contrastare gli effetti erosivi sono stati realizzati, in più fasi, i seguenti interventi:

- batterie di pennelli e scogliere emergenti e sofolte a ridosso del litorale che ha reso al momento l'erosione controllata;
- mantellate con scogliera in massi di protezione infrastrutture.

2.1.4 PERICOLOSITA' E PRIORITA'

Attualmente il tratto costiero interessato da intensa erosione si individua lungo tutto il litorale. Le priorità vanno considerate in funzione della dinamica meteomarina, quindi, in senso opposto al trasporto solido e quindi da Nord a Sud.

3 OBIETTIVI

Gli obiettivi del presente progetto sono così riassumibili:

- riqualificazione del litorale e protezione dal moto ondoso al fine di prevenire danneggiamenti alle infrastrutture (es. ferrovia e via marina).

Per perseguire gli obiettivi di difesa e di ampliamento della spiaggia, le tipologie d'intervento possibili sono:

- il ripascimento protetto, le opere radenti ed il ripascimento artificiale;
- interventi di manutenzione opere di difesa esistenti;
- studi sul ripristino del trasporto solido fluviale per l'alimentazione del tratto di costa.

4 DESCRIZIONE DEL TRATTO IN ESAME

Il tratto costiero in esame presenta un angolo tra l'allineamento fondamentale e il Nord di 33° circa per la zona I Lazzaro e di 60° per la zona II Saline..

Con il termine "allineamento fondamentale" si intende l'allineamento che si ottiene rettificando piccole insenature o protuberanze costiere.

Come si vede, il paraggio presenta circa il 50% della traversia principale esposta ai mari che sopraggiungono da Sud, i quali sono formati prevalentemente da onde provenienti da mezzogiorno e dal levante. Queste ultime in particolare non producono alcun effetto sul paraggio in esame, in quanto esso risulta schermato dalla costa Jonica della Calabria. La rimanente porzione della traversia affaccia direttamente sullo Stretto, con fetches di estensione variabile da un massimo di 7,5 km, in direzione grossomodo ortogonale all'allineamento fondamentale, fino a un minimo di 3 km in direzione circa parallela all'allineamento medesimo.

Le ondate da Mezzogiorno sono in grado di movimentare la sabbia lungo-costa in direzione Sud-Nord (cioè da Saline verso Lazzaro). Tale capacità di trasporto non è bilanciata dal trasporto in senso opposto (Nord-Sud) prodotto dalle onde di maestrale (direzione di provenienza Nord-Ovest) essendo queste ultime meno alte e meno frequenti rispetto alle prime (le onde di Mezzogiorno). Se l'approvvigionamento di materiale sabbioso proveniente da Saline è insufficiente a compensare il potenziale netto risultante di trasporto la spiaggia si erode. Questo è quanto è accaduto sulla costa in esame a seguito della concomitanza di due fattori sfavorevoli: la riduzione del trasporto solido lungo-costa operato dalla presenza del **molo di sopraflutto del porto di Saline Ioniche**, e la riduzione di apporto di **sedimenti dalle fiumare**.

Le foto seguenti mostrano, procedendo da Sud verso Nord, lo stato attuale in cui versa la porzione del litorale oggetto dell'intervento qui proposto.



