



Dott. Ing. Franco Vigna

Comune di Pula (CA) Santa Margherita
FORTE VILLAGE RESORT - OPERE DI PROTEZIONE E STABILIZZAZIONE MORFOLOGICA DELLA SPIAGGIA



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



Comune di Pula
Santa Margherita

FORTE VILLAGE RESORT - OPERE DI PROTEZIONE E STABILIZZAZIONE MORFOLOGICA DELLA SPIAGGIA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ (Definitivo)

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Novembre 2022

COMMITTENTE:

“Progetto Esmeralda S.r.l.”

PROGETTISTA:

Ing. Franco Vigna

PROGETTISTI E CONSULENTI:

Dott.Ing. Franco Vigna

(coordinatore e responsabile delle progettazioni)

Dott.Ing. Andrea Ritossa

DHI s.r.l. Ing. Andrea Crosta

Dott.Geol.Giovanni Tilocca

Dott.Ing. Franco Vigna - Viale Regina Elena, 23 - 09124 Cagliari

CF.: VGNFNC52T24F979B – P.IVA: 01014230922

Tel.mobile: +39 338 99 58 701 - e.mail: frankvigna@tiscali.it - PEC: franco.vigna@ingpec.eu



OPERE DI PROTEZIONE E STABILIZZAZIONE MORFOLOGICA DELLA SPIAGGIA ANTISTANTE IL “FORTE VILLAGE RESORT”

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

SOMMARIO

PREMESSA

1 - INTRODUZIONE

2 - DESCRIZIONE DEL PROGETTO

2.1 - Caratteristiche fisiche dell'insieme del progetto

Fig.1 - Rappresentazione schematica delle opere in progetto

2.1.1 - Barriere di protezione (isolotti artificiali)

2.1.2 - Ricarica e riassetto morfologico della spiaggia.

2.1.3 - Pennello semitrasparente complementare.

Fig.1bis - Rappresentazione schematica degli effetti delle opere in progetto

2.1.4 - Caratteristiche dimensionali.

Fig.2 - Simulazione delle opere in progetto

2.2 - Descrizione della localizzazione del progetto e del contesto geografico e ambientale.

3 - DESCRIZIONE DELLE COMPONENTI DELL'AMBIENTE SULLE QUALI IL PROGETTO POTREBBE AVERE IMPATTO RILEVANTE

3.1 - Effetti morfodinamici indotti dalle opere sul litorale al contorno

Fig.3 - Esempi della modellazione numerica degli effetti delle opere in progetto

Fig.4 - Esempi della modellazione numerica degli effetti delle opere in progetto

3.2 - Habitat della zona costiera, dei fondali e biodiversità dell'ambiente marino

3.3 - Trasformazione del suolo e uso di risorse naturali

3.3.1 - Impiego di materiali alloctoni.

3.3.2 - Trasformazioni indotte dalla movimentazione di sedimenti nello stesso ambito.

3.4 - Inserimento delle opere nel contesto del paesaggio

Fig.5 -Fotosimulazioni di inserimento nel paesaggio

3.5 - Impatti sull'ambiente durante la realizzazione delle opere

- Tabella riepilogativa degli impatti potenziali

3.6 - Reversibilità degli impatti

4 - QUADRO VINCOLISTICO E POTENZIALI INTERFERENZE GENERATE DAL PROGETTO

5 – VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

5.1 - Attività di cantiere

5.2 - Tempi e metodi

5.3 – Impatti in fase di cantiere

5.4 - Programma dei lavori

6 – PIANO DI MONITORAGGIO

6.1 - Componenti ambientali oggetto dei monitoraggi di controllo

6.2 - Modalità di controllo

6.2.1 - Popolamenti fito zoo-bentonici (posidonia e comunità bentoniche dei fondi molli);

6.2.2 - Linea di riva dell'intera Unità Fisiografica

6.2.3 - Consistenza volumetrica della spiaggia emersa/sommersa esteso alla intera unità fisiografica

6.2.4 - Qualità delle acque nello specchio acqueo protetto

6.2.5 - Rilievi fotografici

ALLEGATO – MONITORAGGI PREGRESSI



PREMESSA

Il presente "Studio di Impatto Ambientale" riguarda il progetto delle "Opere di protezione e stabilizzazione morfologica della spiaggia antistante il Forte Village Resort" situata nel litorale di Santa Margherita di Pula.

Nella spiaggia in esame si è registrata nel corso del tempo una generale diminuzione del volume dei sedimenti sabbiosi con l'arretramento della linea di riva evidenziata negli ultimi anni da una scarsa resilienza dell'arenile che anche con le modeste mareggiate estive subisce riduzioni significative della superficie della spiaggia emersa.

In particolare la naturale variabilità stagionale della spiaggia, ha fatto registrare negli ultimi anni situazioni di criticità per il permanere anche d'estate di un assetto dell'arenile caratterizzato da volumi di sabbia insufficienti, affioramenti di ciottoli e scogli del substrato roccioso e una notevole riduzione dell'estensione superficiale dell'arenile.

Tale situazione ha provocato notevoli disagi nella fruizione turistico balneare della spiaggia e un impatto negativo sul pregio paesaggistico e ambientale e di immagine del resort che rappresenta una delle più importanti strutture turistico-ricettive del sud Sardegna, per il quale la spiaggia costituisce un elemento iconico fondamentale e centrale.

Il progetto è finalizzato alla realizzazione di opere idonee alla difesa della spiaggia dal moto ondoso e alla modellazione morfologica del tratto di litorale, in modo da determinare una configurazione della spiaggia di maggior stabilità e resilienza.

1 - INTRODUZIONE

Negli ultimi quattro nella spiaggia antistante il Forte Village sono stati eseguiti interventi di carattere manutentivo e di ripristino (*managed realignment*) finalizzati a mitigare gli effetti del depauperamento volumetrico e dimensionale della spiaggia.

Tuttavia questi interventi, di ricarica e riprofilatura stagionale della spiaggia emersa con sabbia sottomarina prelevata nello stesso ambito si sono regolarmente vanificati nella stagione invernale e hanno ulteriormente evidenziato la instabilità di questo tratto di spiaggia che anche con mareggiate di modesta entità subisce spesso riduzioni significative.

Gli interventi manutentivi eseguiti hanno comportato inoltre criticità intrinseche, dovute alla necessità di operare in condizioni meteorologiche favorevoli ovvero durante la buona stagione, con notevoli ripercussioni sullo svolgimento dei lavori, eseguiti in modo frammentario esclusivamente durante le ore notturne con mobilitazione e smobilitazione giornaliera delle attrezzature, ripristino quotidiano delle condizioni di fruibilità della spiaggia e con l'efficacia condizionata dalle modalità di movimentazione e dai limitati quantitativi di sedimenti e non ultimi i costi sproporzionati rispetto alla effimera durata degli interventi.

Si è reso pertanto necessario un cambio di strategia, più adeguato al contesto e alla gestione e conservazione della spiaggia mediante la proposizione di opere di difesa del litorale idonee a offrire una concreta e duratura protezione e stabilizzazione dell'arenile.

Gli interventi in progetto riguardano pertanto la realizzazione di opere di ingegneria costiera funzionali alla difesa e alla stabilità della spiaggia.

Le opere in progetto sono state studiate per interagire con le dinamiche morfologiche del litorale, condizionando le caratteristiche idrauliche e di trasporto sedimentario litoraneo in modo da stabilizzare l'arenile e per integrarsi con gli aspetti ambientali e paesaggistici e con le esigenze di fruizione turistico ambientale del litorale.

Gli obiettivi del progetto sono pertanto la stabilizzazione dimensionale della spiaggia, e la difesa del tratto di litorale dall'azione del moto ondoso in modo da minimizzare le perdite di sedimento stagionali e pluriennali e gli oneri di ripristino e manutenzione delle opere d'arte e dell'arenile.

Le opere di protezione e modellazione del litorale sono state studiate dal punto di vista idrodinamico, ambientale e paesaggistico in modo da integrarsi nel contesto rispettandone le caratteristiche naturali e il pregio paesaggistico e ambientale.

Lo studio dell'intervento ha in particolare riguardato le dinamiche di trasporto litoraneo dei sedimenti calibrando e dimensionando le opere di protezione affinché non si determinino potenziali effetti negativi sul litorale e sulle spiagge adiacenti.

2 - DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto è stato sviluppato in continuità e in seguito al precedente progetto di "Ripristino morfologico del tratto di litorale antistante il Forte Village Resort" redatto da Martech srl a firma degli Ingg. A. Ritossa e F. Vigna e del Geol. G. Tilocca autorizzato con provvedimento finale n.97 del 30/12/2019 del Comune di Pula e assoggettato a procedura di VIA con esito favorevole (Deliberazione RAS N. 37/35 del 19.09.2019) e dei precedenti interventi di "*managed realignment*" di ricarica della spiaggia eseguiti con riporto di sabbia sottomarina che si sono regolarmente vanificati nell'arco di pochi mesi.

L'obiettivo dell'attuale progetto è la protezione e la stabilizzazione del litorale finalizzata al ripristino e alla conservazione di una configurazione della spiaggia con un'estensione adatta al mantenimento o allo sviluppo degli obiettivi turistico-ricreativi, ambientali e di sicurezza già in essere, individuata come "spiaggia di progetto" in cui le finalità turistico-ricreative sono essenziali.

2.1 - Caratteristiche fisiche dell'insieme del progetto

Il progetto nel suo insieme comprende opere di difesa del litorale e opere di modellazione morfologica della spiaggia, articolate nei seguenti interventi:

- Realizzazione di Tre barriere di protezione del litorale (isolotti artificiali)

- Lavori di movimentazione dei sedimenti nello stesso ambito per il riassetto morfologico della spiaggia.

- Realizzazione di un piccolo pennello "semitrasparente" complementare.

Le opere denominate "isolotti" artificiali sono classificabili quali "opere di difesa costiera distaccate dalla riva". Queste opere (*in letteratura denominate "barriere distaccate" o "piattaforme-isole"*) sono opere di tipo attivo-rigido realizzate a una certa distanza dalla linea di riva, costituite da strutture fisse emergenti e sommerse.

Le caratteristiche fisiche e dimensionali degli "isolotti" in progetto interferiscono con l'energia dell'onda incidente e quindi sulle aliquote di energia dissipata, passante e riflessa e offrono una protezione diretta al litorale attenuando il potere erosivo del moto ondoso sui bassi fondali e creando una zona di bassa agitazione (o zona d'ombra) a tergo della struttura.

Gli "isolotti" influenzano la morfodinamica del litorale e i processi di sedimentazione agendo sui fenomeni erosivo-deposizionali propri della zona dei frangenti (bassi fondali) e sulle correnti da moto ondoso, rallentando il trasporto dei sedimenti che rimane confinato sottocosta.

La forma degli "isolotti", convessa verso il largo, consente un rapido smorzamento dell'onda riflessa limitando i fenomeni di scalzamento al piede della struttura sul lato mare. Il flusso sedimentario ridotto sul lato terra, porta alla formazione di salienti, superabili dalle onde durante le mareggiate, con un'interferenza solo parziale con il trasporto lungo riva.

Le barriere soffolte integrano la difesa del litorale ottenuta con i due isolotti in particolare riducendo gli effetti del trasporto solido trasversale delle correnti di risacca o "rip-current" e contribuendo a contenere la sabbia fungendo da "piede" al declivio della spiaggia.



Fig.1 - Rappresentazione schematica delle opere in progetto

Visione d'insieme delle opere in progetto e dell'assetto del litorale a medio/lungo termine

I principali effetti fisici attesi della realizzazione degli "isolotti-barriere" sono:

- riduzione dell'energia delle onde a riva, per i fenomeni di frangimento e riflessione sulle barriere e per i fenomeni di diffrazione, trasmissione e tracimazione;
- incremento della deposizione locale dei sedimenti a tergo delle strutture, (zona d'ombra) con ondulazione della linea di riva e formazione di cuspidi (salienti);

Per la realizzazione degli "isolotti" e delle barriere soffolte è previsto l'impiego di massi naturali di caratteristiche compatibili con l'assetto geologico del sito.

Le opere di "modellazione morfologica della spiaggia" con movimentazione di sedimenti nello stesso ambito, saranno realizzate dopo le opere di difesa, con i seguenti obiettivi:

- dare immediatamente alla spiaggia l'assetto morfologico che assumerebbe naturalmente nel corso del tempo per l'effetto della protezione del litorale da parte degli "isolotti" e della barriera soffolta;

- riportare sulla spiaggia emersa un quantitativo di sedimenti idoneo a evitare che l'accrescimento della spiaggia avvenga a spese delle spiagge limitrofe.

2.1.1 - Barriere di protezione (isolotti artificiali)

Le tre barriere/isole in progetto sono state progettate dimensionate e posizionate in modo da assolvere a funzioni differenti. La barriera o isolotto centrale situato a una distanza di circa 100m dalla attuale linea di riva ha la funzione principale di protezione generale del tratto di spiaggia provocando il frangimento del moto ondoso prima che possa giungere sulla spiaggia stessa, riducendo così drasticamente l'energia ondosa (isolotto "frangiflutti" principale).

Le altre due barriere/isolotti frangiflutti sono posizionate a circa 40m dalla riva, hanno pertanto maggiori funzioni "modellanti" sulla spiaggia e sono state studiate con caratteristiche fisiche, dimensionali e posizionali, in modo che l'azione di protezione della spiaggia ne favorisca l'accrescimento con la formazione di salienti e sono disposte a una distanza tra loro in modo da renderle pressochè "indipendenti".

2.1.2 - Ricarica e riassetto morfologico della spiaggia.

Dopo la realizzazione delle opere di protezione, si darà alla spiaggia un assetto analogo allo stato di equilibrio che essa assumerebbe naturalmente nel corso del tempo per effetto delle opere di protezione realizzate mediante apporto di sedimenti prelevati nello stesso ambito (spiaggia sommersa). Il prelievo è localizzato anche in funzione dell'effetto sinergico di modellazione dei fondali sulla finalità del progetto (*reconfiguration dredging*).

2.1.3 - Pennello semitrasparente complementare.

Oltre alle tre barriere/isolotti principali, è stata proposta la realizzazione di un piccolo pennello "semitrasparente", posto a NE e della spiaggia protetta con lo scopo di esaltare l'effetto di un piccolo affioramento roccioso già esistente.

La rappresentazione schematica delle opere in progetto è riportata nella figura seguente.

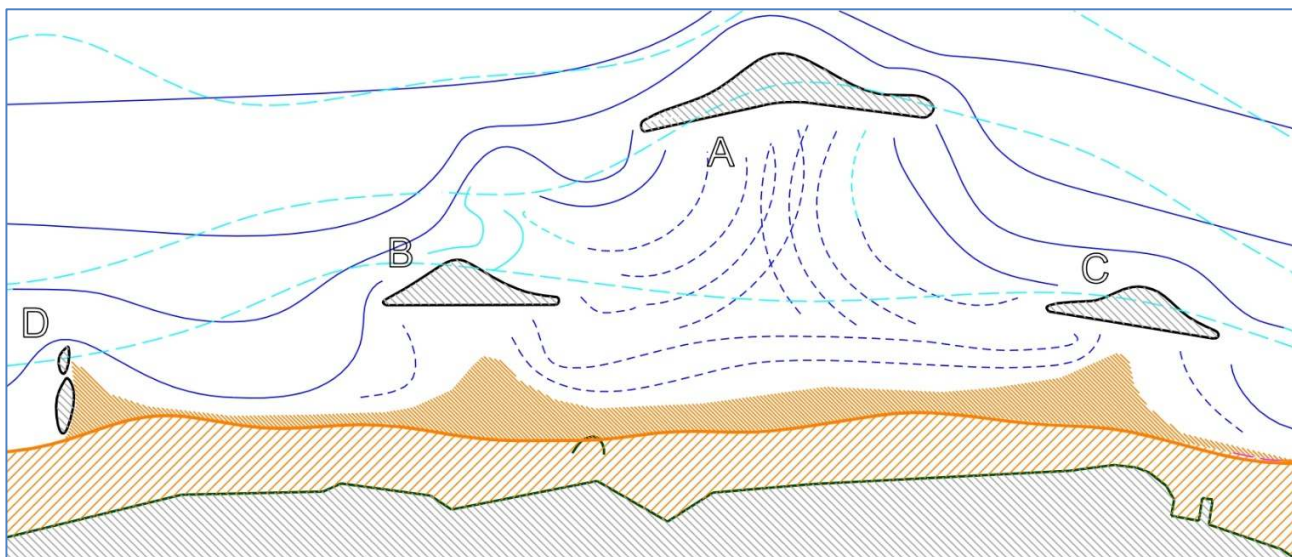


Fig.1bis - Rappresentazione schematica degli effetti delle opere in progetto (onda da scirocco)

2.1.4 - Caratteristiche dimensionali.

Le scogliere hanno uno sviluppo complessivo di 220m (A= 100m, B e C 60m) e sono costituite da una gettata di massi conformata in modo irregolare in modo da farle assumere un aspetto di isolotti "naturali"; le tre barriere

hanno una forma in pianta ellittica con parte foranea maggiormente arcuata (convessa) e bassa pendenza verso il largo.

Il volume complessivo delle tre barriere/isolotti somma circa 7.000mc di scogliere ($A \approx 4000mc$; $B \approx C \approx 1000mc$ $D \approx 50mc$); la movimentazione di sabbia nello stesso ambito è stata stimata in via preliminare pari a circa 15.000mc.



Fig.2 – Schema tipologico e simulazione della spiaggia con le opere in progetto

2.2 - Descrizione della localizzazione del progetto e del contesto geografico e ambientale.

Il Forte Village Resort rappresenta una delle più importanti strutture turistico-ricettive del sud Sardegna, molto noto nel contesto internazionale per la peculiarità dell'offerta, genera ricadute sul territorio di alta valenza economica e occupazionale.

La spiaggia antistante il Forte Village è un elemento iconico fondamentale e centrale dell'immagine del resort.

La spiaggia è situata nel tratto di costa orientato secondo una linea SW-NE che chiude verso Ovest il Golfo di Cagliari e che si estende da Capo Spartivento a Capo di Pula (Nora) e fa parte del litorale di Santa Margherita di Pula.

Questo tratto di costa è caratterizzato da una fascia costiera pianeggiante debolmente digradante verso mare protetta a NW da una orografia che offre riparo ai venti occidentali prevalenti che gli conferiscono un particolare microclima mite con connotazioni quasi sub-tropicali.

Le caratteristiche principali della spiaggia sono in sintesi le seguenti:

- si affaccia a Sud Est sul Golfo sul Canale di Sardegna tra l'isola e l'Africa;
- è situata in un tratto di litorale ripassato dai venti dominanti di maestrale;
- è esposta alle mareggiate del secondo quadrante;
- è soggetta a variazioni geomorfologiche stagionali e pluriennali a prevalente componente erosiva.

La piana costiera a monte della spiaggia negli ultimi sessant'anni è stata caratterizzata da un processo di antropizzazione a carattere prevalentemente turistico ricettivo e residenziale.

All'interno di questa porzione di litorale è stato individuato un sistema che appare sostanzialmente "chiuso" in termini di trasporto longitudinale dei sedimenti che ha portato a individuare l'Unità Fisiografica del progetto nel tratto di litorale sabbioso che si estende da SW verso NE, da Cala Bernardini all'imboccatura del porticciolo di Cala Verde.

Il tratto litoraneo fra Cala Verde e la zona del Forte Village è inoltre caratterizzato da fondali marini antistanti che presentano una serie di strutture rocciose a banchi che impediscono la formazione della barra sommersa.

Il litorale in esame è ben ridossata dai venti di Maestrale da un massiccio montuoso (Is Cannoneris) e dalle colline retrostanti la pianura litoranea che a meno di due chilometri dalla costa raggiungono altezze di oltre 450m sul livello del mare.

Il regime di moto ondoso evidenzia che gli eventi più frequenti sono concentrati nei settori da Scirocco/Levante e Mezzogiorno/Libeccio. In particolare le mareggiate più intense provengono tutte dal settore di Scirocco.

3 - DESCRIZIONE DELLE COMPONENTI DELL'AMBIENTE SULLE QUALI IL PROGETTO POTREBBE AVERE IMPATTO RILEVANTE

Le opere sono state progettate per conservare e stabilizzare la spiaggia che costituisce un elemento essenziale del patrimonio ambientale naturale esistente.

Le componenti ambientali interessate dalla realizzazione delle opere riguardano:

- *Effetti morfodinamici indotti dalle opere sul litorale al contorno.*
- *Habitat dei fondali e biodiversità.*
- *Trasformazione del suolo e uso di risorse naturali.*
- *Inserimento delle opere nel contesto del paesaggio.*
- *Impatti sull'ambiente durante la realizzazione delle opere.*

3.1 - Effetti morfodinamici indotti dalle opere sul litorale al contorno

L'esigenza di pervenire ad una soluzione più duratura di stabilizzazione dell'arenile ha ispirato la predisposizione di un progetto di protezione della spiaggia volta a ridurre l'energia ondosa che raggiunge la battigia.

Il progetto è stato sviluppato tenendo conto degli studi pregressi nei quali sono state analizzate le caratteristiche fisiche e i regimi morfodinamici e idrodinamici del paraggio, con l'ausilio di modellistica numerica mediante il modello Delft3D (FLOW e WAVE)¹, e dalla osservazione attenta delle caratteristiche dello specifico ambito.

Per lo sviluppo del presente progetto lo studio idraulico marittimo e l'analisi del trasporto solido litoraneo sono state totalmente rielaborate con l'ausilio di modellistica numerica, utilizzando i software sviluppati da DHI².

In particolare, per la simulazione delle dinamiche costiere nel paraggio in esame sono stati utilizzati modelli di trasporto solido litoraneo (LITPACK); per la simulazione bidimensionale dei campi d'onda, dell'idrodinamica locale e della capacità di trasporto sedimentario i moduli MIKE 21. Per la caratterizzazione meteomarina al largo

¹ Software prodotto da Deltares (Netherlands) utilizzato nel Progetto 2019 assoggettato a VIA (VEDI NOTA 1)

² DHI group Agern Allé 5 DK-2970 Hørsholm Denmark - DHI Italia - www.dhigroup.com

del sito di studio si è fatto riferimento a un database di vento ed onda ad elevata risoluzione disponibile sull'intero bacino del Mar Mediterraneo, [Mediterranean Wind Wave Model (MWM)]³

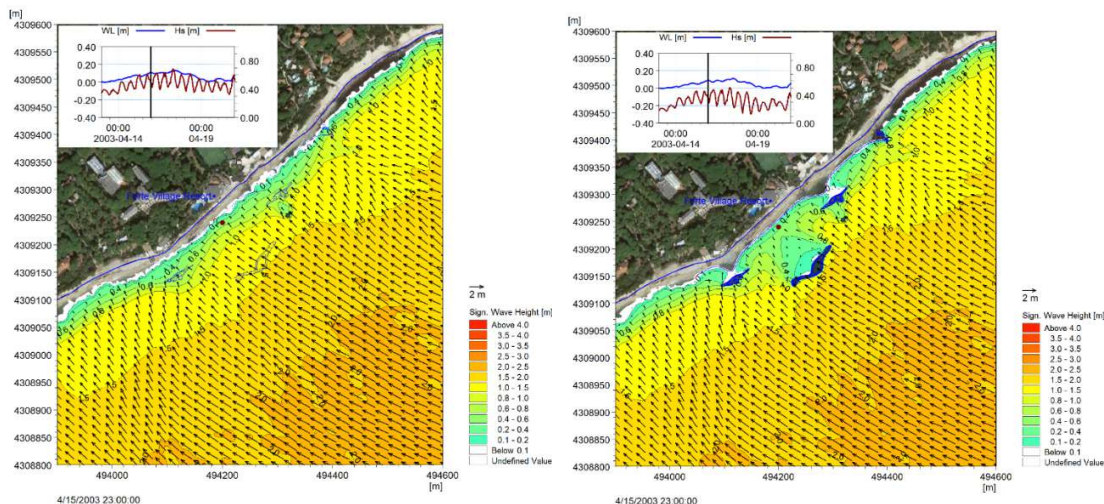


Fig.3 - Esempi della modellazione numerica degli effetti delle opere in progetto

Tali dati sono stati inoltre calibrati con i dati ondometrici sottocosta rilevati da Martech (2010/2011-2019/2020). La disponibilità delle misure di moto ondoso sottocosta ha permesso la calibrazione del modello di propagazione SWLOC, con particolare riferimento alla modifica dei parametri di scabrezza del fondale e di frangimento, da cui maggiormente dipende la dissipazione dell'onda sulle basse profondità. La modellazione di onda, corrente e trasporto sedimentario, ha tenuto pertanto in considerazione le caratteristiche del fondale (presenza di bedrock nella porzione di spiaggia sommersa antistante il resort);

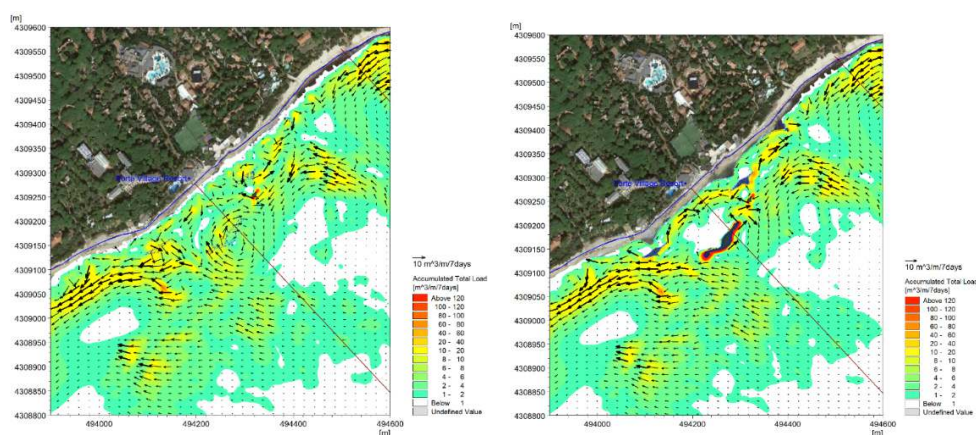


Fig.4 - Esempi della modellazione numerica degli effetti delle opere in progetto

³ Database prodotto da DHI in collaborazione con HyMOLab (Hydrodynamics and Met-Ocean Laboratory), struttura del Dipartimento di Ingegneria e Architettura dell'Università di Trieste.

Le diverse soluzioni perseguibili per la protezione della costa sono state valutate anche in considerazione delle possibili modifiche future al regime di moto ondoso con diversi scenari futuri pluriennali ipotizzati sulla base di serie storiche estrapolate a diverse scale temporali.

La modellazione dell'evoluzione della linea di riva e la quantificazione degli effetti degli interventi sui tratti di litorale adiacenti sono il principale oggetto di indagine condotto (e ancora in corso) con la modellazione numerica implementata. L'analisi ha anche preso in considerazione il potenziale accumulo di foglie di Posidonia per effetto delle opere in progetto sia in corrispondenza della spiaggia antistante il resort che nel litorale al contorno.

Tutte le valutazioni basate sui risultati della modellazione idrodinamica bidimensionale sono stati analizzati mediante una approfondita revisione basata su letteratura tecnica disponibile.

La conformazione delle barriere proposta in progetto, è frutto di diversi aggiustamenti sulle diverse soluzioni perseguibili ipotizzate, che hanno portato alla configurazione proposta con ridimensionamento e traslazione più verso il largo dell'isolotto centrale e avvicinamento delle barriere laterali per attenuare gli effetti erosivi nelle zone non protette al contorno.

I risultati del modello numerico della configurazione in progetto indicano la formazione di una "zona d'ombra" di protezione del litorale efficace nell'intercettare la dissipazione verso il largo dei sedimenti durante le mareggiate di maggior intensità e priva degli effetti collaterali di accelerazioni delle correnti di moto ondoso al contorno e nei varchi tra le barriere e con impatto pressoché nullo sulle dinamiche sedimentarie al contorno.

3.2 - Habitat della zona costiera, dei fondali e biodiversità dell'ambiente marino

Le scogliere in massi sono strutture assimilabili a scogli naturali e hanno un impatto decisamente positivo sulle biocenosi dell'ambiente marino costiero in quanto la parte rocciosa emerge stabilmente dal deposito sedimentario costiero e presenta cavità tipiche dovute alla struttura del cumulo di massi.

Si avvantaggiano le diverse specie che sfuggono alla luce e la numerosità delle specie marine tipiche dell'ambiente marino-costiero, con un impatto positivo in termini di biodiversità e in generale positivo sugli habitat, sia per l'incremento della capacità di ospitare comunità bentoniche algali, animali e coralligene ma anche per l'incremento delle zone di "nursery".

3.3 - Trasformazione del suolo e uso di risorse naturali

L'area dell'impronta sul fondo delle scogliere/isolotti in progetto è di circa 4.000m² che costituisce circa il 2% della superficie complessiva dei fondali omogenei al contorno (*compresi nel tratto di mare antistante la spiaggia nella fascia di 200m tra la costa e la riva nel tratto tra Abamar e Cala Verde della superficie di circa 200.000m²*).

3.3.1 - Impiego di materiali alloctoni.

Gli unici materiali alloctoni che saranno utilizzati nella realizzazione delle opere sono costituiti da massi naturali con caratteristiche idonee all'utilizzo nella realizzazione di opere marittime e di resistere alle sollecitazioni del moto ondoso.

La scelta, è ricaduta su massi di natura granitica con caratteristiche petrografiche e mineralogiche idonee (stabili al degrado fisico e chimico dell'ambiente marino) e con caratteristiche cromatiche e dimensionali congruenti con le esigenze di progetto e reperibili anche in geometrie naturali non deformate da tecniche estrattive.

La tipologia dei materiali da utilizzare è stata individuata univocamente nelle litologie granitiche afferenti alla varietà inquadrata come "Granito", "Leucogranito", "Monzogranito", commercializzato con denominazioni commerciali diverse (Rosa Beta; Ghiandone Rosa; Rosa Limbara ; Rosa Nule; Giallo Sardo)

Le cave attive, autorizzate, che producono questa tipologia di materiali, sono dislocate nei comuni di:

Arzachena: - Rosa Beta

Calangianus:	- Ghiandone Gallura
Luogosanto:	- Rosa Beta
Luras:	- Rosa Nule/Ghiandone Gallura/ Ghiandone Rosa Limbara
Olbia:	- Giallo Sardo/Rosa Beta
S.Antonio di Gallura:	- Ghiandone Gallura
Tempio Pausania:	- Rosa Beta

La rispondenza dei materiali previsti in progetto con i materiali impiegati in cantiere sarà effettuata secondo la sequenza seguente:

- Presentazione da parte dell'impresa del campione del materiale oggetto della fornitura.
- Verifica e approvazione della rispondenza del materiale alle caratteristiche mineralogiche del progetto e acquisizione dei certificati di origine dei materiali e di quattro campioni omogenei del materiale approvato.
- Controllo di accettazione dei materiali in ingresso al cantiere mediante acquisizione delle bolle di carico e trasporto e della certificazione di provenienza; verifica speditiva visuale delle caratteristiche qualitative dei materiali.
- Prelievo di campioni dei materiali eseguite ogni 2.500t di materiali forniti a piè d'opera e verifica di rispondenza qualitativa ai campioni approvati.