Foto 1 Zona II Saline Area B

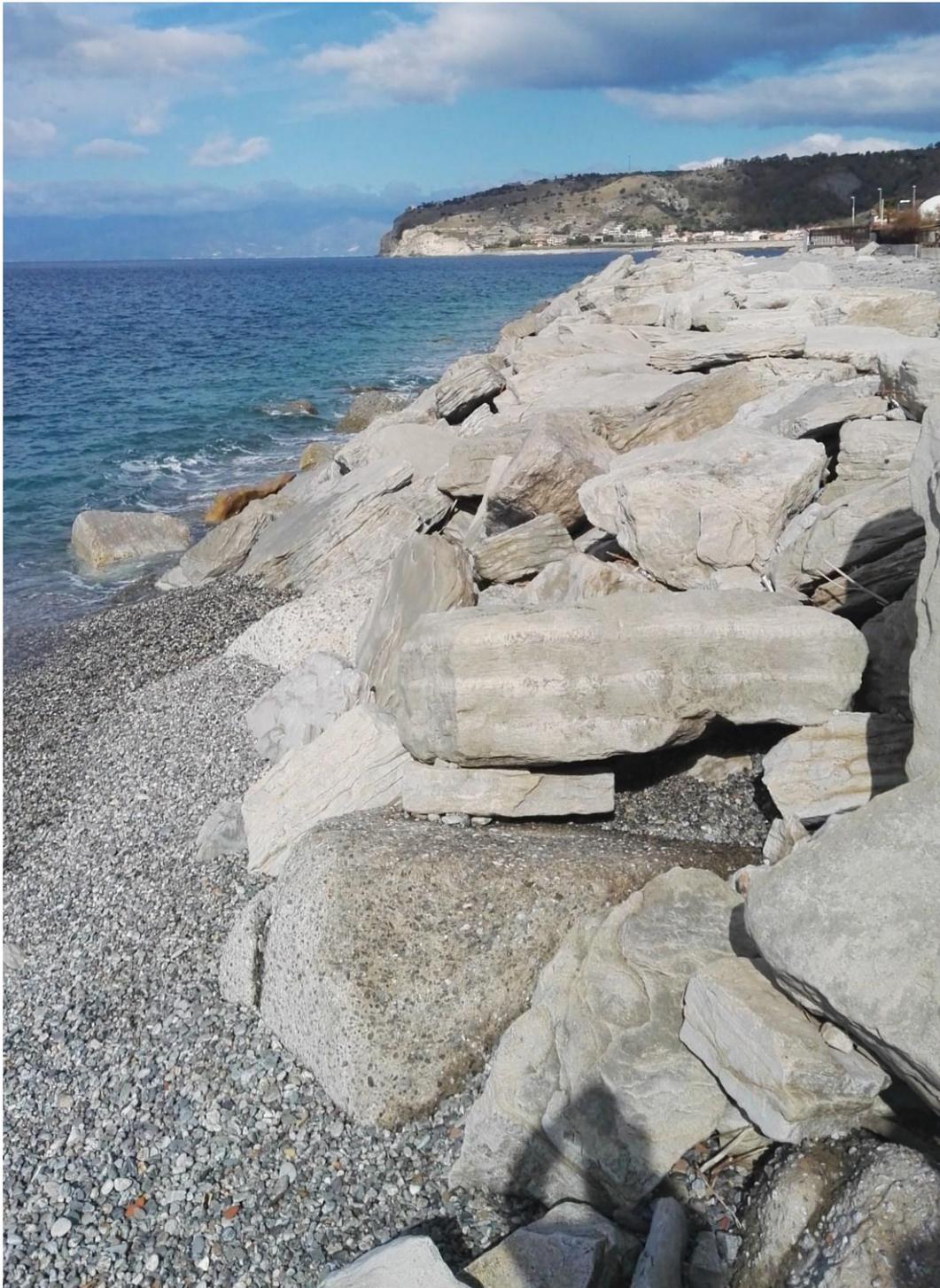


Foto 2 Zona II Saline Area B



Foto 3 Zona II Saline Area B

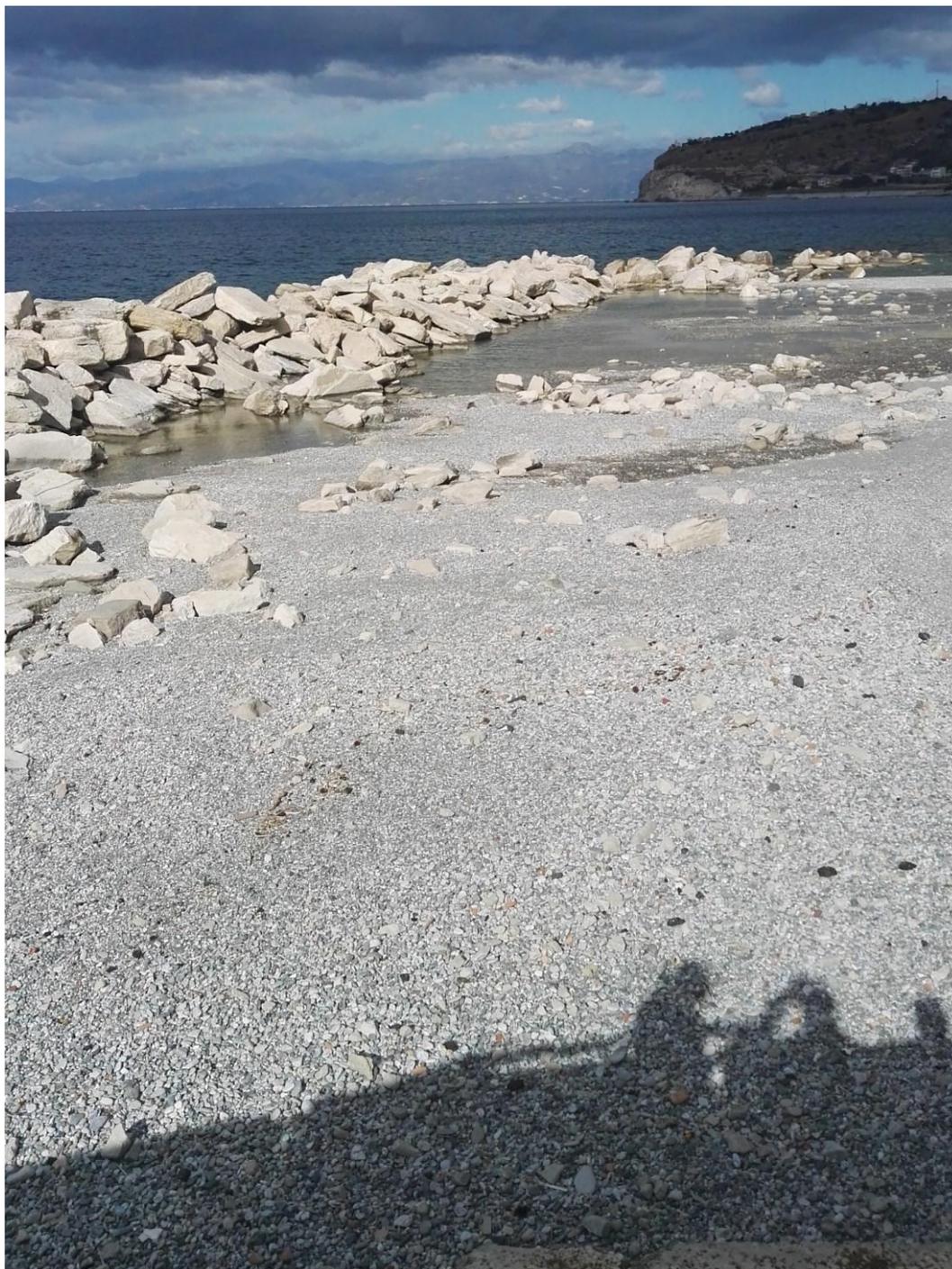


Foto 4 Zona II Saline Area A

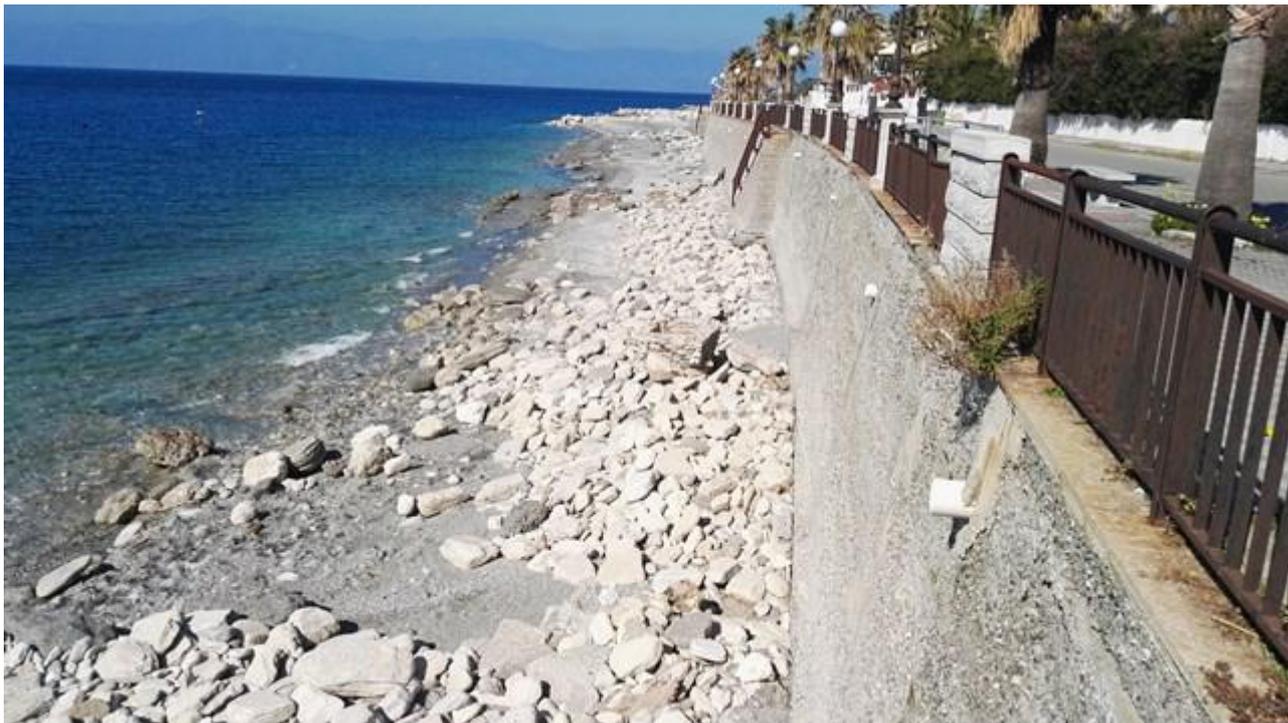


Foto 5 Inizio lato Sud Lungomare Cicerone zona A Lazzaro

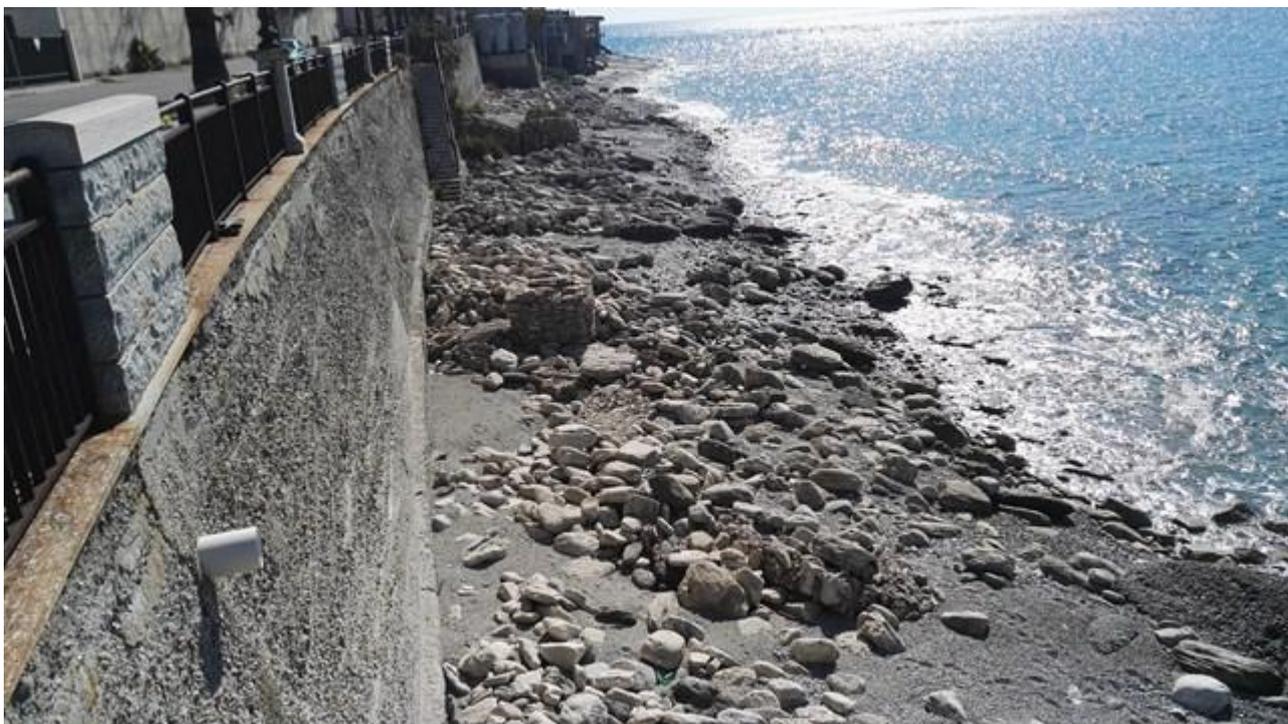


Foto 6 Lungomare Cicerone Zona A Lazzaro



Foto 7 Lungomare Cicerone zona A Lazzaro



Foto 8 Lungomare Cicerone zona A Lazzaro



Foto 9 Lungomare Cicerone zona A Lazzaro



Foto 10 Lungomare Cicerone zona A Lazzaro



Foto 11 Lungomare Cicerone zona A Lazzaro



Foto 12 Lungomare Cicerone zona A Lazzaro



Foto 13 Lungomare Cicerone zona A Lazzaro

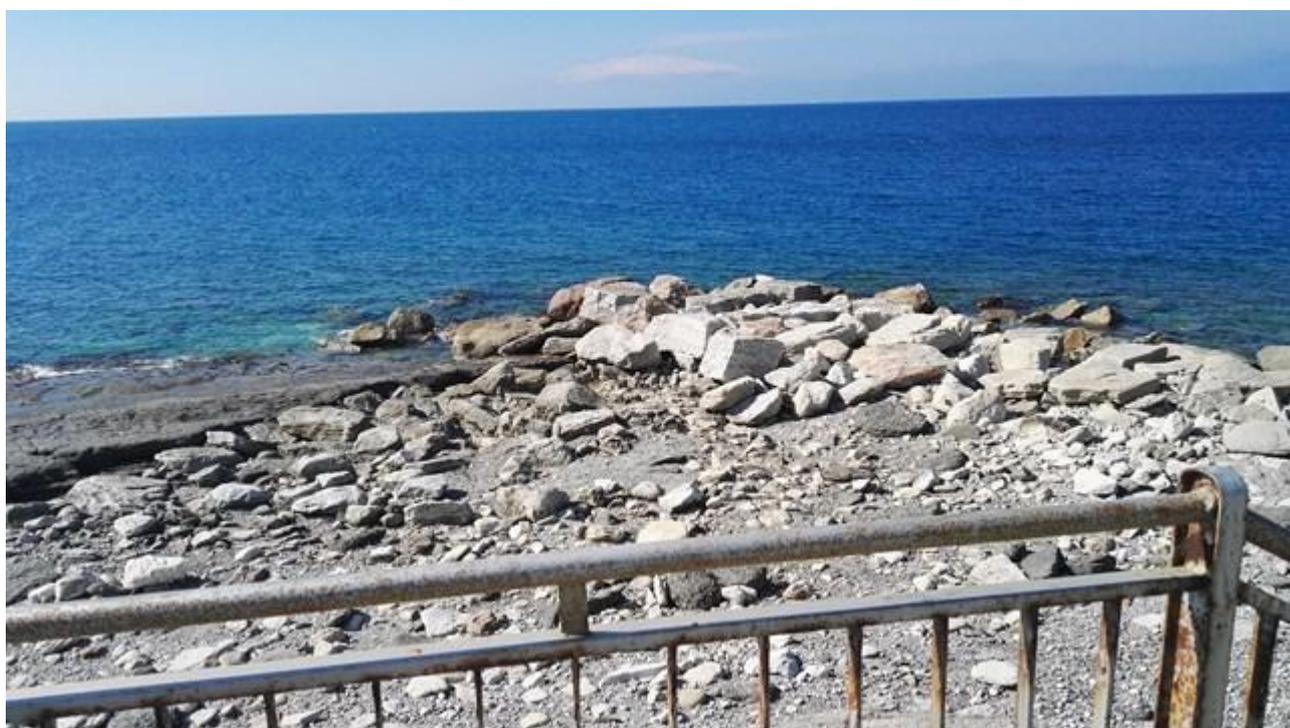


Foto 14 inizio lato Nord Lungomare Cicerone (torrente S.Vincenzo) zona A Lazzaro



Foto 15 tratto S.Vincenzo-Saetta zona B Lazzaro

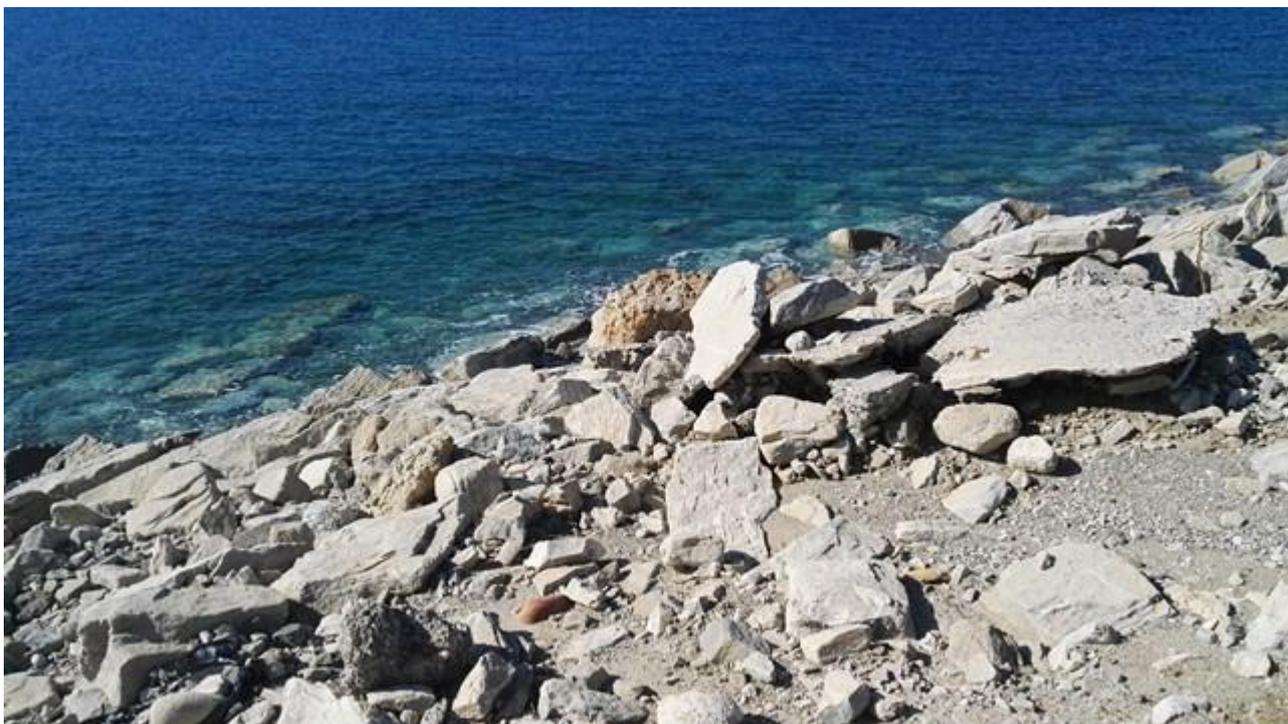


Foto 16 tratto S.Vincenzo-Saetta zona B Lazzaro



Foto 17 tratto S.Vincenzo-Saetta zona B Lazzaro



Foto 18 lungomare Ottaviano Augusto zona C Lazzaro



Foto 19 lungomare Ottaviano Augusto zona C Lazzaro



Foto 20 lungomare Ottaviano Augusto zona C Lazzaro



Foto 21 lungomare Ottaviano Augusto zona C Lazzaro

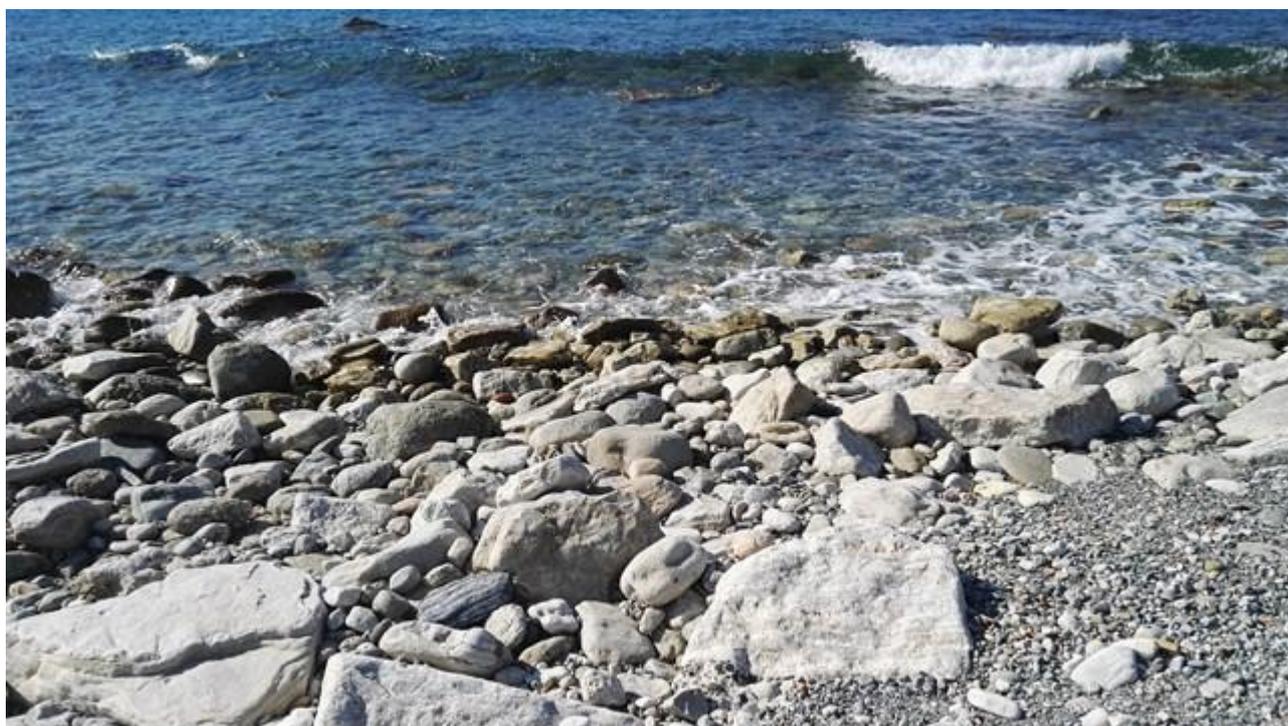


Foto 22 lungomare Ottaviano Augusto zona C Lazzaro



Foto 23 lungomare Ottaviano Augusto zona C Lazzaro

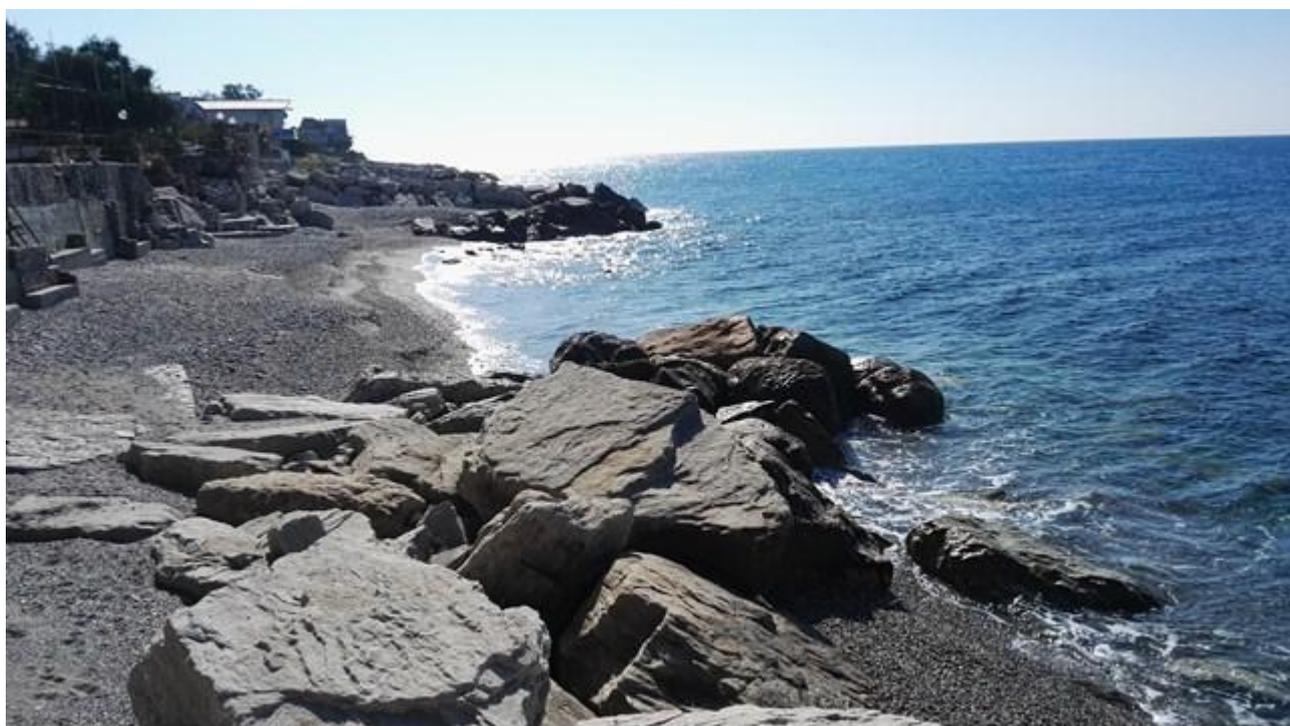


Foto 24 lungomare Ottaviano Augusto zona C Lazzaro



Foto 25 Pennello Torrente Oliveto zona C Lazzaro

5 INDAGINI DI SUPPORTO AL PROGETTO