I materiali saranno approvvigionati da cave autorizzate in esercizio; il quantitativo totale previsto è di modesta entità (circa 7.000m³) in grado di essere soddisfatto dalle cave esistenti senza difficoltà.

La posa in opera dei massi per la formazione delle scogliere sarà eseguita con impiego di mezzi marittimi (pontone equipaggiato con gru) con trasporto via mare dal porto di carico.

Il trasporto dei materiali dalla cava ai porti di carico individuati (Porto Canale di Cagliari) sarà effettuato mediante autocarro.

3.3.2 - Trasformazioni indotte dalla movimentazione di sedimenti nello stesso ambito.

La compatibilità dei sedimenti da prelevare con quelli della spiaggia è stata accertata mediante determinazioni analitiche per la caratterizzazione dei sedimenti; le analisi eseguite sui campioni prelevati hanno evidenziato la piena compatibilità granulometrica petrografica e mineralogica e non hanno evidenziato elementi di criticità ambientale.

Le aree di prelievo sono costituite dalla spiaggia sommersa antistante in cui il fondale è costituito dai sedimenti mobili soggetti alle dinamiche di trasporto eolico e marino naturali e al continuo rimaneggiamento per azione del moto ondoso.

In tali fondali a substrato mobile e a bassa profondità, le biocenosi di per se rarefatte sono tipicamente influenzate dalla continua movimentazione della sabbia ad opera della idrodinamica del moto ondoso; la perturbazione indotta dalla movimentazione artificiale dei sedimenti, prevista in progetto, riguarda lo strato sabbioso superficiale ed è analoga alle perturbazioni indotte dal moto ondoso durante eventi meteomarinari di media entità ma di minor ordine di grandezza.

L'ecosistema naturale terrestre, risente delle alterazioni conseguenti alle modificazioni morfologiche e vegetazionali subite dall'area e dalle variazioni di carico antropico; la spiaggia confina con la scarpata litoranea in massima parte delimitata da manufatti murari e opere di accesso e di contenimento oltre le quali sono presenti specie vegetali da giardino, siepi e piante ornamentali, conseguenti alla presenza e vicinanza di giardini privati.

I lavori in progetto limitati all'arenile non comportano alcun impatto sull'ecosistema terrestre a monte.

L'azione erosiva ha negativamente interferito con l'assetto della spiaggia soprattutto per la riduzione della superficie di arenile fruibile con la conseguenza di un più intensivo carico antropico delle parti residue.

3.4 - Inserimento delle opere nel contesto del paesaggio

La spiaggia è classificata all'interno dei beni paesaggistici ambientali come "Campi dunari e sistemi di spiaggia" (Art. 17 del PPR) e ricade all'interno della Fascia costiera.

L'art. 18 delle NTA – Misure di tutela e valorizzazione dei beni paesaggistici con valenza ambientale riporta che i beni sono oggetto di "conservazione e tutela finalizzati al mantenimento delle caratteristiche degli elementi costitutivi e delle relative morfologie in modo da preservarne l'integrità ovvero lo stato di equilibrio ottimale tra habitat naturale e attività antropiche... "qualunque trasformazione è soggetta ad autorizzazione paesaggistica".

L'art. 20 delle NTA- Fascia Costiera riporta che in tutta la fascia costiera sono ammessi interventi di conservazione, gestione e valorizzazione dei beni paesaggistici.

L'art. 33 delle NTA – Aree di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate, definisce tali aree come "aree costituite da ambiti territoriali soggetti a forme di protezione istituzionali, rilevanti ai fini paesaggistici e ambientali".



Fig.5 Fotosimulazioni di inserimento nel paesaggio

3.5 – Impatti sull'ambiente durante la realizzazione delle opere

Durante la fase di cantiere, le modalità esecutive previste sono tali da non poter determinare impatti negativi significativi, rilevabili o permanenti.

I lavori si svolgono esclusivamente con impiego di mezzi d'opera marittimi i cui regolamenti di armamento prevedono il rispetto delle caratteristiche ambientali di rumorosità, emissioni e produzione e smaltimento dei rifiuti.

Le acque marine interessate direttamente sono quelle antistanti la spiaggia nella fascia costiera di 200m di distanza dalla riva. Le azioni in progetto non determinano possibili impatti negativi con l'ecosistema delle acque marine.

Durante la posa dei massi non si produce generalmente torbidità.

Durante la movimentazione dei sedimenti con pompa aspirante e refluenti in generale non si produce torbidità nel punto di aspirazione; la eventuale torbidità che si potrebbe produrre nel punto di immissione in mare delle acque reflue di trasporto sarà prevenuta con l'impiego di panne galleggianti e con sistemi di decantazione.

Componenti ambientale		impatti				note
		nullo	basso	medio	alto	
1	Atmosfera					Le opere non sono suscettibili di impatti sull'atmosfera Le attività di costruzione e le modalità realizzative previste non comportano emissione di gas o polveri.
2	Acque marine					Le opere non determinano variazioni alla qualità delle acque. Nelle zone protette in relazione a lunghi periodi di calma di vento e di mare la circolazione delle acque potrebbe determinare localmente l'insorgere di criticità nella qualità delle acque. (previsto il monitoraggio della qualità delle acque) Queste remote ma possibili criticità possono essere facilmente eliminate aumentando la "trasparenza" delle scogliere mediante salpamento di massi e creazione di piccoli varchi per aumentare il ricambio delle acque all'interno delle zone protette. I lavori di costruzione delle barriere e i lavori di dragaggio possono determinare diffusione di torbidità. Durante la costruzione delle barriere saranno utilizzati sistemi di "panne galleggianti" estese fino al fondale per evitare la diffusione della torbidità.
3	Acque superficiali					Nessuna interferenza
4	Suolo e sottosuolo					Le attività di costruzione non comportano interventi sul suolo e sottosuolo.
5	Fondali marini					Le opere inducono una sostanziale trasformazione dei fondali marini aumentando significativamente, nel tratto interessato dalle opere la tipologia di scogli emergenti peraltro già rappresentata da una secca esistente. Tale trasformazione è totalmente reversibile Le opere producono variazioni tipologiche dello stato attuale dei fondali per effetto dei vuoti tra i massi delle scogliere attualmente scarsamente rappresentato in quanto il substrato roccioso affiorante è costituito per lo più da scogli ampi e poco frastagliati.
6	Flora e fauna					Le scogliere con massi con alta percentuale di vuoti introducono una fattispecie tipologica diversa dall'attuale fondale suscettibile di determinare un significativo aumento della biodiversità dell'ambito dovuta all'aumento sensibile degli insediamenti stanziali di fauna marina tipica dei fondali prossimi alle scogliere (ricci, stelle marine, oloturie, molluschi (cozze, ostriche, patelle) Crostacei Decapodi (paguri, gamberetti, granchi e altri crostacei) e altra fauna (Poriferi, Tunicati, Idroidi, Briozoi, Anellidi) e flora (lichene marino, alghe rosse calcificate, cespugli di posidonia e altre fanerogame marine, alghe verdi o cloroficee (Codium) e alghe brune (Cystoseira) etc...
7	Rumore					Le scogliere determinando l'allontanamento dalla riva del rumore della risacca potranno avere un effetto di modificare la percezione acustica del rumore del mare agitato e del fragore delle onde di risacca. In fase di cantiere non sono previste attività particolarmente rilevanti ai fini della rumorosità.
8	Campi elettromagnetici					Nessuna possibile interferenza
9	Paesaggio					Gli impatti delle opere sul paesaggio sono stati valutati di entità media in ragione sia della oggettiva alterazione locale del paesaggio e della modesta percettibilità delle opere dai punti di vista possibili situati nell'area vasta al contorno.
10	Interferenze con lo stato dei luoghi e con le attività al contorno					Oggetto principale degli studi idraulici marittimi è stato quello di ottimizzare le opere per non determinare e minimizzare gli impatti sulla geomorfologia del litorale. Le opere non determinano impatti negativi sulle attività turistico/ricreative per lo più orientate alla fruizione balneare e il loro stesso scopo è orientato a massimizzare tali attività I lavori di costruzione si svolgeranno interamente in mare e sulla spiaggia senza interferenze con le aree adiacenti; la movimentazione di materiali d'opera avviene dal mare. Il traffico dei mezzi di trasporto terrestri avviene lontano dai luoghi di cantiere senza alcun impatto sulla strada litoranea SS195.

Tabella riepilogativa degli impatti

3.6 - Reversibilità degli impatti

Le opere a scogliera, per la loro natura sono costituite da massi non legati tra loro, pertanto gli isolotti/barriere potranno essere facilmente modificate per far fronte alla eventuale insorgenza di imprevisti impatti negativi, fino alla loro completa eliminazione con la totale rimessa in pristino dei luoghi (*per completezza dell'informazione la rimozione totale delle scogliere ha un costo stimato pari al 20% del costo complessivo dell'intervento*).

4 - QUADRO VINCOLISTICO E POTENZIALI INTERFERENZE GENERATE DAL PROGETTO

Le opere in progetto interessano lo specchio acqueo antistante la spiaggia e la spiaggia stessa dal piede della scarpata litoranea fino alla linea di riva e non interessano le aree poste a monte della scarpata litoranea.

- L'area di intervento inoltre ricade all'interno di aree di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate, nello specifico ricade nell' "Oasi Santa Margherita" della superficie di 1.370 Ha, destinata alla conservazione delle specie selvatiche favorendo il rifugio della fauna stanziale, la sosta della fauna migratoria ed il loro irradiazione naturale. (*oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura ex legge regionale n. 23 del 29 luglio 1998*). Non si ravvisa alcuna possibile interferenza tra le opere in progetto e le finalità istitutive dell' "Oasi Santa Margherita"
- Nelle vicinanze, a circa 150 m a Ovest dall'area interessata dai lavori è presente la ZSC "Tra Forte Village e Perla Marina" (ITB042231) che si estende per soli 0,32 ha e tutela una piccola porzione di un sistema dunale appartenente agli ambiti delle coste basse e sabbiose. Relativamente agli habitat di importanza comunitaria, nel sito è presente "Vegetazione annua delle linee di deposito marine" (1210), caratterizzato da comunità annuali che crescono sulla zona della spiaggia generalmente inondata in inverno e sulla quale le mareggiate lasciano depositi di sostanza organica (soprattutto resti di Posidonia oceanica), e l'habitat "Dune con prati dei Malcolmietalia" (2230), costituito da un mosaico di tipi di vegetazione perenne delle dune embrionali, mobili e fisse del litorale. L'estensione ridotta e la pressoché totale antropizzazione del SIC che ricade principalmente in aree private adibite a fini turistici e balneari la cui vulnerabilità è legata principalmente al disturbo antropico ed in particolare al danno arrecato dall'eccessivo calpestio in ambiente dunale.

Le opere in progetto sono distanti dal sito e separate da esso da opere di recinzione private e non interferiscono in alcun modo esso e con le finalità di tutela che hanno determinato la istituzione del ZSC "Tra Forte Village e Perla Marina" (ITB042231).

- Lo strumento urbanistico vigente, il P.U.C. in adeguamento al Piano Paesaggistico Regionale, approvato definitivamente con D.C.C. 27/2015, mappa l'area in esame come Zona Turistica "F"
- Beni identitari di cui alla D.G.R. n. 23/14 del 16.4.2000 - Non sono presenti nell'area d'intervento beni paesaggistici o manufatti importanti da un punto di vista storico-paesaggistico.
- Convenzione di Ramsar (1971) - L'area di progetto dista circa molti km dalla più vicina area Ramsar di Santa Gilla e non ha con essa rapporti percettibili.
- Beni archeologici (art. n°142 lett. m) - Non sono noti beni archeologici nel settore interessato dall'intervento

5 – VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

5.1 - Attività di cantiere

Attività organizzative (mob./demob., tracciamento, controlli di conformità, allestimento aree e specchi acquei di cantiere; monitoraggi)

Approvvigionamento massi e pietrame (trasporto terrestre da cava a banchine di carico (10.000t ~7.000m³)

Costruzione scogliere (posa in opera massi con pontone e attrezzature marittime ausiliarie)

Ricarica della spiaggia e riassetto morfologico (dragaggio, refluentamento e riprofilatura) (~20.000m³)

5.2 - Tempi e metodi

Allestimento del cantiere

Comprende le attività di mobilitazione dei mezzi d'opera e le attività di tracciamento delle opere

Approvvigionamento massi e pietrame mediante trasporto terrestre da cava a banchine di carico

Quantitativo previsto (10.000t ~7.000m³)

L'approvvigionamento dei materiali d'opera (massi di cava) avverrà mediante trasporto con autocarro da 300q.li dalla cava autorizzata di produzione al punto di stoccaggio in prossimità della banchina di carico sul mezzo marittimo (motopontone gru) che sarà impiegato per il trasporto e la posa in opera.

Costruzione scogliere (posa in opera massi con pontone e attrezzature marittime ausiliarie)

L'approvvigionamento dei materiali d'opera (massi di cava) avverrà mediante trasporto con mezzi marittimi dal Porto Canale di Cagliari alla zona di posa (distanza circa 16Nm).

La posa in opera avverrà mediante il mezzo marittimo (motopontone gru) impiegato per il trasporto con l'ausilio di barche e operatori subacquei.

Ricarica della spiaggia e riassetto morfologico (dragaggio, refluentamento e riprofilatura) (~20.000m³)

La movimentazione delle sabbie dalle zone di prelievo situate nella spiaggia sommersa all'arenile litoraneo (spiaggia emersa) sarà effettuato mediante pompa dragante aspirante e refluyente. La riprofilatura sarà effettuata con piccoli mezzi terrestri gommati (pale e escavatori da giardinaggio)

Trasporto dei massi su ruota.

Il volume di materiali da trasportare su ruota è di circa 7.000m³ (~10.000 t).

I materiali da trasportare sono massi naturali di granito sardo rosa, le cui cave principali si trovano in Gallura a una distanza massima di circa 350km dal pontile di imbarco individuato all'interno del Porto Canale di Cagliari.

Per il trasporto su ruota del quantitativo di materiali previsto in progetto sono necessari circa 350 ÷ 400 viaggi di autocarri con portata 300 q.li muniti di cassone roccia dotato di telo di copertura antipolvere.

La necessità giornaliera massima di materiali è determinata dal potenziale di carico del pontone (250t) che può effettuare al massimo un carico al giorno. Il massimo traffico giornaliero di autocarri è pertanto stimato in circa 9 viaggi/giorno.

Il numero massimo giornaliero dei viaggi di trasporto rientra nella normale frequenza di traffico veicolare sulle strade interessate e non è suscettibile di determinare specifici impatti sulla viabilità pubblica.

5.3 – Impatti in fase di cantiere

La valutazione degli impatti in fase di cantiere sono riepilogati nella seguente tabella.

Componenti ambientale	impatti				note
	nullo	basso	medio	alto	
1 <i>Atmosfera</i>					Le attività di costruzione e le modalità realizzative previste non comportano emissione di gas o polveri nell'atmosfera.
2 <i>Acque marine</i>					I lavori di costruzione delle barriere e i lavori di dragaggio possono determinare diffusione di torbidità. Durante la costruzione delle barriere saranno utilizzati sistemi di "panne galleggianti" estese fino al fondale per evitare la diffusione della torbidità.
3 <i>Acque superficiali</i>					Nessuna interferenza
4 <i>Suolo e sottosuolo</i>					Le attività di costruzione non comportano interventi sul suolo e sottosuolo.
5 <i>Fondali marini</i>					Le opere prevedono di operare su fondali marini che saranno trasformati in modo reversibile Le opere producono variazioni tipologiche dello stato attuale dei fondali per effetto dei vuoti tra i massi delle scogliere.
6 <i>Flora e fauna</i>					Le scogliere con massi e i vuoti introducono una fattispecie tipologica diversa dall'attuale con impatti positivi sulla biodiversità dell'ambito.
7 <i>Rumore</i>					Non sono previste attività continuative di particolare rilevanza ai fini della rumorosità
8 <i>Campi elettromagnetici</i>					Nessuna possibile interferenza
9 <i>Paesaggio</i>					Gli impatti in fase di cantiere sono i medesimi delle opere sul paesaggio (valutati medi in ragione della posizione e dimensione delle opere e della loro percezione visuale dai punti di vista possibili al contorno)
10 <i>Interferenze con attività al contorno</i>					Le attività di costruzione si svolgeranno interamente in mare e sulla spiaggia senza interferenze con le aree adiacenti; la movimentazione di materiali d'opera avviene dal mare. Il traffico dei mezzi di trasporto terrestri avviene lontano dai luoghi di cantiere senza alcun impatto sulla strada litoranea SS195.

5.4 - Programma dei lavori

Rif.	Attività	Tempo gg nat.cons.	settimane																		
			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Organizzazione del cantiere	21																			
2	Attività di controllo e monitoraggio	133																			
3	Approvvigionamento massi (terra)	112																			
4	Posa in opera massi (pontone)	98																			
5	Ripascimento	98																			
6	Riprofilatura e opere di finitura	35																			
7	Smobilitazione cantiere	28																			
8	Ultimazione lavori e verifiche	35																			

6 – PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (P.M.A.)

6.1 - Componenti ambientali oggetto dei monitoraggi di controllo

Le componenti ambientali oggetto del presente Piano di Monitoraggio Ambientale sono le seguenti:

- Popolamenti fito zoo-bentonici (posidonia e comunità bentoniche dei fondi molli);
- Linea di riva dell'intera Unità Fisiografica
- Consistenza volumetrica della spiaggia emersa estesa alla intera unità fisiografica
- Qualità delle acque nello specchio acqueo protetto
- Rilievi fotografici

Tutte queste componenti saranno rilevate ante operam con le modalità specificate al paragrafo successivo.

6.2 - Modalità di controllo

6.2.1 - Popolamenti fito zoo-bentonici (posidonia e comunità bentoniche dei fondi molli);

Preliminarmente alle attività di costruzione delle opere in progetto sarà effettuato il rilievo planimetrico della prateria e di Posidonia oceanica e saranno effettuate misure dirette di densità in 3 stazioni di campionamento poste nel posidonieto situato al largo al traverso della posizione delle barriere e in una stazione esterna in posizione non influenzata dalla realizzazione delle opere.

Sarà fatto un censimento della fauna marina (visus census) e delle comunità bentoniche dei fondi mobili (censimento su 3 riquadri campione)

6.2.2 - Linea di riva dell'intera Unità Fisiografica

Rilievo topografico georeferenziato (rilievo dei punti significativi con distanza minima 20m)

6.2.3 - Consistenza volumetrica della spiaggia emersa/sommersa esteso alla intera unità fisiografica

Rilievo batimetrico e topografico della spiaggia oggetto del progetto (circa 500m) mediante istituzione di 5 transetti trasversali di controllo estesi fino a 100m dalla linea di riva.

Rilievo batimetrico e topografico della spiaggia al contorno, esteso a tutta l'unità fisiografica (da Cala verde a Cala Bernardini circa 2.800m) mediante istituzione di 14 transetti trasversali di controllo estesi fino a 100m dalla linea di riva.

6.2.4 - Qualità delle acque nello specchio acqueo protetto

Prelievo di 2 campioni sulla colonna d'acqua per la determinazione del BOD, COD e della torbidità.

6.2.5 - Rilievi fotografici

I rilievi fotografici saranno effettuati mediante installazione di apparecchiature fotografiche a inquadratura fissa.

Le specifiche tecniche delle modalità di controllo saranno meglio precisate in fase esecutiva (Capitolato speciale esecutivo).



6.3 - Frequenza dei controlli

Oggetto	Durata del monitoraggio e frequenza			
Popolamenti fito zoo-bentonici (posidonia e comunità bentoniche dei fondi molli);	ante operam	fine lavori	3 anni	ogni sei mesi
Linea di riva dell'intera Unità Fisiografica	ante operam	fine lavori	3 anni	2 annuali: agosto - febbraio
Consistenza volumetrica della spiaggia emersa estesa alla intera unità fisiografica	ante operam	fine lavori	3 anni	2 annuali: agosto - febbraio
Qualità delle acque nello specchio acqueo protetto	ante operam	fine lavori	3 anni	1 annuale (giugno)
Rilievi fotografici	ante operam	fine lavori	3 anni	4 annuali a inizio di ogni stagione

____/____

FORTE VILLAGE RESORT - OPERE DI PROTEZIONE E STABILIZZAZIONE MORFOLOGICA
DELLA SPIAGGIA
PROGETTO DI FATTIBILITÀ (definitivo)

ALLEGATO AL SIA

MONITORAGGI PREGRESSI



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

COMUNE DI PULA

SANTA MARGHERITA DI PULA OPERE DI RIPRISTINO MORFOLOGICO DEL TRATTO DI LITORALE ANTISTANTE IL FORTE VILLAGE RESORT

MONITORAGGIO AMBIENTALE

Fase 3 - Monitoraggio in corso d'opera

RIF. ELABORATO: 20 - 008

REVISIONI	DATA		OGGETTO
	00	15-03-2022	
	01		
	02		
	03		
RED.: EA VER.: FP APPR.: AR			

ESECUZIONE MONITORAGGIO:

ING. ANDREA RITOSSA S.R.L.

Ing. Andrea Ritossa



Dott. Ing. ANDREA RITOSSA

CONSULENTI:

SARLAND S.R.L.:

Ing. Alessandro Lai

Dott. Pieraugusto Panzalis

Ing. Nicola Puddu

COMMITTENTE:

PROGETTO ESMERALDA S.R.L.

INDICE

1	PREMESSA	2
2	POPOLAMENTI FITO ZOO-BENTONICI.....	3
2.1	MONITORAGGIO DELLA PRATERIA A <i>P. OCEANICA</i>	3
3	RILIEVI FOTOGRAFICI, ONDAMETRICI, CONSIDERAZIONI DI CARATTERE METEOMARINO E SULLA COLONNA D’ACQUA	5
3.1	RILIEVI ONDAMETRICI E CONSIDERAZIONI DI CARATTERE METEOMARINO.....	5
3.2	RILIEVI FOTOGRAFICI	15
3.3	RILIEVI SULLA COLONNA D’ACQUA PER LA DETERMINAZIONE DI BOD E COD	19
4	CONCLUSIONI	20
5	ALLEGATI AL PRESENTE DOCUMENTO	21

1 Premessa

Nel presente documento viene descritto il monitoraggio effettuato dopo l'intervento di completamento eseguito nel mese di luglio/agosto 2021.

Il monitoraggio è stato effettuato ai sensi del progetto sottoposto a procedura di impatto ambientale conclusasi con Deliberazione n.37/35 del 19.09.2019.

Il presente documento contiene la descrizione delle attività effettuate e nello specifico:

- Popolamenti fito zoo-bentonici (rilievo posidonia e comunità bentoniche dei fondi molli);
- Analisi clima meteomarinario;
- Rilievo fotografico;

2 Popolamenti fito zoo-bentonici

2.1 Monitoraggio della prateria a *P. oceanica*

I rilievi della posidonia oceanica sono stati effettuati in data 21/01/2021.

Per lo studio della prateria sono stati utilizzati descrittori strutturali e funzionali secondo la metodologia prevista dal piano di monitoraggio. La prateria studiata occupa la fascia costiera antistante il tratto di costa antistante il Forte Village Resort.

Il piano di campionamento adottato ha previsto l'utilizzo di 16 stazioni (P) ed una stazione esterna (bianco).

In ogni stazione si è proceduto a rilevare i seguenti parametri:

- Stima visiva in immersione del ricoprimento percentuale di *P. oceanica*
- Conteggio del numero di fasci fogliari presenti all'interno di un quadrato di 50 x 50 cm

Di seguito si riporta una foto aerea con indicazione della posizione delle stazioni campionate (Vedi Relazione ambientale allegata)



Figura 1: Posizione delle stazioni campionate

Coordinate CAMPIONAMENTI POSIDONIA		
	Latitudine	Longitudine
P 1	38° 55,728' N	008° 55,855' E
P 2	38° 55,738' N	008° 55,958' E
P 3	38° 55,765' N	008° 56,041' E
P 4	38° 55,815' N	008° 56,125' E
P 5	38° 55,795' N	008° 56,217' E
P 6	38° 55,842' N	008° 56,293' E
P 7	38° 55,861' N	008° 56,393' E
P 8	38° 55,956' N	008° 56,441' E
P 9	38° 55,668' N	008° 55,916' E
P 10	38° 55,690' N	008° 56,018' E
P 11	38° 55,720' N	008° 56,095' E
P 12	38° 55,748' N	008° 56,177' E
P 13	38° 55,749' N	008° 56,270' E
P 14	38° 55,790' N	008° 56,355' E
P 15	38° 55,814' N	008° 56,435' E
P 16	38° 55,882' N	008° 56,488' E
Bianco	38° 56,430' N	008° 56,950' E

Dall'analisi dei dati di densità rilevati nei diversi anni di studio si osserva un decremento della densità.

Le variazioni nello scalzamento dei rizomi, e l'aumento del coefficiente A si può pensare che la diminuzione della densità, in quasi tutti i siti, incluso il bianco, possa essere dovuta ad un aumento delle mareggiate nel periodo invernale. Una diminuzione tale era stata registrata anche nell'inverno del 2007 dove le varie stazioni subirono una diminuzione della densità. Per valutare al meglio l'andamento e lo stato di conservazione della prateria si attendono i risultati dei monitoraggi estivi.

2.2 Caratterizzazione della comunità del macrozoobenthos dei sedimenti molli

I campionamenti sono stati effettuati in data 22/11/2021. Nelle aree di prelievo dei sedimenti, indicate dal Direttore dei Lavori Ing. Franco Vigna, relative all'intervento eseguito nell'anno 2021.

Il piano di campionamento della comunità del macrozoobenthos è descritto nella relazione ambientale allegata alla presente.

Le stazioni di campionamento del sedimento per le analisi della macrofauna sono state individuate ad una profondità compresa tra i - 1.5 m e -3.0 m ad una distanza compresa tra i 70 m e 100 m dalla linea di riva.

I punti di prelievo per la caratterizzazione delle comunità del macrozoobenthos ricadono all'interno delle aree di prelievo dei sedimenti come riportato nell'elaborato grafico allegato.



Figura 2: Punti campionamento Macrozoobenthos 2021;

Al fine di valutare l'impatto del ripascimento leggero sull'area esaminata è stato eseguito un confronto tra i risultati ottenuti in ciascuna campagna di monitoraggio effettuata: fase di caratterizzazione (2020) e fase post-opera (2021). Nei grafici, seguenti vi sono i valori di Abbondanza di Ricchezza Specifica e i diversi indici per le due campagne oggetto del confronto.

Al fine di valutare l'impatto del ripascimento leggero sull'area esaminata è stato eseguito un confronto tra i risultati ottenuti in ciascuna campagna di monitoraggio effettuata: fase di caratterizzazione (2020) e due nel 2021.

Nei grafici, sopra riportati vi sono i valori di Abbondanza di Ricchezza Specifica e i diversi indici per le campagne oggetto del confronto. I dati di macrozoobenthos relativi alla fase post opera non mostrano particolari differenze rispetto a quelli riscontrati nella fase preopera.

Le precedenti variazioni registrate nella stazione S1 nel monitoraggio di Febbraio risultano avere subito in incremento che le riporta a valori prossimi dei dati ante operam.

Per entrambe le stazioni S1 e S2 la diversità specifica ha delle variazioni.

Le variazioni sono prevedibili in quanto le prime specie a ri-colonizzare l'area di prelievo sono gli anellidi, con scarsa presenza di bivalvi che impiegano un tempo maggiore di ri-colonizzazione.

I popolamenti bentonici dell'area in esame sono naturalmente soggetti a stress ambientali, anche di natura meccanica, con elevate capacità di resilienza, ossia abituati a contrastare cambiamenti sia naturali sia conseguenti ad attività antropiche, sopravvivendo anche in condizioni sfavorevoli e recuperando quasi completamente l'equilibrio ecologico

iniziale. Queste nuove indagini sono utili per confermare quanto esposto e per avere nuove indicazioni riguardo il recupero dell’area interessate.

I valori riscontrati e comparati tra loro mostrano che presumibilmente il macrozoobenthos nella campagna di Febbraio 2021 ha risentito delle mareggiate protrattesi lungo il periodo invernale mentre al momento zero, effettuato nel mese di maggio 2020, il regime di calma del moto ondoso tipico della stagione ha favorito lo sviluppo del macrozoobenthos. Il dato di novembre mostra un valore intermedio tra le due misurazioni precedenti segno che i lavori non hanno sostanzialmente un impatto significativo sulla componente in oggetto.

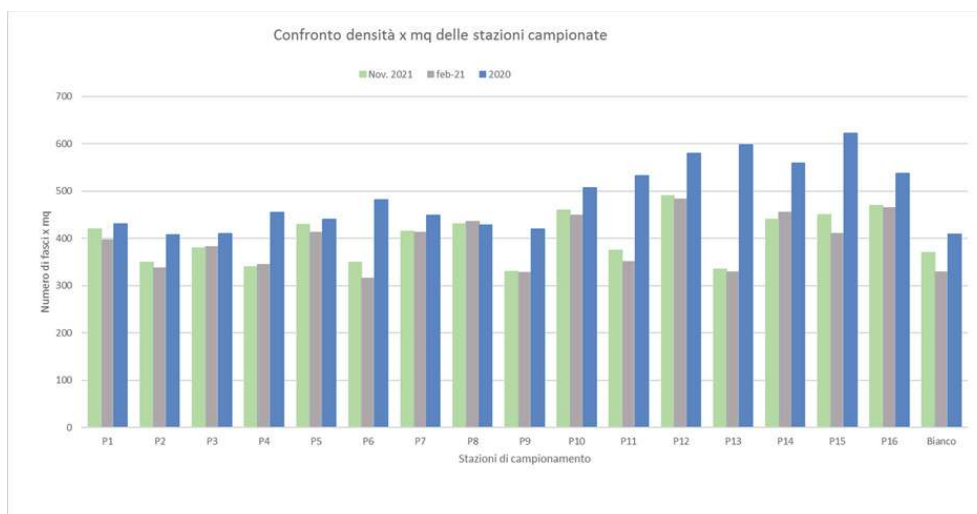


Figura 3: Confronto tra le campagne relative alla fase pre - opera e post - opera

3 Rilievi fotografici, ondametrici, considerazioni di carattere meteomarinico e sulla colonna d’acqua

3.1 Rilievi ondametrici e considerazioni di carattere meteomarinico

La spiaggia oggetto dei lavori è ubicata nella costa sud-occidentale della Sardegna. La costa su cui essa insiste chiude ad Ovest il Golfo i Cagliari secondo una linea SW-NE che espone il paraggio ad un settore di traversia piuttosto ampio.