Gli studi e le indagini di supporto alla redazione del presente progetto sono quelle allegate ai progetti di realizzazione delle opere oggetto di manutenzione e specificatamente:

- studio meteo marino;
- studio del moto ondoso sotto costa;
- studio su modello matematico degli effetti sulla stabilità del litorale ad opera di diversi scenari di intervento;

che sommariamente si riportano di seguito.

5.1 Lo studio meteomarinario

L'analisi del clima ondoso è stata effettuata a partire dai dati di moto ondoso reperibili presso il Centro Meteorologico Inglese Met-Office (UKMO), non essendo disponibili rilievi strumentali sistematici del moto ondoso nello Stretto di Messina.

L'archivio del Met-Office dispone attualmente di osservazioni a partire da gennaio 1990. I valori di altezza significativa, periodo medio (Rice) e direzione dominante sono registrati ad intervalli di 6 ore.

Lo stesso Istituto fornisce inoltre le frequenze di apparizione per svariati livelli di altezza significativa e periodo medio raggruppati per settore di provenienza. I settori hanno ampiezza $\Delta\alpha=10^\circ$, gli intervalli di altezza significativa sono di 0.5 m e gli intervalli di periodo medio sono di 1 s.

A causa delle notevoli imprecisioni nella previsione del moto ondoso che si verificano in prossimità alle coste, le coordinate geografiche del nodo della griglia di calcolo del modello EWM più vicino sono [37.8° N-15.5° E]. Si tratta di un punto al disotto dell'imboccatura Sud dello Stretto, situato grossomodo alla stessa latitudine di Taormina (v. fig. 29).

La probabilità di superamento $P(H_s > h)$, dell'altezza significativa H_s al largo di Lazzaro-Saline è rappresentata nella Fig. 30, nel piano delle variabili ausiliarie X, Y .

La distribuzione di Weibull a due parametri, u e w , nel piano X, Y ha l'espressione di una retta, i valori di tali parametri che meglio interpretano i dati sono indicati nella stessa Fig. 30.

Nello studio meteo-marino la taratura dei dati è stata effettuata utilizzando i dati ondometrici della boa della Rete Ondometrica Nazionale (RON) acquisiti nel periodo 1989 –1999 al largo di Catania.

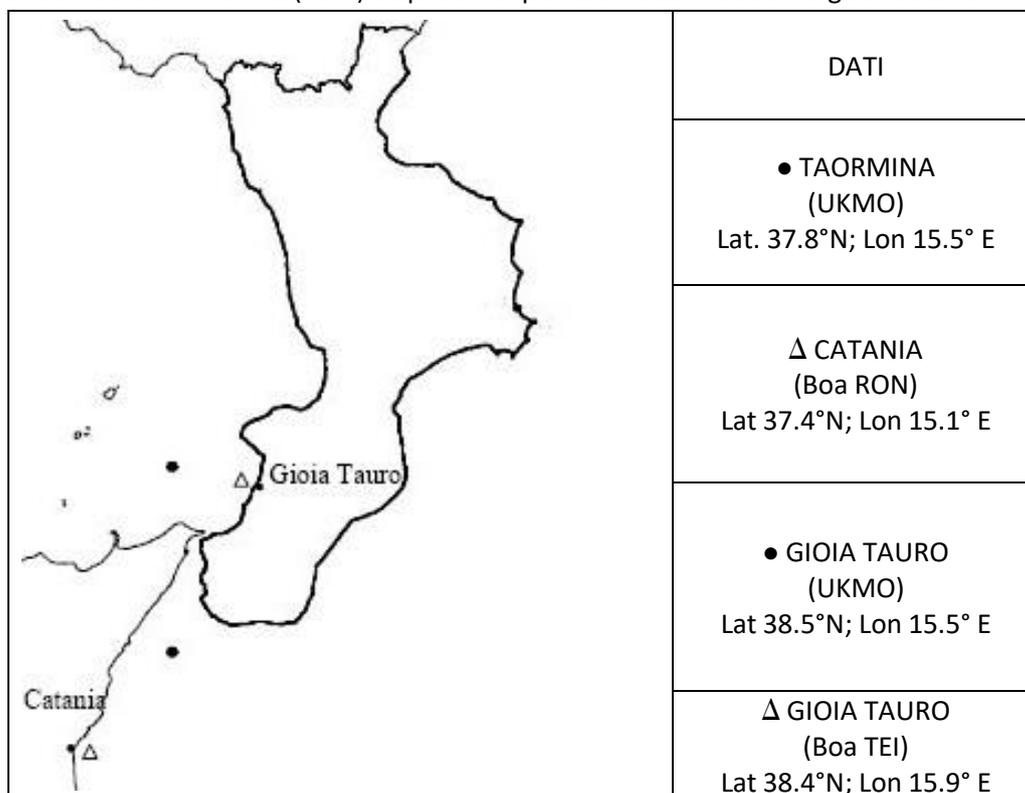


Fig. 29 Localizzazione dei punti dati di moto ondoso .

(in prossimità dello Stretto per i quali si dispone di dati sia di origine strumentale sia di origine modellistica)

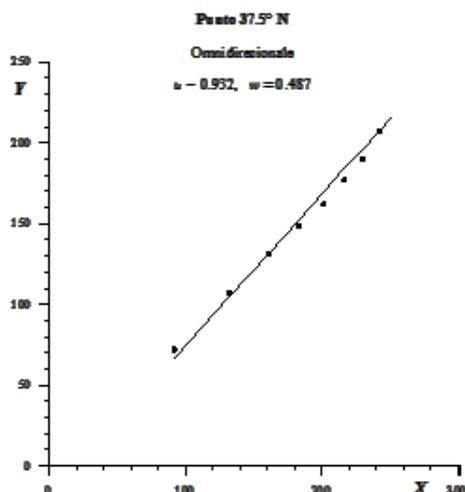


Fig. 30 Punto [37.5°N-15.5°E]: probabilità di superamento omnidirezionale.

Il periodo di ritorno $R(H_s > h)$ di una mareggiata nella quale la H_s superi una qualsiasi assegnata soglia h , a prescindere dalla direzione di provenienza delle onde è rappresentata nella Fig. 31 .

La tabella 1 indica i valori dei parametri $w\alpha$ e $w\beta$ per il calcolo della probabilità direzionale per i vari settori di provenienza delle onde.

Come si vede il settore dal quale provengono i mari più è centrato su una direzione media inclinata di 80° rispetto alla normale alla costa. In altri termini, un osservatore che guardi il mare dalla costa di Lazzaro vedrebbe questi mari al largo sfilare quasi parallelamente alla costa da Sud verso Nord. Al ruotare della direzione di propagazione da Sud verso Nord, la forza delle mareggiate progressivamente si riduce, poiché anche il fetch si riduce.

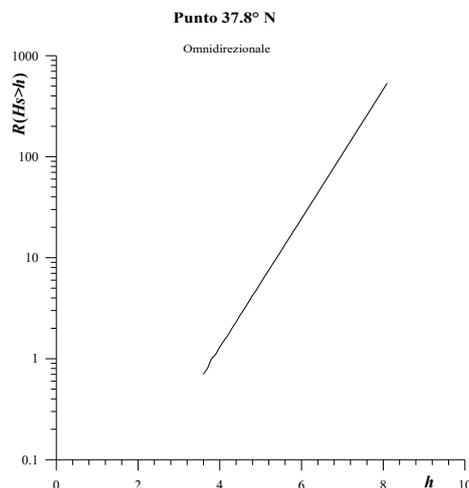


Fig. 31 Punto [38.5°N-15.5°E]: Periodo di ritorno $R(H_s>h)$ omnidirezionale.