Il settore di traversia massimo è di 170 °ca e va dai 50 °N fino ai 220 °N.

Gli eventi più frequenti sono concentrati nei settori di Scirocco e Mezzogiorno - Libeccio. In particolare, le mareggiate più intense provengono tutte dal settore di scirocco.

Durante il periodo in questione la sonda utilizzata per il rilievo correntometrico non ha funzionato a causa di un bug riscontrato nel firmware.

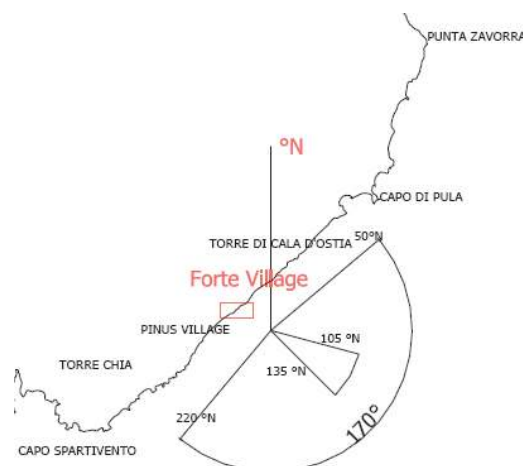


Figura 4: Ubicazione del paraggio;

Per la determinazione delle caratteristiche meteomarine nel periodo successivo all’intervento, è stata analizzata la serie di rianalisi estesa del modello ECMWF relativa al 2021.

In primo luogo si può stabilire un’altezza significativa di soglia, al di sotto della quale il moto ondoso non è da considerarsi di tempesta, ma semplicemente come *rumore di fondo* del mare. Tale soglia per il Mediterraneo è stata

individuata in $H_{soglia} = 1.5 \text{ m}$ (Boccotti, 1997). Valori osservati di altezza d'onda superiori all'altezza di soglia appartengono, dunque, ad una tempesta. Inoltre, la tempesta continua anche se l'altezza dell'onda si riduce a valori inferiori della soglia, purché la durata di tale riduzione sia inferiore ad un tempo massimo prestabilito che per il Mediterraneo può essere fissato in 12 ore.

All'interno della serie sono state identificate le mareggiate sopra la soglia di 1.50 m di altezza d'onda significativa a largo H_{m0} .

Nel grafico seguente viene riportata tutta la serie delle altezze d'onda significativa a largo per il 2021 identificando la soglia di 1.50m.

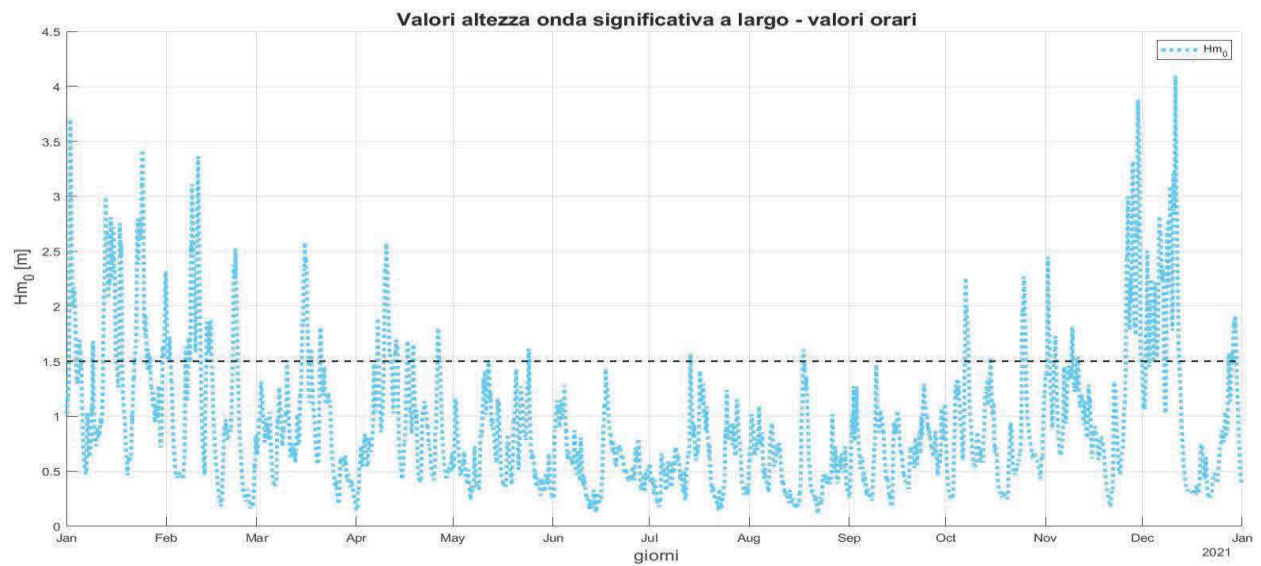


Figura 5: Serie delle altezze d'onda significative al largo 2021;

Per rappresentare le altre variabili della serie quali direzioni e periodi si utilizza il seguente grafico:

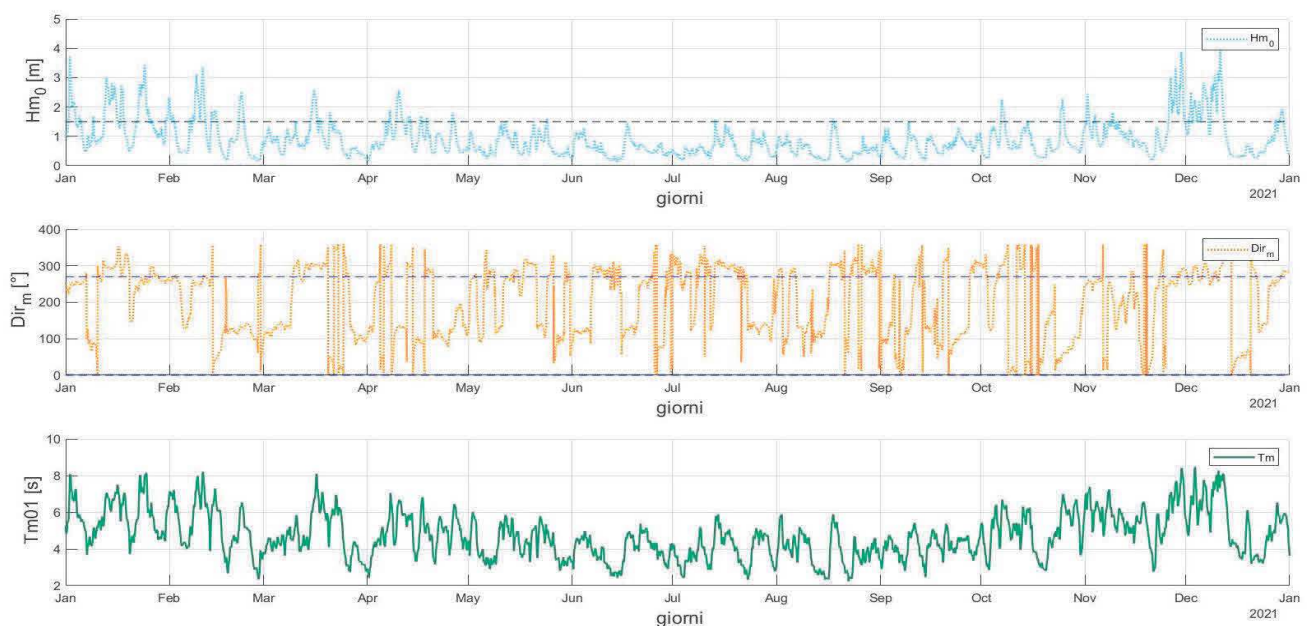


Figura 6: Subplot Hmo, Dirm, Tm01;

La direzione di provenienza delle onde è rappresentata attraverso il seguente grafico in cui è stato suddiviso l'angolo giro in settori di ampiezza pari a 10°.

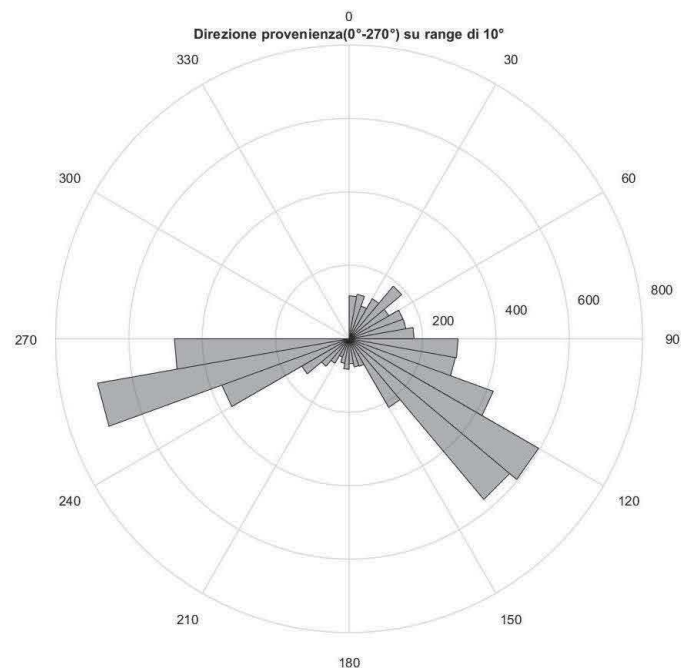


Figura 7: Grafico polare delle direzioni media del moto ondoso;

In tale periodo vengono considerate le direzioni provenienza dal I° (0-90), II° (90-180) e III°quadrante (180-270).

Dalla serie precedente vengono estratte le tempeste con i rispettivi valori di inizio, fine, valori massimi di altezza d'onda significativa Hm0, periodo di picco e direzione. Si riporta in forma tabellare quanto descritto.

StartDate	EndDate	StormHm0	StormPeakWP	StormDirN
01-Jan-2021 21:00:00	04-Jan-2021 02:00:00	3.70	9.39	246.57
04-Jan-2021 23:00:00	05-Jan-2021 11:00:00	1.70	7.31	249.01
12-Jan-2021 10:00:00	16-Jan-2021 11:00:00	3.00	10.14	296.95
17-Jan-2021 07:00:00	18-Jan-2021 09:00:00	2.76	9.14	285.54
22-Jan-2021 03:00:00	27-Jan-2021 01:00:00	3.42	10.09	263.57
30-Jan-2021 20:00:00	02-feb-21 10:00:00	2.32	8.83	261.77
08-feb-21 08:00:00	11-feb-21 17:00:00	3.36	10.11	256.19
13-feb-21 10:00:00	15-feb-21 03:00:00	1.87	8.49	113.77
21-feb-21 16:00:00	23-feb-21 04:00:00	2.52	7.58	130.16
15-mar-21 02:00:00	17-mar-21 02:00:00	2.58	10.64	302.32
20-mar-21 16:00:00	21-mar-21 04:00:00	1.81	6.42	48.06
07-apr-21 10:00:00	07-apr-21 22:00:00	1.89	10.18	307.70
09-apr-21 14:00:00	11-apr-21 23:00:00	2.57	7.69	131.90
12-apr-21 23:00:00	13-apr-21 20:00:00	1.70	9.04	300.00
26-apr-21 04:00:00	27-apr-21 01:00:00	1.80	7.22	128.43
06-Oct-2021 21:00:00	08-Oct-2021 01:00:00	2.26	9.96	302.87
24-Oct-2021 15:00:00	25-Oct-2021 20:00:00	2.27	8.24	53.90
01-nov-21 11:00:00	02-nov-21 07:00:00	2.45	8.78	255.93
03-nov-21 17:00:00	04-nov-21 05:00:00	1.73	7.62	255.17
08-nov-21 23:00:00	09-nov-21 13:00:00	1.81	6.31	213.91
25-nov-21 21:00:00	30-nov-21 16:00:00	3.88	10.88	266.27
02-Dec-2021 00:00:00	07-Dec-2021 19:00:00	2.82	11.22	278.99
08-Dec-2021 11:00:00	12-Dec-2021 12:00:00	4.10	10.82	280.44
29-Dec-2021 04:00:00	30-Dec-2021 05:00:00	1.92	7.36	275.81

Viene utilizzato un colore per contraddistinguere le righe della tabella:

- le righe in grigio si riferiscono a dei periodi di tempo per i quali non è possibile osservare gli effetti di queste tempeste sul litorale per mezzo del rilievo fotografico poiché probabilmente le videocamere erano in manutenzione e la struttura non era aperta al pubblico
- le righe in azzurro rappresentano le tempeste provenienti da grecale e scirocco
- le righe arancioni invece si riferiscono ad una tempesta caratterizzata da bassi periodi. Tale tempesta è stata selezionata per valutare l'effetto che le onde caratterizzate da una certa ripidità hanno nei confronti del profilo trasversale di spiaggia.

Confrontando le altezze d'onda con le rispettive direzioni di provenienza ricadenti nel settore precedentemente definiti e considerando le altezze maggiori di 1.50m si individuano due finestre temporali ritenute significative.

In particolare:

- 26-04-2021 ore 04:00 / 27-04-2021 ore 01:00
- 24-10-2021 ore 15:00 / 25-10-2021 ore 20:00

A questi intervalli di tempo vanno aggiunti anche gli eventi osservati nel periodo dal 01-11-2021 ore 11:00 al 04-11-2021 ore 05:00 osservando i fotogrammi corrispondenti estratti dalla videocamera 1 antistante il litorale oggetto di manutenzione.

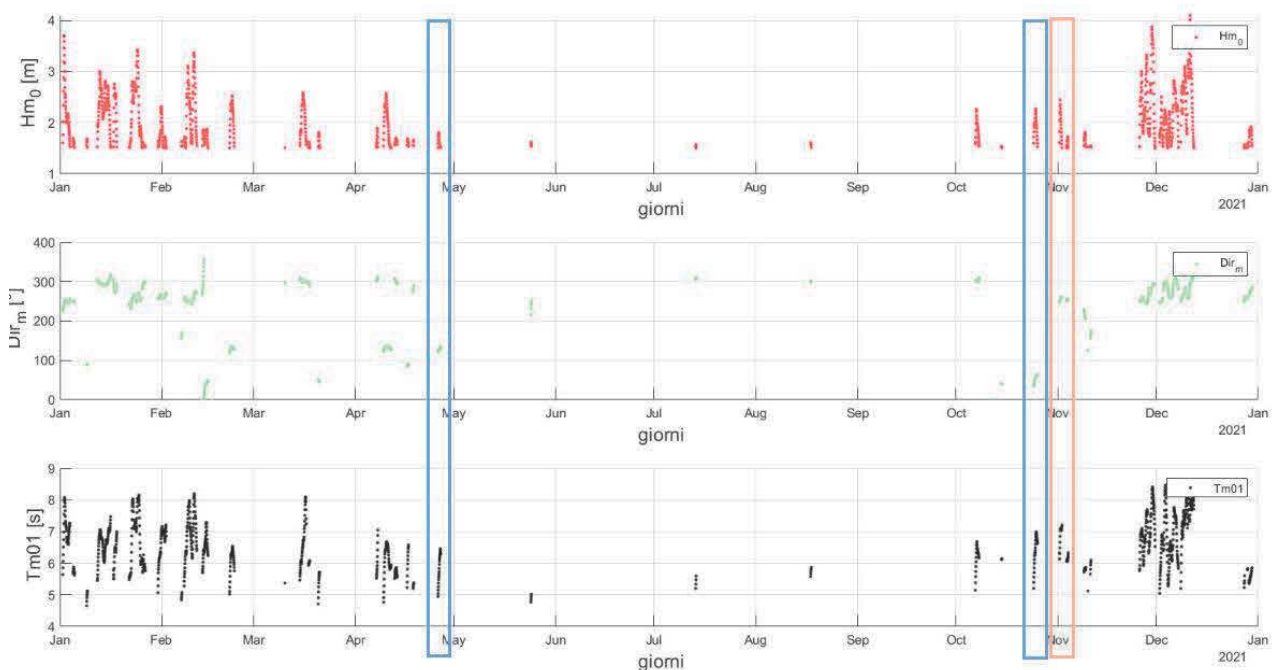


Figura 8: Rappresentazione delle diverse tempeste e delle relative variabili riportate nella tabella precedente;

L'analisi di questo evento è ritenuta significativa dal punto di vista della geomorfologia della spiaggia che grazie all'ausilio delle videocamere permette di analizzare la risposta del profilo trasversale della spiaggia in maniera qualitativa ad una tempesta caratterizzata da un moto ondoso avente periodi bassi.

Il trasporto solido trasversale generato dal mare può essere studiato mediante il controllo del profilo trasversale di spiaggia (*beach profile*). Questo profilo risponde alle azioni climatiche e del moto ondoso, cambiando forma e raggiungendo un **equilibrio dinamico** (*Storm-calm cycle*).

Il profilo di una spiaggia piana sommersa declive, dopo la sollecitazione prolungata del moto ondoso, può assumere due forme che prendo il nome di:

- profilo a gradoni (*step profile*) – a questo profilo corrisponde un avanzamento della linea di riva rispetto alla sua posizione originaria;
- profilo a barra (*bar profile*) – a questa configurazione corrisponde un arretramento della linea di riva rispetto alla sua posizione originaria.

Da numerose evidenze sperimentali si è riscontrato che il profilo a gradoni si ottiene con onde poco ripide, mentre quello a barra con onde molto ripide. Sperimentalmente (Dean) la ripidità dell'onda a largo per un profilo a barra è maggiore rispetto al rapporto tra velocità di sedimentazione dei granuli e celerità dell'onda a largo.

La ripidità dell'onda viene definita come rapporto adimensionale tra altezza d'onda e lunghezza (dipendente dal periodo).
$$\frac{H_0}{L_0}$$

Nell'immagine 9 riferita al 02/11/2021 si evidenzia il profilo trasversale generico della spiaggia assunto come base per i confronti con la situazione durante la tempesta.

Nelle immagini seguenti, riferite al giorno 3/11/2021 viene evidenziata la variazione del profilo trasversale consistente nella formazione di un profilo a barra con una fascia di avanriva o battigia (zona avanzata, esposta alla continua oscillazione della superficie libera dell'acqua *beach face* o *foreshore*) di circa 6.00m. Tale distanza intercorre tra il minimo livello ordinario e la cresta della berma.



Figura 9: Individuazione delle diverse componenti del profilo trasversale di spiaggia;

Da questa immagine si possono distinguere le diverse componenti del profilo. La zona del retroriva in occasione delle mareggiate viene interessata dal moto ondoso e risulta essere sede di accumuli idrici superficiali.

Nelle immagini seguenti vengono riportate delle sequenze temporali, riferite al 3-11-2021 e 4-11-2021, dalle quali è possibile apprezzare questa evoluzione a breve termine.

Da osservazioni sul campo, come ordine di grandezza, la variazione trasversale della linea di riva può raggiungere in una sola tempesta anche valori dell'ordine dei 20m. Per tale ragione il trasporto trasversale viene definito come quello che produce variazioni sensibili della linea di riva nel breve periodo.

Tali dinamiche si sviluppano nella fascia di mareggiata o surf zone che rappresenta la zona di dissipazione del moto ondoso nella fascia sottomarina e nell'avanriva e anche la zona in cui il trasporto dei sedimenti è prevalente.



Figura 10: Profilo trasversale iniziale 02-11-2021

Durante la notte tra il 02-11-2021 e il 03-11-2021 il profilo viene modificato come riportato nell'immagine sottostante. Dalla serie analizzata relativa al 2021 in corrispondenza di questo intervallo temporale si hanno delle altezze d'onda relativamente basse ma caratterizzate da periodi ridotti. Questa riduzione del periodo influisce sulla ripidità dell'onda e per quanto suesposto le onde ripide provocano un profilo a barra caratterizzata da un'altezza di circa 0.40m.



Figura 11: Formazione del profilo a barra 03-11-2021;

Durante la giornata del 03-11-2021 si ha un incremento di questa attività portando il profilo a circa 0.6 m. L'intensa attività ha provocato anche la comparsa di accumuli superficiali.



Figura 12: Evoluzione del profilo durante la mareggiata e comparsa di accumuli idrici superficiali (h9:00 del 3-11-2021);

Sempre dalla serie storica è stato possibile osservare un graduale incremento del valore del periodo intorno alle ore 10 e questo ha comportato una riduzione della ripidità dell'onda.

Da questo momento grazie all'ausilio dei fotogrammi è stato possibile osservare una variazione del profilo e un ritorno alle condizioni precedenti la mareggiata.





Figura 16: Evoluzione del profilo durante la mareggiata e presenza di accumuli idrici superficiali (h 09:00 del 4-11-2021);



Figura 17: Evoluzione del profilo durante la mareggiata e presenza di accumuli idrici superficiali (h 13:00 del 4-11-2021);

In accordo con quanto osservato in natura, come nel caso in questione, la spiaggia arretra, mentre in condizione di mare morto (stato di mare caratterizzato da onde lunghe o da quelle residue sulle acque su cui ha soffiato un vento molto forte (onde morte) avanza. Le due situazioni si presentano rispettivamente in inverno (le onde sono caratterizzate da maggiore energia e causano un arretramento prevalente della spiaggia) e in estate (le onde sono caratterizzate da una minore energia e si ha prevalenza di accrescimento). Dai fotogrammi precedenti viene evidenziata la risposta alle azioni climatiche e del moto ondoso che cambiando forma raggiunge un profilo di equilibrio dinamico. Dall'ultima foto si evidenzia un arretramento della cresta della berma di circa 60 cm e un abbassamento del profilo di circa 20 cm. Nell'immagine sottostante, e anche nella documentazione fotografica allegata, viene evidenziato questo aspetto.



Figura 18: Confronto dei profili trasversali e cresta delle berme nelle due situazioni;

Dove in bordeaux viene rappresentata la cresta della berma e il profilo trasversale in condizioni post mareggiata riferite al 04-11-2021 mentre in verde le condizioni iniziali riferite al 01-11-2021. La pendenza del profilo trasversale finale risulta maggiore rispetto a quello preesistente.

3.2 Rilievi fotografici

Lungo il confine della struttura alberghiera di proprietà del proponente sono state installate 8 telecamere, HiK Vision modello *DS-2CD2685FWD-IZS 8MP WDR Vari-focal Network Bullet Camera* aventi una risoluzione pari a 3840 x 2160 pixel, secondo la disposizione riportata nella sottostante immagine.

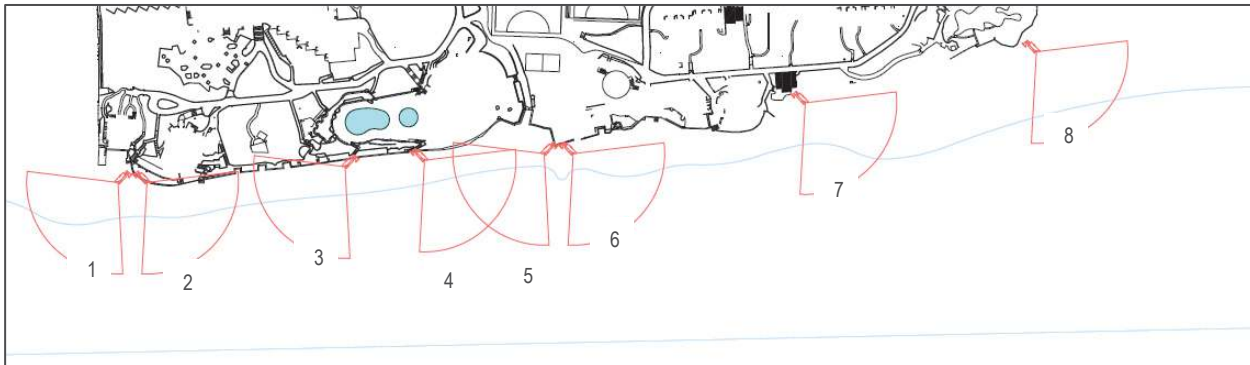


Figura 19 Disposizione telecamere

Le immagini sono acquisite ogni 3 ore e sono archiviate nel server della scrivente società.

In allegato, *Tav. – Documentazione fotografica*, si riportano le immagini acquisite dalle telecamere da 1 a 6, per i giorni:

- 26-04-2021 ore 04:00 / 27-04-2021 ore 01:00
- 02/07/2021 – periodo estivo precedente l'inizio dei lavori;
- 22/08/2021 – periodo estivo seguente l'ultimazione dei lavori;
- 24-10-2021 ore 15:00 / 25-10-2021 ore 20:00 – inizio e fine della mareggiata
- 01-11-2021 ore 11:00 al 04-11-2021 – telecamera 1 – mareggiata proveniente da libeccio

Dall'esame della documentazione fotografica, riportata in apposito allegato, si evince come l'apporto di sedimenti effettuato nell'anno 2021 (come da contabilità finale/giornale dei lavori, ammontano a 13 930 mc suddivisi in: 9 542 mc a Luglio e 4 388 mc ad Agosto) venga completamente rimosso e “riconsegnato” alle naturali dinamiche litoranee, il tutto come da previsioni progettuali. In occasione della conclusione dei lavori è stato effettuato un rilievo fotografico con drone del quale si riporta l'immagine.



Figura 20: Rilievo fotografico da drone;

I lavori di movimentazione della sabbia da spiaggia sommersa a spiaggia emersa nel 2021 si sono conclusi in data 21/08/2021 complessivamente per una durata di 49 giorni naturali e consecutivi (dal 3/07/2021 al 21/08/2021).

Durante i lavori sono state effettuati dei rilievi fotografici che hanno permesso di evidenziare la tendenza evolutiva, in maniera puramente qualitativa, del litorale. Per dare un ordine di grandezza di questo fenomeno nell’arco di un anno è possibile confrontare alcune foto estratte dalle videocamere 1-2-3-4.

- Linea di riva del 02-07-2021



Linea di riva del 22-08-2021



Dalle immagini precedenti si evince un netto avanzamento della linea di riva a seguito delle operazioni di ripristino morfologico eseguite. Questo avanzamento viene quantificato in circa 2.00 m - 2.50m. Possono essere confrontate le immagini post-intervento con le immagini selezionate in relazione agli eventi meteomarinari precedentemente descritti e si evidenzia un progressivo arretramento della linea di riva a distanza di 2 mesi dalla conclusione dell'intervento.

• Linea di riva del 22-08-2021

Linea di riva del 24-10-2021



Tra i lavori di ripristino morfologico del tratto di litorale antistante il Forte Village Resort, sono stati realizzati degli interventi di protezione del piede delle strutture esposte all'azione del moto ondoso.



Figura 21: Planimetria delle opere di protezione radenti alla base della struttura;

Le opere di protezione si configurano come una protezione radente realizzata in massi naturali del peso di circa 200 - 500kg posizionati al piede delle strutture del resort maggiormente esposte al moto ondoso. I giorni di realizzazione della scogliera radente, non si sono susseguiti con regolarità ma con discontinuità dal giorno 01/03/2021 fino al giorno 16/03/2021.

Sempre in corrispondenza della base delle fondazioni delle strutture murarie, caratterizzate da lesioni e fessurazioni, gli sgrottamenti e le cavità presenti sono state riempite mediante sacchetti di juta riempiti a loro volta con calcestruzzo e sistemati a mano. Questi interventi si sono svolti in due tempi: 11 e 12 febbraio e in occasione dell'apertura degli scavi per la realizzazione della berma impiegando complessivamente 310 sacchetti.

3.3 Rilievi sulla colonna d'acqua per la determinazione di BOD e COD

Le analisi chimico - microbiologiche per la determinazione dei parametri riportati nei rapporti di prova allegati, sono state effettuate dal Laboratorio ASELab Srls. I campioni di acqua sono stati prelevati durante i giorni in cui si sono svolti i lavori. Le metodiche analitiche impiegate per le analisi del BOD e COD sono rispettivamente APAT-IRSA CNR 5120 e APAT-IRSA CNR 5130.

Per maggiore completezza si riporta una tabella sintetica dalla quale è possibile desumere la totale assenza, durante i giorni di esecuzione dei lavori, di fenomeni di inquinamento di carattere biologico e in allegato i relativi rapporti di prova. Si riporta la tabella di riepilogo dei campionamenti effettuati ed in allegato i rapporti di prova.

CAMPIONE	DATA PRELIEVO	PARAMETRI CHIMICI	
		C.O.D.	B.O.D. ₅
		[mg/L O ₂]	[mg/L O ₂]
1	04/07/2021	< 25	<5
2	05/07/2021	< 25	<5
3	06/07/2021	< 25	<5
4	08/07/2021	< 25	<5
5	09/07/2021	< 25	<5
6	10/07/2021	< 25	<5
7	11/07/2021	< 25	<5
8	14/07/2021	< 25	<5
9	15/07/2021	< 25	<5
10	16/07/2021	< 25	<5
11	17/07/2021	< 25	<5
12	18/07/2021	< 25	<5
13	20/07/2021	< 25	<5
14	21/07/2021	< 25	<5
15	22/07/2021	< 25	<5
16	23/07/2021	< 25	<5
17	24/07/2021	< 25	<5
18	30/07/2021	< 25	<5
19	31/07/2021	< 25	<5
20	03/08/2021	< 25	<5
21	06/08/2021	< 25	<5
22	12/08/2021	< 25	<5
23	13/08/2021	< 25	<5
24	14/08/2021	< 25	<5
25	17/08/2021	< 25	<5
26	18/08/2021	< 25	<5
27	19/08/2021	< 25	<5
28	20/08/2021	< 25	<5
29	21/08/2021	< 25	<5

Come si evince dagli stessi, si desume la totale assenza di fenomeni di inquinamento di carattere biologico in questa fase intermedia del monitoraggio.

4 Conclusioni

In conclusione si può evidenziare quanto segue:

- **Aspetti di carattere ambientale**
 - **popolamenti fito-zoobentonici:**

Come riportato nella Relazione Ambientale, al quale si rimanda per ogni aspetto non esaurientemente descritto nel presente documento, l'impatto del ripascimento leggero sull'area esaminata è stato valutato confrontando i risultati ottenuti in ciascuna campagna di monitoraggio effettuata, in particolare nelle tre campagne: fase di caratterizzazione (2020) e due fasi pre-opera e post opera (2021).

I dati di macrozoobenthos relativi a quest'ultima fase non mostrano particolari differenze rispetto a quelli riscontrati nella fase pre-opera.

- **Monitoraggio prateria a P. oceanica:**

Dall'analisi dei dati di densità rilevati nei diversi anni di studio si osserva una situazione stabile della densità.