5.2 Le caratteristiche ondose sotto costa

Dalle caratteristiche delle onde sugli alti fondali sono state ricavate le caratteristiche sulla generica profondità "d" davanti al tratto di costa oggetto dell'intervento. La trasformazione delle onde dalle acque profonde alle acque basse è dovuta essenzialmente al fenomeno di shoaling- rifrazione, fino alla profondità del frangimento. Dalla profondità del frangimento fino alla battigia l'evoluzione dell'onda è governata da fenomeni fortemente dissipativi i quali dipendono dalla tipologia di frangimento.

Nello studio sulla propagazione sotto costa, sono stati ricavati:

- il settore della direzione di propagazione in acque profonde (θ_0', θ_0''),
- il periodo di ritorno R,
- l'altezza d'onda significativa in acque profonde (H_{s0}),
- la profondità al frangimento (db),
- l'altezza d'onda significativa al frangimento (H_{sb}),
- l'angolo che la direzione di propagazione forma con l'asse y al frangimento (θ_b).

Come detto, la direzione di propagazione delle onde più alte al largo della costa è molto inclinata ($\theta = -80^\circ$) rispetto alla normale alla linea di costa. Propagandosi dal largo verso riva queste onde subiscono una sensibile riduzione dell'altezza, a causa essenzialmente del fenomeno della rifrazione. Di conseguenza, anche il loro contenuto energetico risulta molto ridotto, e così pure la capacità di trasporto litoraneo che da tale energia è originata. Il diagramma polare di Fig. 32 riporta l'energia ondosa in funzione della direzione locale di propagazione delle onde, alla batimetrica di -5 m.

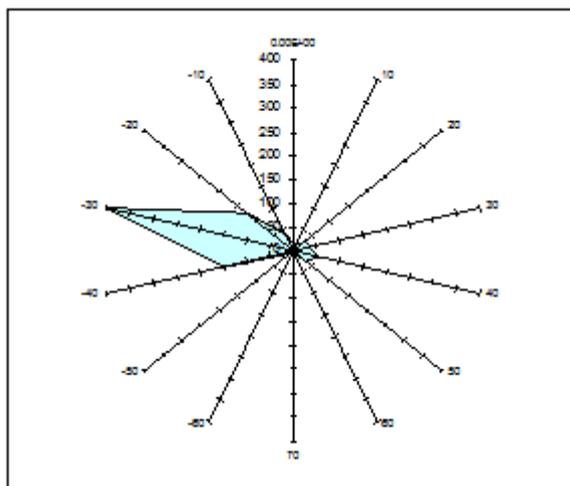


Fig. 32 Diagramma polare della distribuzione dell'energia media annua associata al moto ondoso sottocosta
[La direzione delle onde è riferita alla normale alla linea di costa. I valori dell'energia sono in N/s, in quanto rappresentano il flusso di energia per unità di lunghezza]

Tale diagramma è utile per individuare la direzione delle onde che veicolano il maggiore contributo di energia sulla costa. Come si vede, la maggior parte dell'energia che investe la costa è trasportata da onde la cui direzione di propagazione è inclinata di -30° rispetto alla normale alla linea di costa.

θ	w_α	w_β	u
-80°	0.487	0.471	
-70°	0.433	0.413	
-60°	0.383	0.358	
-50°	0.328	0.309	
-40°	0.328	0.309	
-30°	0.328	0.309	0.932
30°	0.257	0.253	
40°	0.226	0.22	
50°	0.264	0.254	
60°	0.263	0.254	
70°	0.238	0.229	
80°	0.227	0.218	

Tabella 1 – Parametri w e u

(per il calcolo della probabilità direzionale per i vari settori di propagazione delle onde).

6 ANALISI DEI POSSIBILI INTERVENTI STRUTTURALI

6.1 Premessa

Storicamente i sistemi rigidi di difesa delle coste, quali difese radenti, scogliere, pennelli, hanno preceduto quelli di ripascimento in quanto più facilmente gestibili, a fronte della rinuncia alla fruibilità del litorale per fini di balneazione. Tuttavia interventi di questo tipo spesso hanno fallito l'obiettivo creando problemi al litorale protetto con, ad esempio, la formazione di tomboli in presenza di opere rigide distaccate, e a quelli contigui con erosione, specie in presenza di opere rigide trasversali.

Dal punto di vista dell'impatto ambientale, i ripascimenti artificiali delle spiagge rappresentano la soluzione ottimale tra gli interventi di difesa costiera, in quanto non creano problemi ai litorali contigui, favoriscono il turismo consentendo l'attività di balneazione e non deturpano il paesaggio.

Essi tuttavia sono interventi molto delicati che necessitano di studi approfonditi al fine di evitare che l'opera, di per sé costosa, venga ad essere disfatta dal moto ondoso nel giro di un breve periodo di tempo.

Per valutare la fattibilità di un intervento di ripascimento occorre, pertanto, valutarne la stabilità: essa dipende principalmente da fattori quali il clima meteomarinico nel paraggio, le caratteristiche geometriche dell'intervento e le caratteristiche fisiche e granulometriche del materiale utilizzato.

Per rendere l'intervento più stabile nel tempo è possibile, e nella maggior parte dei casi opportuno, prevedere la realizzazione di opere rigide, come pennelli trasversali o barriere sommerse, finalizzate al contenimento del ripascimento e alla dissipazione dell'energia associata al moto ondoso.

In tal caso si parla di "intervento misto" laddove il ripascimento puro prende la denominazione di "intervento morbido".

Si sono analizzati una serie di interventi di difesa costiera, specie del paraggio di Lazzaro, partendo da quelli che producono il minore impatto ambientale, cioè gli interventi più "morbidi", e procedendo via via verso interventi più rigidi, fino ad individuare la soluzione in grado di garantire una efficace difesa e stabilizzazione del litorale.

6.2 Ipotesi di ripascimento libero sulla costa

Il primo intervento che si è ipotizzato di realizzare è un ripascimento libero.

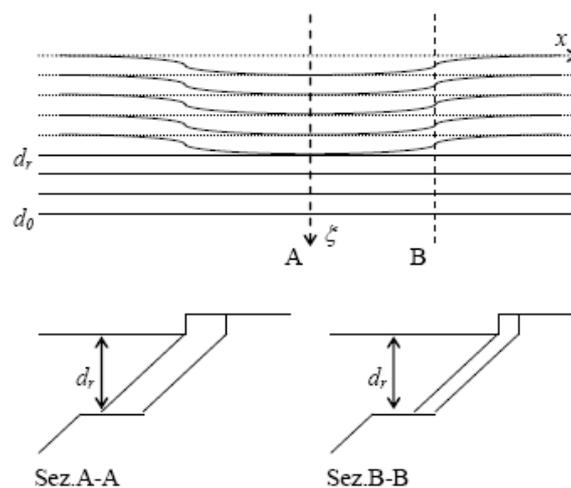


Fig. 33 – Schema di un ripascimento
(le batimetriche originariamente rettilinee e parallele vengono curvate fino alla profondità d_r)

Si è ipotizzato di realizzare un ripascimento con materiale sabbioso. Esso avrebbe un'estensione in lunghezza di circa 450 m ed in larghezza di circa 30m. Il limite di fondo è fissato alla quota -3.75 m rispetto al livello medio mare. La configurazione iniziale del ripascimento sarebbe simile a quella illustrata in Fig. 33. I risultati sono illustrati nella Fig. 34, la quale mostra il profilo planimetrico della linea di costa dopo t anni dal versamento iniziale di sabbia, per $t=1, 2, e 5$ anni.

Come si vede, il ripascimento verrebbe disfatto piuttosto rapidamente dall'azione delle onde. Dopo appena un anno dal versamento, l'ordinata centrale del ripascimento ($x=0$) si riduce da 30 m a 21 m circa, ovvero a poco più del 70%. L'arretramento aumenta negli anni successivi: dopo 2 anni l'ordinata centrale della spiaggia è ridotta a 16.5m e dopo 5 anni a 11m. L'erosione dopo due anni è così pronunciata che il profilo risulta notevolmente appiattito ai lati dell'ordinata centrale. Si pensi che l'area della spiaggia emersa si riduce, nella zona del ripascimento, da 13.500 m² iniziali a poco meno di 6.900 m². Questo vuol dire che quasi la metà di spiaggia emersa, dopo due anni si è dispersa dal centro del ripascimento verso i lati, come si può notare dalla stessa figura 34 la quale mostra come, a fronte di un arretramento nella zona centrale, si registri un avanzamento ai lati non interessati dal ripascimento (per la conservazione della massa la quantità di materiale erosa al centro si distribuisce ai lati del ripascimento).

L'instabilità del ripascimento è dovuta essenzialmente alla netta predominanza degli stati di mare che attaccano la costa con direzione dominante al largo inclinata da -60° a -30° rispetto alla normale alla linea di costa ($150^\circ N < A < 180^\circ N$). Essi esplicano effetti dannosi sul ripascimento per un duplice motivo: sono gli stati di mare più forti e frequenti, hanno una direzione di attacco piuttosto inclinata rispetto alla linea di costa. Questo secondo aspetto è molto significativo per la stabilità di un ripascimento: si possono avere infatti numerosi stati di mare con altezza significativa consistente, ma se la loro direzione dominante è molto inclinata rispetto alla normale alla linea di costa (θ prossimo a 90°), il loro effetto può essere irrilevante. E' il caso, ad esempio, degli stati di mare con $\theta = -80^\circ$ ($A=130^\circ N$), che sebbene presentino altezze significative e frequenze non trascurabili, danno un contributo minimo al fattore di diffusività litoranea.

In conclusione, i risultati della modellazione matematica prevedono che un intervento di ripascimento libero si rivelerebbe piuttosto instabile, al punto tale da disfarsi notevolmente in circa due anni. Un modo per migliorare le performance in termini di stabilità del ripascimento è quello di utilizzare materiale a granulometria maggiore, aumentarne la profondità al piede o aumentarne l'estensione longitudinale. Per il ripascimento della costa tali aspetti, oltre che notevolmente costosi, sarebbero di difficile attuazione. Basti pensare ai volumi di sabbia aggiuntivi necessari per spingersi a profondità al piede maggiori di 3.75 m, tenuto conto che a tale profondità il fondale si presenta con una batimetria pressoché costante per poi approfondirsi in maniera graduale, o anche per avere una lunghezza maggiore del ripascimento, con l'ulteriore difficoltà presentata dalla particolare conformazione dell'unità fisiografica che non consente grandi estensioni in lunghezza del ripascimento stesso.

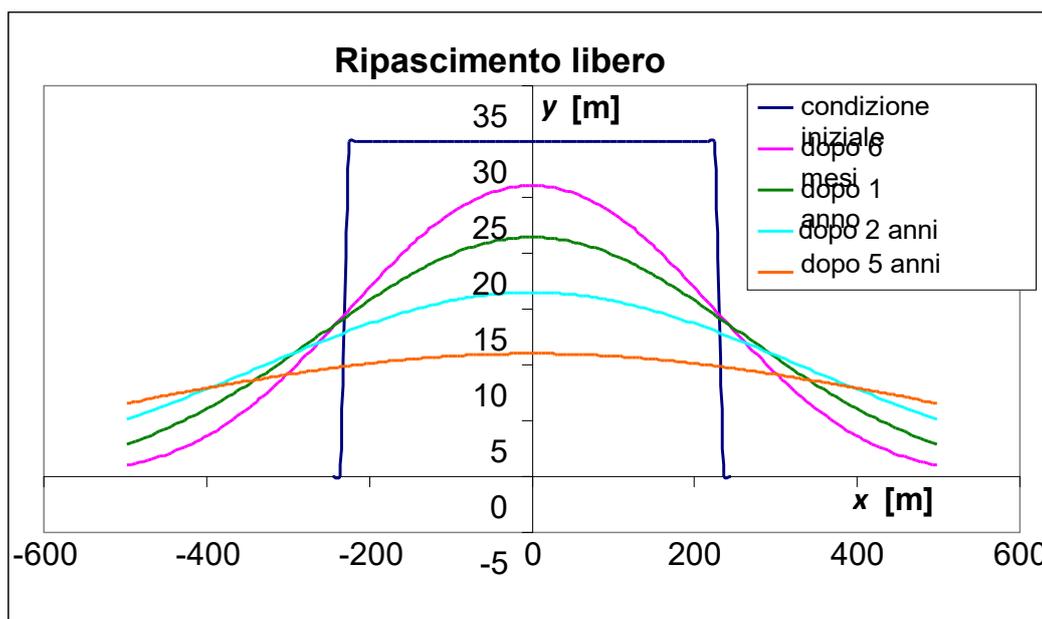


Fig. 34 — Evoluzione nel tempo di un ripascimento libero eseguito sul litorale.

6.3 Evoluzione del litorale a seguito della realizzazione di un sistema di pennelli

Al fine di limitare l'asportazione di materiale per azione del moto ondoso si può prevedere l'adozione di un sistema di opere rigide trasversali e/o longitudinali. La presenza di un trasporto longitudinale ridotto ma non nullo ha indotto spesso ad integrare il ripascimento con un sistema di pennelli trasversali, più o meno distanziati, emergenti o sommersi, realizzando così delle vere e proprie celle isolate con ridotti oneri manutentivi. Dal punto di vista costruttivo, sono state usate le tipologie più varie, passando dalle scogliere ai sacchi, o alle tubazioni riempiti di sabbia. Questi interventi, adottati con frequenza negli ultimi anni lungo le coste adriatiche (fra gli esempi più significativi possono citarsi gli interventi di difesa del litorale di Pellestrina e di lesolo), hanno spesso fornito risultati soddisfacenti.

6.4 Tipologie costruttive e aspetti funzionali

I pennelli sono uno dei più antichi dispositivi di protezione della costa, nati dall'osservazione che le strutture emergenti radicate alla costa sono in grado di intercettare il flusso di sedimenti che si muove lungo-costa. Kraus, Hanson, e Blomgren (1994) facendo una rassegna della letteratura sono pervenuti ad un approccio numerico utile per la progettazione di pennelli rettilinei. Quattro sono i parametri principali caratterizzanti l'interazione onde-struttura-litorale:

- Rapporto tra portata netta e lorda di sabbia movimentata lungo la riva;
- Rapporto tra la profondità alla punta del pennello e la profondità del limite al largo della larghezza media della zona dei frangenti,
- Permeabilità della struttura ed elevazione della cresta.
- Dimensione dei sedimenti o velocità di sedimentazione.

Per i sistemi di pennelli, alle grandezze (a-d) si aggiunge il rapporto tra l'interasse tra i pennelli e la lunghezza effettiva o di progettazione degli stessi (distanza tra la punta del pennello e la battigia).

I pennelli composti sono costituiti da un segmento generalmente disposto parallelamente alla linea di riva unito ad un tratto rettilineo che lo collega alla riva e ne costituisce la cosiddetta "asta". Sistemi di pennelli con layout planimetrico composto del tipo a sperone, a T a L a Z, (v. Figura 35) sono stati impiegati

con l'obiettivo di conseguire un equilibrio dinamico più stabile della spiaggia (Bruun 1952, 1970 Barceló; Bodge 1998).

I pennelli compositi sono considerati più efficienti dei pennelli rettilinei nel mantenere la posizione locale del litorale. Questo, grazie alla capacità di ridurre o reindirizzare lateralmente la corrente di "rip" (di ritorno) che si forma sul lato del pennello battuto dalle onde (sopracorrente), riducendo così le perdite di sedime verso il mare aperto. Il segmento di pennello parallelo alla costa ("testa" del pennello) protegge inoltre la spiaggia a tergo di esso, facilitando l'accumulo di materiale. Il conseguente accrescimento della linea di riva a tergo della struttura riduce inoltre l'altezza delle onde, riducendone anche la ripidità. Di conseguenza, via via che le onde si propagano verso la radice del pennello, esse tendono a depositare i sedimenti piuttosto che ad asportarli (Bruun 1952). La diffrazione che si origina alla punta di una barriera (come quella che avviene in testa al pennello) è un fenomeno cruciale nell'evoluzione della forma del litorale. In prossimità di un pennello composito, il tombolo o la parte del litorale più sporgente verso il mare, tende generalmente ad evolvere disponendosi in maniera sensibilmente parallela ai fronti d'onda incidenti, riducendo sensibilmente il trasporto litoraneo verso l'asta del pennello. Questo allineamento risulta stabile dinamicamente, ed il profilo risultante della linea di riva è assai simile a quello "a spirale" che si manifesta nelle spiagge limitate da un promontorio (Krumbein 1944; Silvester 1960, 1970, 1976; Yasso 1965).

In sintesi, la riduzione della corrente di "rip"; lo schermo offerto dal segmento di pennello parallelo alla riva; la riduzione della pendenza delle onde nelle zone protette, e la diffrazione ad opera delle estremità della "testa" del pennello, distinguono il comportamento dei pennelli compositi dai semplici pennelli rettilinei.

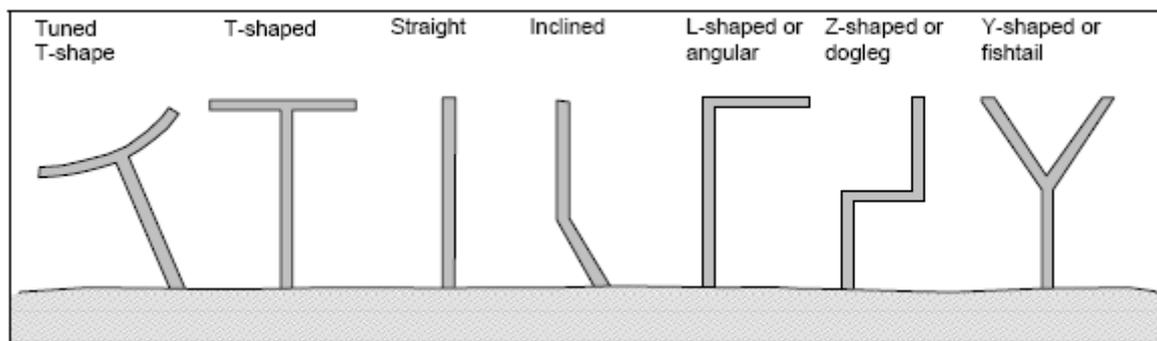


Fig. 35 — Alcuni esempi di pennelli compositi.