- **Monitoraggio qualità delle acque:**

Dall'analisi dei dati relativi alla qualità delle acque monitorata durante il periodo dell'esecuzione dei lavori si desume la totale assenza di fenomeni di inquinamento di carattere biologico in questa fase del monitoraggio considerando che i valori rilevati si collocano tutti al di sotto dei valori limite di soglia.

- **Aspetti di carattere meteomarinario:**

Le mareggiate osservate presentano delle caratteristiche di particolare ripidità dell'onda dovuta a periodi medi e di picco relativamente bassi rispetto alle relative altezze d'onda significative a largo. Queste caratteristiche sono riscontrabili nell'evoluzione della linea di riva. Nel grafico sottostante sono confrontate le altezze d'onda massima con in relativi periodi delle mareggiate estratte dalla serie ECMWF ERA 5 dal 1979 – 2021 al largo del paraggio in esame.

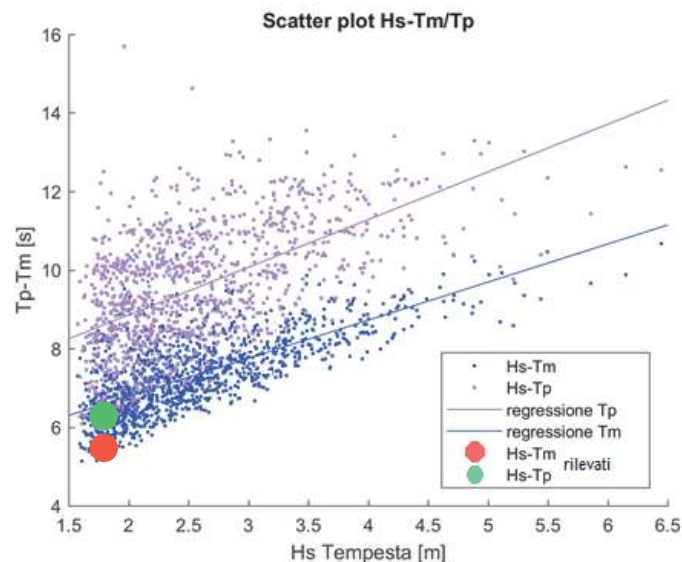


Figura 22: Scatterplot Hs - Tm/Tp;

Come si evince, i valori delle mareggiate si collocano nettamente al di sotto delle rette di regressione delle rispettive nuvole di punti presentando pertanto periodi inferiori rispetto alle caratteristiche tipiche locali.

Per le mareggiate osservate dalla documentazione fotografica allegata: *Tav. Documentazione fotografica*, si può evidenziare come la spiaggia sia in buone condizioni dopo l'intervento di ripristino del litorale e comunque anche a novembre presentava visivamente un tipico profilo estivo.

A seguito della mareggiata si vede erosa buona parte dell'apporto stagionale di sedimento riportando la spiaggia in condizioni ex ante intervento e con il tipico profilo invernale.

5 ALLEGATI AL PRESENTE DOCUMENTO

- Relazione ambientale Posidonia oceanica e Macrozoobentos
- Certificati di prova analisi qualità acqua di mare
- Documentazione fotografica esecuzione lavori rilasciata dal Direttore dei Lavori
 - Lavori scogliera radente
 - Documentazione fotografica lavori 2021
 - Contabilità finale
- Allegato grafico: Documentazione fotografica



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



COMUNE DI PULA

**Monitoraggio ambientale nell'ambito dei lavori per
"PROGETTO DI MANUTENZIONE PERIODICA DEL LITORALE
ANTISTANTE IL FORTE VILLAGE RESORT INTERVENTO DI
RIPASCIMENTO ANNUALE DI MEDIA ENTITA' AI SENSI DEL D.M.
173/2016**

ELABORATO:

MONITORAGGIO AMBIENTALE
Posidonia oceanica e Macrozoobenthos

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Ing. Andrea Ritossa

Data dei campionamenti
22/11/2021

CONSULENTE:

Dott. Pieraugusto Panzalis

Dott. PIERAUGUSTO PANZALIS
CONSULENTE AMBIENTALE
Via Cavour 58-07026 Olbia (OT)
C.F. PNZ PGS 74A19 B364X
P. IVA 03128450925

REVISIONI	DATA		OGGETTO
	00		
	01		
	02		
	03		
RED.: FP VER.: GPR APPR.: AR			

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Sommario:

Premessa	2
Introduzione	3
Le specie indicatrici	4
Area di studio.....	5
Monitoraggio della prateria a P. oceanica.....	6
Materiali e metodi.....	6
Posizione delle stazioni campionate	7
Tabella 1 - Rilevi effettuati in data 20/01/2021	8
Tabella 2 - Elaborazione dati.....	9
Grafico 1 - densità delle stazioni campionate	9
Tabella 3 - Stato di Conservazione secondo Giraud (1977)	10
Tabella 4 - Valori di densità secondo la classificazione di Pergent et al. (1995, modificata)	10
Grafico 2 - comparazione campionamento stagione 2020 e campionamento del 20/01/2021	11
Grafico 3 – Scalzamento rizomi	11
Grafico 4 – Coefficiente A %	11
Considerazioni finali	11
Caratterizzazione della comunità del macrozoobenthos dei sedimenti molli.....	12
Piano di campionamento macrozoobenthos 2021.....	12
Attività di campionamento	12
Analisi di laboratorio	13
Analisi statistiche	13
Risultati.....	14
Tabella degli indici per stazione di campionamento.....	14
Tabella tassonomica e delle frequenze per replica	15
Indici	16

Premessa

Negli ultimi anni i ripascimenti “leggeri” delle spiagge sono, ormai, ampiamente considerati come una migliore alternativa per la protezione delle coste rispetto alla costruzione di strutture rigide per mitigare gli effetti dannosi dell'erosione costiera (Hamm et al., 2002). Inoltre da un punto di vista ingegneristico sono considerati come un'opzione "rispettosa dell'ambiente" per la protezione delle coste dall'erosione costiera sempre più incipiente (Miller et al., 2002). Nello stesso modo anche la componente biotica ha un ruolo di fondamentale importanza per la protezione delle coste dall'erosione.

Nel Mar Mediterraneo la *Posidonia oceanica* costituisce una componente chiave, che fornisce preziosi benefici per gli ecosistemi costieri poco profondi (Terrados e Borum, 2004). Le praterie a *P. oceanica* coprono ampie aree di fondale marino, dalla superficie fino alla profondità di 40 m. Le praterie in prossimità di spiagge sabbiose svolgono un ruolo importante nel bilancio della sabbia e nella protezione del litorale. Le praterie a *P. oceanica* forniscono:

- a) potenziamento della sedimentazione e decantazione delle particelle sospese nella colonna d'acqua e alla successiva ritenzione (Terrados e Duarte, 2000; Gacía e Duarte, 2001);
- b) riduzione dell'energia cinetica del moto ondoso (Gambi et al., 1989; Gacía e Duarte, 2001);
- c) nutrono la spiaggia con sedimento di origine calcaree proveniente da organismi morti (De Falco et al., 2000)
- d) forniscono protezione alle spiagge dall'erosione attraverso l'accumulo delle foglie morte sul litorale – banquettes- (Boudouresque e Jeudy de Grissac, 1983).

P. oceanica si adatta alla mobilità naturale dei sedimenti dei fondali sabbiosi mediante la crescita verticale dei rizomi per evitare la sepoltura (Boudouresque e Jeudy de Grissac, 1983). Ciononostante, i rifornimenti della spiaggia comportano ingenti input di sedimenti a breve termine che causano cambiamenti ambientali potenzialmente drammatici che possono superare i meccanismi di risposta. Il ricoprimento della prateria, da parte del sedimento, è l'effetto dannoso più evidente sulla pianta. L'immissione di sedimenti fini in mare può portare, inoltre, ad un aumento della torbidità e del carico di materia organica (Malmer e Grip, 1994), entrambi fattori che incidono negativamente sulla crescita della fanerogama (Giesen et al., 1990; Sand Jensen e Borum, 1991). I sedimenti con un'alta percentuale di limo-argilla possono limitare la fotosintesi, riflettendo e assorbendo la luce disponibile (Onuf, 1994; Abal e Dennison, 1996; Longstaff e Dennison, 1999; Ruíz e Romero, 2003) o aumentando la crescita di epifiti sulle foglie promosse da input nutrizionale associato a sedimenti esogeni (Neverauskas, 1987; Cebrian et al., 1999).

P. oceanica è inclusa nell'elenco delle specie protette della Convenzione di Barcellona ed è elencata nella Direttiva Habitat (43/92 CEE) come habitat prioritario per la conservazione.

Il presente monitoraggio è stato sviluppato secondo le indicazioni contenute nelle Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.) e del DM 173/06. Quest'ultimo Decreto descrive in modo specifico le attività di monitoraggio da eseguire in funzione delle tipologie di intervento suddividendo le stesse in funzione che si tratti di interventi di ripascimento di piccola entità (fino a 5000 mc/anno) e media entità (fino a 40.000 mc) o notevole entità (oltre 40.000).

In particolare il monitoraggio ambientale prevede le tre fasi di Ante opera, in corso d'opera e Post.

Introduzione

Nell'analisi degli ecosistemi marini costieri, a scopo puramente conoscitivo o gestionale, un'attenzione particolare è solitamente rivolta alla componente biotica, non solo perché essa comprende le risorse biologiche sfruttate dalla pesca e dalla maricoltura ma anche perché da essa dipende il funzionamento dell'intero ecosistema. Questo duplice aspetto di "beni" (le risorse) e di "servizi" (il funzionamento) corrisponde alle componenti basilari del capitale naturale (Giannantoni, 1999).

L'uso d'indicatori per gli ecosistemi ha acquisito sempre più grande importanza in tempi recenti per il governo del territorio (Malcevski, 2001).

L'uso d'indicatori risponde primariamente alle problematiche di sostenibilità ambientale. Per quanto riguarda in particolare gli indicatori di stato, grande attenzione è attualmente prestata alla necessità di preservare la diversità biologica degli ecosistemi (Spada et al., 2000).

La sostenibilità delle attività umane sugli ecosistemi marini è una questione di urgenza primaria di fronte alla crescente situazione di degrado per cause sia antropiche sia climatiche (Johnston et al., 2000) ed il problema della valutazione della biodiversità nell'ambiente marino, ad essa strettamente correlato, è stato sollevato in più ambiti (Bianchi e Morri 2000, Bianchi, 2002).

Gli indicatori ambientali, e gli indici sintetici che possono derivare dalla loro aggregazione secondo diverse modalità, sono spesso equiparati, sia nell'opinione comune sia in parte della comunità tecnico-scientifica, a degli indicatori di inquinamento.

In generale si può affermare che i bioindicatori sono sistemi biologici che, mediante variazioni identificabili del loro stato (dal punto di vista biochimico, fisiologico, morfologico, ecologico, ecc.), rappresentano la risposta degli ecosistemi ad una situazione di stress e forniscono informazioni sulla qualità dell'ambiente.

Si possono riconoscere differenti scale gerarchiche nella risposta dei sistemi biologici allo stress: passando dalle biomolecole alle cellule, agli organi, e via via fino agli organismi, alle popolazioni ed infine alle comunità nel loro insieme aumentano la difficoltà di correlare cause ed effetti, l'importanza ecologica delle alterazioni, ed il tempo di risposta.

Una dicotomia importante nella pratica della bioindicazione si realizza a livello dell'organismo: al di sotto di questa soglia l'indagine è di tipo squisitamente biologico, al di sopra si entra in un campo tipicamente ecologico. I due approcci presentano talvolta differenze importanti, tanto che si può affermare che il semplice termine di bioindicatore è ambiguo se non ne viene precisato l'ambito.

Tra i bioindicatori che considerano i livelli gerarchici fino all'organismo si situano tutte quelle tecniche che prendono in considerazione l'accumulo di xenobiotici, le alterazioni fisiologiche e simili. Tra i bioindicatori relativi a scale di organizzazione superiori all'organismo vi sono le specie indicatrici e gli indici descrittivi della struttura della comunità e del funzionamento degli ecosistemi. Risulta quindi evidente che esiste una vastissima casistica di bioindicatori, ognuno dei quali caratterizzato da diverse specificità e significati.

Le specie indicatrici

Si definiscono in generale come specie indicatrici quegli organismi in grado di fornire informazioni su uno o più fattori ecologici di un determinato ambiente in base alla loro presenza o, meglio, abbondanza. Questa definizione deriva dal concetto di nicchia ecologica, intesa come lo spazio multidimensionale le cui coordinate sono i vari parametri ambientali che rappresentano le condizioni di esistenza di una specie. Ogni specie vivente quindi è legata ad un particolare insieme di condizioni dell'ambiente in cui vive e pertanto riflette le caratteristiche di quest'ultimo: in pratica si considerano indicatrici solo quelle specie sensibili a determinati aspetti dell'ecosistema e per le quali la reattività ai fattori ecologici di interesse sia ben nota e facilmente valutabile. L'uso di specie indicatrici per caratterizzare fa parte della tradizione dell'oceanografia biologica. Invece, non esiste ancora un sistema di bioindicatori legati al problema dell'erosione costiera, se non forse la regressione delle praterie di *P. oceanica* (Bianchi e Peirano, 1995).

La *P. oceanica*, per la sua sensibilità alle variazioni delle condizioni ambientali, è considerata un buon indicatore biologico della qualità delle acque e, attraverso lo studio delle praterie, è possibile ottenere un quadro della situazione ecologica dell'area costiera. Lo studio delle variazioni spazio-temporali della struttura delle praterie permette di diagnosticarne le tendenze evolutive e di predirne eventuali cambiamenti futuri. A tale scopo è necessario sottoporre a sorveglianza siti prescelti, fissando punti di riferimento, sulla base dei quali seguire, nel tempo, la dinamica della prateria e contemporaneamente l'evoluzione della sua vitalità. Generalmente viene sottoposto a monitoraggio il limite inferiore della prateria, il quale, essendo ecologicamente più fragile di quello superiore, testimonia sinteticamente la dinamica dell'intera prateria. Nelle acque limpide della Sardegna, tuttavia, non è consigliabile studiare il limite inferiore, perché situato a svariati chilometri della costa e posizionato ad elevate profondità, circa 45m. Pertanto per valutare cambiamenti dell'habitat dovuti ad alterazioni antropiche è lecito rimodulare i piani standard di campionamento specialmente per le praterie a *P. oceanica*. La notevole sensibilità di *P. oceanica* ad ogni perturbazione naturale o artificiale in atto nell'ambiente, la rende un ottimo indicatore biologico per determinare la qualità delle acque marine costiere.

Allo stesso modo le comunità zoobentoniche sono un buon indicatore biologico. Costituite da animali che vivono a contatto con il fondo dei sistemi acquatici, o che a esso sono legati da relazioni trofiche, sono estremamente varie, anche in virtù della grande diversità ambientale dei fondali, particolarmente quelli marini (Peres & Picard, 1964). Lo studio delle tre componenti di queste comunità, macro, meio e microbenthos, differenziate sulla base delle dimensioni degli organismi che le costituiscono, è di grande interesse anche nella valutazione delle condizioni generali dell'ambiente. A questo scopo la componente macro-zoobentonica è quella che tradizionalmente viene utilizzata per valutare eventuali alterazioni a carico dell'ecosistema acquatico (Bianchi & Zurlini, 1984). I popolamenti macrozoobentonici sono costituiti da organismi che intrattengono relazioni più o meno strette con il fondo, di dimensioni superiori a 0,5 mm secondo alcuni Autori, di 1 mm secondo Altri (Holme e McIntyre, 1971, 1984, Gray, 1981, Cognetti e Sarà, 1972, Cognetti et al., 2000 in Gambi e Dappiano, 2003). In tali comunità dominano, sia come numero di specie che come numero di individui, Anellidi Policheti, Molluschi, Crostacei Decapodi e Anfipodi, Echinodermi.