Un inconveniente del pennello a T rispetto alla barriera distaccata è la maggiore riduzione del trasporto solido lungo-costa che il primo provoca rispetto alla seconda (Hanson e Kraus 2000) infatti, in molti progetti, lo sviluppo di un tombolo all'interno di una barriera distaccata non è un obiettivo di progettazione. Lasciando uno specchio d'acqua tra il molo e la spiaggia posta dietro di esso, la sabbia è potenzialmente in grado di muoversi dietro la barriera, e può andare a ripascere le spiagge nell'area sottocorrente. Con il pennello la circolazione di materiale nell'area sottoflutto è fortemente ridotta soprattutto subito dopo la realizzazione, e dipende inoltre dalla lunghezza del pennello stesso. Infatti, solo dopo che aver saturato l'estremità di sopraflutto del pennello, le sabbie sono in grado di bypassarlo.

6.5 Tendenza evolutiva della linea di riva conseguente la realizzazione del sistema di pennelli

La previsione dell'evoluzione della linea di costa conseguente alla realizzazione di opere di difesa costiera costituisce un elemento cruciale nella valutazione dell'efficacia dell'intervento. L'obiettivo comune a tutti gli interventi è contenere la deformazione della linea di costa, limitando non solo le erosioni ma anche gli accrescimenti indesiderati, come i tomboli a tergo delle barriere distaccate. A tal fine si cerca di individuare la configurazione geometrica del sistema di difesa in grado di far evolvere la costa verso un profilo di equilibrio stabile.

Il problema della deformazione dei litorali è stato affrontato seguendo tre diversi approcci: analitico, numerico e empirico. Sia l'approccio analitico sia l'approccio numerico possono essere inquadrati nel filone dei 'modelli ad una linea' avviato originariamente da Pelnard Considerare (1956). Il primo muove dall'equazione di diffusione del calore (Larson, Hanson e Kraus, 1997) e perviene a soluzioni analitiche semplificate del profilo di equilibrio della costa a tergo di strutture dalla geometria semplice. Il secondo (Hanson e Kraus, 1989) si basa sull'integrazione numerica dell'equazione del trasporto solido lungo-costa, impiegando allo scopo un'espressione empirica per la portata dei sedimenti.

L'approccio empirico (Hsu e Silvester, 1990; McCormick, 1993) si basa invece sulla conoscenza a priori della forma del profilo di equilibrio, ottenuta interpretando al meglio profili di equilibrio rilevati nel corso di indagini sperimentali.

Nella progettazione del sistema di pennelli si è fatto uso di un modello analitico semplificato per prevedere la tendenza evolutiva di litorali prossimi a strutture costiere. Il modello è di validità generale, e richiede come unico requisito la conoscenza del potenziale di velocità del campo di moto in regime di diffrazione.

La deformata tendenziale della linea di battigia è stata ricavata attraverso la variazione della forza media unitaria esercitata dal moto ondoso sul fondale.

La Fig. 36 mostra la tendenza alla deformazione del litorale a tergo di un sistema di barriere perpendicolari alla riva. Come si vede, la linea di costa tende ad avanzare nell'area sopraflutto a ridosso del paramento lato-sud di ciascuno dei tre pennelli, mentre essa tende ad arretrare nella parte sottoflutto. La presenza delle strutture si avverte per un tratto di circa 80 m di estensione sia a sud del primo pennello sia a nord dell'ultimo. Oltre tale distanza, vale a dire superati gli 80 m a sud del primo pennello e a nord del terzo, la forza di trascinamento che le onde esercitano sul fondale si porta al valore del campo indisturbato. Nel sottoflutto del terzo pennello sono necessari circa 55 m di costa prima che la forza di trascinamento recuperi il valore di campo indisturbato. In questo tratto si verifica erosione del litorale.

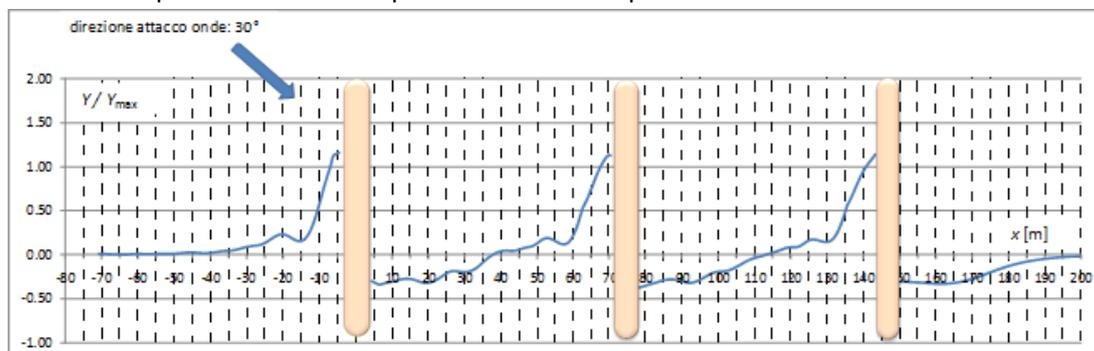


Fig. 36 – Deformata tendenziale della linea di riva
(conseguente alla realizzazione di un sistema di pennelli ortogonali alla costa)

7 CONSIDERAZIONI DI SINTESI SULLE SOLUZIONI PROGETTUALI ESAMINATE

Si sono analizzati una serie di possibili interventi per mitigare l'erosione costiera nel paraggio di Lazzaro. La logica seguita è stata di considerare interventi di difesa di rigidità via via crescente. Si è partiti dall'analisi di stabilità di ripascimenti liberi, quindi si è proceduto a considerare ripascimenti protetti da barriere sommerse al piede del ripascimento, ed infine si sono studiati sistemi di difesa costituiti da pennelli disposti ortogonalmente alla linea di riva.

I risultati dei modelli analitici e numerici hanno evidenziato una tendenza all'instabilità dei ripascimenti liberi. Il motivo di tale instabilità è dovuto al clima ondoso nel paraggio di Lazzaro-Saline, il quale risulta esposto ai mari da Mezzogiorno provenienti dall'imboccatura Sud dello Stretto di Messina. I mari più forti al largo di Lazzaro-Saline sono appunto quelli da Sud-Est, i quali hanno tuttavia hanno scarsa incidenza sulla costa, in quanto subiscono una radicale attenuazione per rifrazione, via via che si propagano dal largo verso riva. Tra l'altro, questi mari, agendo molto inclinati rispetto alla costa, esplicano un effetto ricostituente sul ripascimento, anche se non sufficiente a bilanciare l'effetto demolente prodotto dai mari che veicolano la maggior parte di energia sulla costa. Si tratta di mari la cui direzione di attacco è inclinata di -30° rispetto alla normale alla linea di costa (un osservatore che guarda il mare dalla spiaggia li vedrebbe sopraggiungere dalla sua sinistra).

Un sistema di pennelli ortogonali alla linea di riva crea un confinamento laterale del ripascimento, garantendone una durata maggiore. Il riempimento delle celle contestualmente alla realizzazione dei pennelli è indispensabile anche e soprattutto allo scopo di offrire un'adeguata protezione alle costruzioni in fregio ai litorali, non impedendo i pennelli alle onde più alte di scaricare tutta la loro energia dirompente sulla spiaggia.

Per ridurre l'impatto delle onde sul tratto di litorale compreso tra due pennelli contigui è necessario aumentare l'ampiezza della spiaggia. Aumentare l'ampiezza della spiaggia è anche necessario per via dell'arretramento (erosione) che si verifica a ridosso del paramento lato-sottoflutto dei pennelli. Tale soluzione consente di dissipare l'energia ondosa che si propaga per risalita sulle spiagge (col run-up); nel contempo, i pennelli trasversali forniscono il supporto per la creazione di una linea di riva curva in equilibrio dinamico, trattengono il materiale nelle celle, impedendo alle correnti litoranee di movimentarlo verso il sottoflutto. Tuttavia per consentire una certa circolazione (by-pass) del materiale sabbioso dal sopraflutto verso il sottoflutto, si è deciso di realizzare la quota di coronamento dei pennelli trasversali ad altezza variabile, realizzandola ad esempio parallela al fondale. Cosicché dopo un primo tratto emergente (quello più prossimo alla battigia), il pennello diventa sommerso e va a congiungersi alla barriera, alla quota del coronamento di quest'ultima.

Per mitigare gli effetti erosivi endemici di ogni sistema di pennelli si attuerà in concomitanza con la realizzazione degli stessi il ripascimento artificiale della spiaggia nei tratti di litorale compresi tra i pennelli. Particolare attenzione sarà dedicata a quest'area che, come si evince dalle simulazioni numeriche, è particolarmente suscettibile all'erosione. Per mitigare quest'effetto si utilizzerà un materiale di pezzatura più grossolana, rispetto a quello che verrà impiegato per ripascere le celle. Così facendo si contrasterà meglio l'azione di trascinarsi esercitata dal moto ondoso, garantendo maggiore stabilità e quindi durata del materiale di apporto.

8 DESCRIZIONE DEL PROGETTO: ASPETTI TECNICI E METRICI

L'intervento progettuale di manutenzione, oltre al ripascimento del tratto di costa eroso, riguarda la rifioritura di pannelli e barriere esistenti e più specificatamente:

- **Interventi zona I Lazzaro:**
 - intervento area A (lungomare Cicerone): ripascimento e salpamento massi;
 - intervento area B (tratto S.Vincenzo-Saetta): salpamento massi, rifioritura scogliera radente;
 - intervento area C (lungomare Ottaviano Augusto): salpamento massi e ripascimento.
- **Interventi zona II Saline:**
 - intervento area A (Molaro I Molaro II): ripascimento e salpamento massi;
 - intervento area B (Pantanello): spianamento - livellamento sabbia e salpamento massi.

La rifioritura di pennelli esistenti avverrà attraverso il ricollocamento in opera di materiali di recupero e di scogli di 3° categoria di natura calcarea o vulcanica, provenienti da cave idonee.

Il ripascimento con materiale di recupero proveniente da zone di sovra-sedimentazione litoranee.

Tale tipologia di intervento consente un avanzamento della linea di battigia mediante la ricostituzione della spiaggia emersa e della più consistente spiaggia sommersa, aumenta l'azione di difesa del litorale, e consente una più immediata fruizione dell'arenile.

Il progetto comprende il computo a misura delle quantità di materiale lapideo e granulare necessario per l'esecuzione di tutte le tipologie di lavori previsti.

Per quanto non espressamente illustrato si rimanda alla visione degli elaborati progettuali ed agli studi di settore a supporto della progettazione medesima.

9 PRINCIPI DI CARATTERE GENERALE A BASE DELLA PROGETTAZIONE

Per quanto riguarda gli obiettivi della progettazione, essa si è ispirata ai seguenti principi di carattere generale:

- affidabilità;
- minimizzazione dell'impatto ambientale;
- sicurezza.

10 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI E DESCRITTIVE DEI MATERIALI PRESCELTI

I materiali previsti per la realizzazione delle opere sono stati scelti in funzione dei criteri sopra riportati, ed in particolare dell'affidabilità, della durata, del rapporto qualità/prezzo.

11 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE DELL'AREA

Premesso che il presente progetto riguarda la manutenzione di opere esistenti, per quanto riguarda le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche delle aree si è fatto riferimento agli studi geologici allegati ai progetti originari delle opere in manutenzione ed integrati con indagini puntuali.

Sulla base delle indagini effettuate i terreni interessati risultano idonei per gli interventi progettati. Lo studio geologico, eseguito insieme alle indagini dirette ed indirette, ha permesso di ottenere tutte le informazioni necessarie per caratterizzare dal punto di vista fisico-meccanico

Sulla base delle indagini svolte, dei parametri considerati e dei dati analizzati ed elaborati, le conclusioni non presentano limitazioni alla realizzazione delle opere in progetto.

Per la trattazione specifica di tali argomenti si rinvia agli elaborati specialistici allegati.

12 STUDI SPECIALISTICI EFFETTUATI

12.1 Rilievo topografico

Le aree interessate dalle opere sono state oggetto di rilievo eseguito con stazione totale PENTAX R326NX integrato con misurazioni dirette di dettaglio. I dati raccolti e memorizzati su files sono stati restituiti con procedure meccanizzate utilizzando software specifico (PROST).

12.2 Monografie di dettaglio delle opere esistenti

In una fase successiva al rilievo topografico sono stati effettuati una serie di rilievi fotografici di dettaglio.

13 IMPATTO AMBIENTALE

Le analisi di impatto ambientale ed inserimento paesaggistico sono state eseguite in relazione alle prescrizioni dei piani paesaggistici, territoriali ed urbanistici sia a carattere generale che settoriale, ed in particolare al:

- Piano Paesistico Territoriale Provinciale;
- Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.);
- Piano Urbanistico Generale dei Comuni;
- Legge n°1089 del 01/06/1939 sulla "Tutela delle cose d'interesse storico ed artistico";
- Legge n°1497 del 29/06/1939 sulla "Protezione delle bellezze naturali"
- Aree protette (Legge 394/91, Delibera della Conferenza Stato Regioni del 24-7-2003, L.R. n°19/97);
- Rete Natura 2000 (Direttiva 79/409/CEE, Direttiva 92/43/CEE, D.P.R. n°357 del 08.09.1997, D.G.R. del 8 agosto 2002 n°1157, D.G.R. del 21 luglio 2005, n°1022;
- R.D. n°3267 del 30/12/1923;
- Piano di Tutela delle Acque

Considerato che:

- gli interventi da realizzare consistono nella semplice rifioritura di opere esistenti;
- l'intervento previsto non comporterà aumento della superficie complessivamente occupata, in quanto le nuove opere saranno costruite in zone già occupate da manufatti;
- la manutenzione prevista a migliorare le condizioni dei luoghi;
- non sarà distrutta alcuna zona di macchia mediterranea;
- le opere previste costituiscono un miglioramento delle esistenti, aumentandone l'efficienza;
- gli interventi sono compatibili con i vincoli urbanistici, ambientali e paesaggistici dettati dalle vigenti normative di pianificazione e tutela ambientale;
- la realizzazione delle opere determinerà l'ottimizzazione delle opere esistenti e il miglioramento della fruizione delle zone costiere

si può ritenere il progetto compatibile dal punto di vista ambientale.

Si rimanda agli elaborati specialistici per la valutazione dettagliata di tutti gli aspetti impattanti connessi alle nuove opere.

14 PROCEDURE AMMINISTRATIVE – DISPONIBILITÀ DELLE AREE – VINCOLI ESISTENTI - AUTORIZZAZIONI

Gli interventi di progetto ricadono in Ambiti territoriali diversi e diversamente vincolati.

Dalle cartografie si evincono i diversi vincoli esistenti quali:

- Decreto Galasso (D. Lgs. 42/2000);
- Vincolo Paesaggistico-Architettonico;
- Vincolo idraulico-forestale;
- Vincolo Pai.

Per maggiori dettagli e per la consultazione degli stralci cartografici si rimanda agli elaborati specialistici allegati.

Quindi le aree d'intervento ricadono in aree vincolate e, pertanto, occorrerà chiedere appositi pareri agli enti preposti alla tutela dei diversi vincoli esistenti.

Gli interventi previsti provocano un'esigua e sostenibile pressione sull'ambiente circostante determinando, al contrario, una sensibile riduzione degli impatti su tutto il complesso delle componenti ambientali interessate con conseguente miglioramento della qualità della vita fino al punto di risultare, di fatto, vantaggiosi, di primario valore socio-ambientale ed ormai improrogabili.

Infine, si evidenzia che l'intervento non risulta interessare proprietà private e, pertanto, non dovranno essere posti in atto procedimenti espropriativi di acquisizione di nuove aree.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda agli allegati specifici.

15 ACCESSIBILITÀ, UTILIZZO E MANUTENZIONE DELLE OPERE, DEGLI IMPIANTI E DEI SERVIZI ESISTENTI

La realizzazione delle opere non pregiudicherà, in alcun modo, in considerazione della loro natura e dell'ubicazione prevista in progetto, l'accessibilità, l'utilizzo e la manutenzione delle strutture, degli impianti e dei servizi esistenti.

Potrà, tuttavia, essere necessario il blocco per brevi periodi di alcune fasi per permettere la pulizia e l'installazione delle nuove apparecchiature, nonché l'intersezione delle nuove opere con quelle esistenti.

16 DURATA DEI LAVORI

Il tempo di esecuzione dei lavori è stato fissato in 30 giorni naturali e consecutivi, tenuto anche conto del tempo necessario per l'approvvigionamento dei materiali, dell'eventuale andamento stagionale sfavorevole e della chiusura dei cantieri per festività.

Per una descrizione più dettagliata delle fasi di lavorazione si rimanda all'allegato Cronoprogramma.

17 CAVE E DISCARICHE

I fabbisogni di materie necessarie per la realizzazione delle opere, e le relative cave di approvvigionamento, sono stati analizzati nell'apposito allegato a cui si rimanda per notizie specifiche. Si specifica che, considerate le lavorazioni in progetto, non sono necessarie discariche per il conferimento dei rifiuti.

Si evidenzia, infine, che nello sviluppo del progetto si è cercato il massimo riutilizzo possibile ed il minore impiego di materiali, spingendo le scelte progettuali verso l'ottimizzazione delle risorse naturali.

18 IDONEITÀ DELLE OPERE ESISTENTI

Le opere esistenti e i servizi esterni atti a soddisfare le esigenze connesse all'esercizio dell'intervento da realizzare sono stati verificati, con esito positivo, in funzione delle nuove esigenze derivanti dalla realizzazione delle opere.

19 INTERFERENZE DELLE RETI AEREE E SOTTERRANEE

Le interferenze delle nuove opere con le reti aeree e sotterranee esistenti sono state, per quanto possibile, verificate, anche per i sotto-servizi non è stato possibile ottenere delle planimetrie ufficiali. In ogni caso, effettuati i rilievi di dettaglio, si può asserire che le nuove opere saranno realizzabili senza compromettere ed interferire con le reti aeree e sotterranee esistenti.

20 RISPONDEZZA AL PROGETTO PRELIMINARE ED ALLE EVENTUALI PRESCRIZIONI

Lo sviluppo del progetto definitivo-esecutivo è stato effettuato in piena rispondenza al progetto preliminare, alle prescrizioni imposte e alle esigenze scaturite da più approfondite indagini.

21 QUADRO ECONOMICO LAVORI

Il progetto preliminare dell'importo complessivo di € 348'942,19, prevedeva lavori per € 244'986,65 oltre a € 8'000,00 per oneri di sicurezza non soggetti a ribasso .

Con la redazione del presente progetto l'importo complessivo del progetto è rimasto invariato e pari a € **348'942,19**, mentre l'importo dei lavori è risultato pari a € **252'129,54** oltre a € **2'407,06** per oneri di sicurezza.