Le comunità macrozoobentoniche di fondo mobile giocano un ruolo chiave nell'ambito dei sistemi costieri rappresentandone la memoria storica ed esprimendo dinamiche tali da consentire una valutazione integrata spazio-temporale delle modificazioni dell'ecosistema. L'estrema

eterogeneità trofico-funzionale delle specie che compongono tali comunità e la presenza di cicli vitali complessi, infatti, fa dello studio delle biocenosi macrozoobentoniche di fondi incoerenti un prezioso strumento di valutazione dell'integrità ecosistemica (Pearson e Rosenberg, 1978).

Area di studio

L'area di studio presa in esame è situata antistante la spiaggia del Resort "Forte Village", ubicato tra Pula e lo Stagno di Chia a SW di Cagliari. La spiaggia è delimitata dalla cuspidi rocciosa di Cala Verde e da Cala Bernardini. Il tratto di arenile antistante il "Forte Village Resort" ha subito negli ultimi 25 anni, come del resto l'arenile nella sua completa estensione, arretramenti variabili tra i 35 ed i 15 m.



Monitoraggio della prateria a *P. oceanica*

Per lo studio della prateria sono stati utilizzati descrittori strutturali e funzionali secondo la metodologia prevista dal piano di campionamento.

I rilievi sono stati condotti mediante misure dirette di densità in 16 stazioni di campionamento ed una stazione esterna come “bianco”. Le conte dei fasci fogliari sono state realizzate effettuando 5 repliche per ogni stazione di campionamento, per un totale di 85 quadrati di 50 cm di lato posizionati casualmente in aree effettivamente occupate dalla prateria in ogni stazione. All'interno di ogni quadrato sono stati contati tutti i fasci presenti. Inoltre, la porzione di substrato ricoperto dalla prateria all'intorno del punto-stazione è stata valutata indipendentemente da due operatori che hanno valutato il ricoprimento percentuale.

Tutti i dati così ottenuti, compresi quelli stazionali rilevati in campo, sono stati riportati nelle tabelle seguenti. Dai dati raccolti sul campo è stato possibile calcolare la densità assoluta, ottenuta come valore medio dei dati rilevati nei singoli quadrati ed espressa in fasci/m² (Giraud, 1977), e la densità globale, calcolata correggendo la densità assoluta in funzione del ricoprimento del substrato stimato in percentuali.

I dati di densità sono stati anche rapportati alle cinque classi proposte da Giraud (1977). Sulla base di queste classi si può individuare la presenza di gradienti di densità all'interno della prateria. Inoltre è stata utilizzata la classificazione delle praterie proposta da Buia et al. (2003) sulla base dei lavori di Pergent et al. (1995) e Pergent-Martini & Pergent (1996), che tiene conto, oltre che della densità assoluta anche della profondità della stazione.

Materiali e metodi

La prateria studiata occupa la fascia costiera antistante il tratto di costa antistante il Forte Village Resort. Questo tratto, del tutto naturale, non presenta insediamenti e solo nel periodo estivo presenta una discreta attività diportistica con natanti di piccole e medie dimensioni e grandi dimensioni.

Dopo una serie di monitoraggi ambientali per lo studio delle componenti biocenotiche del fondale marino, condotte in immersione con A.R.A. si è proceduto allo studio sullo stato di conservazione delle praterie in esame. Il piano di campionamento adottato ha previsto l'utilizzo di 16 stazioni (P) ed una stazione esterna (bianco) situata a circa 1000 m dalle stazioni standard.

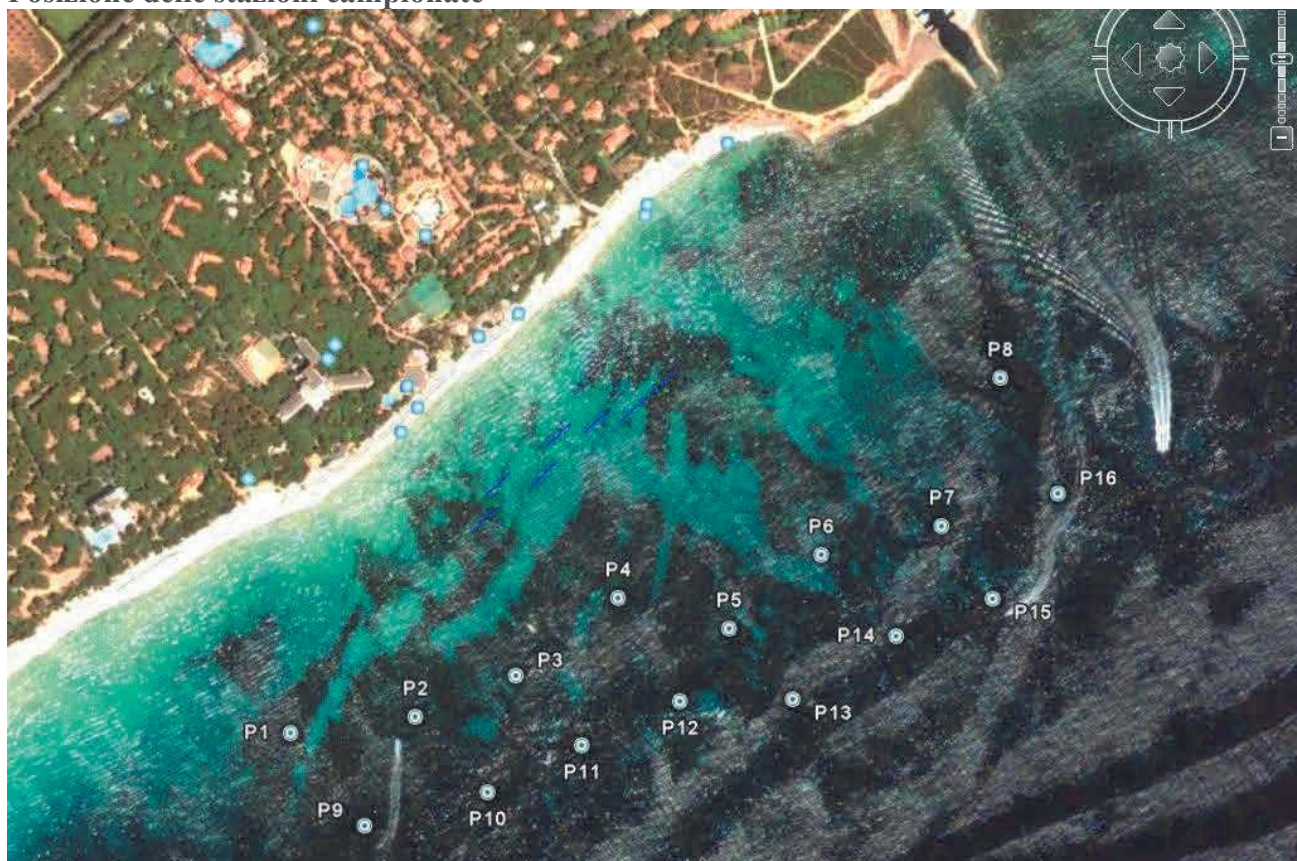
I campionamenti nei 17 punti sono stati effettuati in data 22/11/2021 (i dati di ciascuna stazione sono riportati nelle tabelle successive). In ogni stazione si è proceduto a rilevare i seguenti parametri:

- stima visiva in immersione del ricoprimento percentuale di *P. oceanica*
- conteggio del numero di fasci fogliari presenti all'interno di un quadrato di 50 x 50 cm (le repliche sono state 5 per ogni singola stazione)

In ogni stazione sono stati contate il numero di foglie per 10 rizomi. In particolare, seguendo la metodologia riportata da Buia et al. (2003), su ciascun fascio fogliare sono stati rilevati i seguenti parametri: numero di foglie per fascio (intermedie e adulte) e stato dell'apice (eroso o integro).

Sulla base di questi dati sono stati stimati i seguenti parametri morfometrici: numero medio di foglie per fascio (foglie giovanili escluse) e coefficiente “A”, espresso come percentuale di apici erosi sul totale delle foglie intermedie e adulte. Tutti i dati così rilevati sono stati riportati nelle tabelle fenologiche di seguito riportate.

Posizione delle stazioni campionate



<i>Coordinate CAMPIONAMENTI POSIDONIA</i>		
	Latitudine	Longitudine
P 1	38° 55,728' N	008° 55,855' E
P 2	38° 55,738' N	008° 55,958' E
P 3	38° 55,765' N	008° 56,041' E
P 4	38° 55,815' N	008° 56,125' E
P 5	38° 55,795' N	008° 56,217' E
P 6	38° 55,842' N	008° 56,293' E
P 7	38° 55,861' N	008° 56,393' E
P 8	38° 55,956' N	008° 56,441' E
P 9	38° 55,668' N	008° 55,916' E
P 10	38° 55,690' N	008° 56,018' E
P 11	38° 55,720' N	008° 56,095' E
P 12	38° 55,748' N	008° 56,177' E
P 13	38° 55,749' N	008° 56,270' E
P 14	38° 55,790' N	008° 56,355' E
P 15	38° 55,814' N	008° 56,435' E
P 16	38° 55,882' N	008° 56,488' E
Bianco	38° 56,430' N	008° 56,950' E

Tabella 1 – Rilevi effettuati in data 22/11/2021

SITO	R1	R2	R3	R4	R5	%	Tipo fondale	Proff. m	Presenza C. c	Presenza C. n
P1	76	100	108	113	134	79	Matte e roccia	3	si	no
P2	95	110	70	95	71	94	Matte e roccia	4	si	no
P3	97	84	92	85	125	90	Matte e roccia	4,5	si	no
P4	84	76	77	97	96	84	Matte e roccia	3,5	si	no
P5	94	89	105	97	131	94	Matte e roccia	4,3	si	no
P6	89	74	84	69	78	89	Matte e roccia	5	si	no
P7	88	96	128	126	78	88	Matte e roccia	6	si	no
P8	77	133	88	135	112	77	Matte, sabbia	7	si	no
P9	72	85	75	98	88	72	Matte, sabbia	7,2	si	no
P10	112	127	100	120	136	112	Matte e roccia	7,1	si	no
P11	83	71	125	82	88	83	Matte, sabbia	7,3	si	no
P12	128	130	128	85	132	128	Matte e roccia	7,2	si	no
P13	120	88	71	109	67	76	Matte e roccia	7,8	si	no
P14	125	114	100	107	148	102	Matte, sabbia	8,3	si	si
P15	90	89	113	105	120	82	Matte, sabbia	11	si	no
P16	100	123	87	140	150	87	Matte, sabbia	11,4	si	si
Bianco	80	74	71	69	124	70	Matte, sabbia	6,3	si	no

R – repliche per ogni sito campionato effettuate con quadrati da 50x50 cm

% - percentuale di ricoprimento della prateria rilevata in immersione

Tipo fondale – tipologia di fondale in cui si impianta la prateria

prof. - profondità in metri per singolo sito di immersione

C r – presenza di *Caulerpa cylindracea*

C n – presenza di *Cymodocea nodosa*

Tabella 2 - Elaborazione dati

SITO	media	d.s.	d/m ²	Densità globale
P1	101.67	21.86	396,80	31790
P2	89.17	15.64	350	26985
P3	95.50	15.22	380	34421
P4	85.67	9.05	340	32695
P5	101.67	15.31	430	28900
P6	80.50	8.22	310	15825
P7	100.67	21.19	415	26848
P8	103.67	26.76	431	19628
P9	81.67	10.48	330	21.350
P10	117.83	12.69	460	42687
P11	88.67	18.66	355	24538
P12	121.83	18.12	490	31367
P13	88.50	21.62	335	27959
P14	116	18.12	440	31858
P15	99.83	15.09	420	32791
P16	114.50	27.22	470	37215
Bianco	81.33	21.28	340	29680

d.s.: deviazione standard; d/m² densità su metro quadro (numero fasci per metro quadro)

Grafico 1 - densità delle stazioni campionate

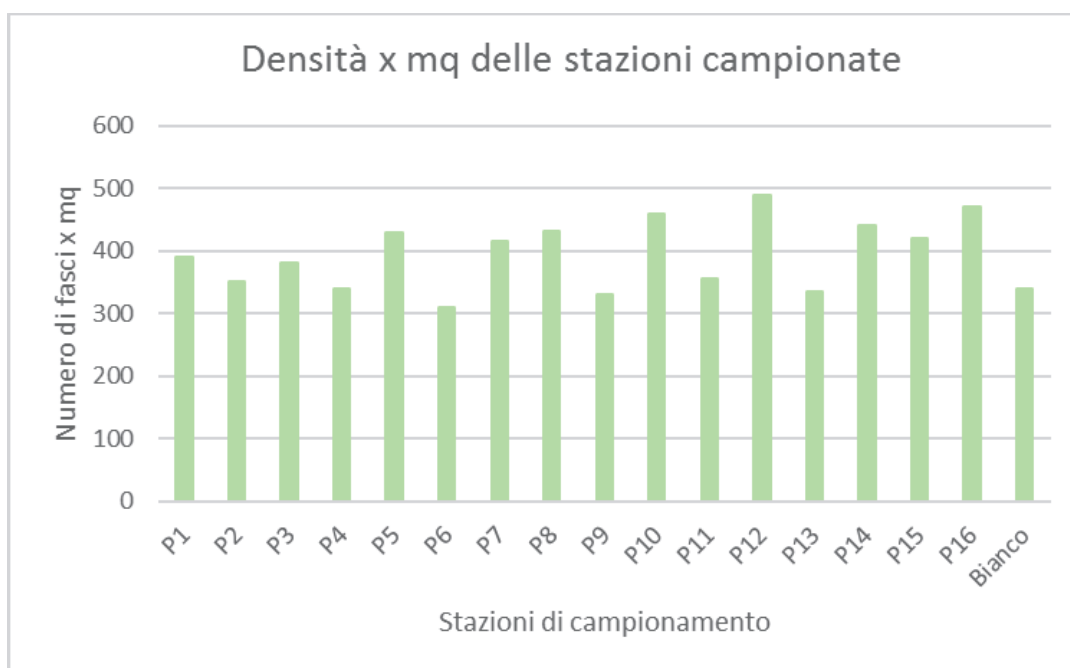


Tabella 3 - Stato di Conservazione secondo Giraud (1977)

SITO	d/m ²	Tipo	Stato di conservazione	Coefficiente A %
P1	396,80	III	<i>Prateria rada</i>	54,90
P2	350	III	<i>Prateria rada</i>	47,92
P3	380	III	<i>Prateria rada</i>	51,30
P4	340	III	<i>Prateria rada</i>	46,15
P5	430	II	<i>Prateria densa</i>	53,19
P6	310	III	<i>Prateria rada</i>	49,28
P7	415	II	<i>Prateria densa</i>	52,94
P8	431	II	<i>Prateria densa</i>	53,00
P9	330	III	<i>Prateria rada</i>	42,00
P10	460	II	<i>Prateria densa</i>	50,00
P11	355	III	<i>Prateria rada</i>	46,94
P12	490	II	<i>Prateria densa</i>	43,50
P13	335	III	<i>Prateria rada</i>	45,20
P14	440	II	<i>Prateria densa</i>	39,58
P15	420	II	<i>Prateria densa</i>	45,65
P16	470	II	<i>Prateria densa</i>	36,00
Bianco	340	III	<i>Prateria rada</i>	32,30

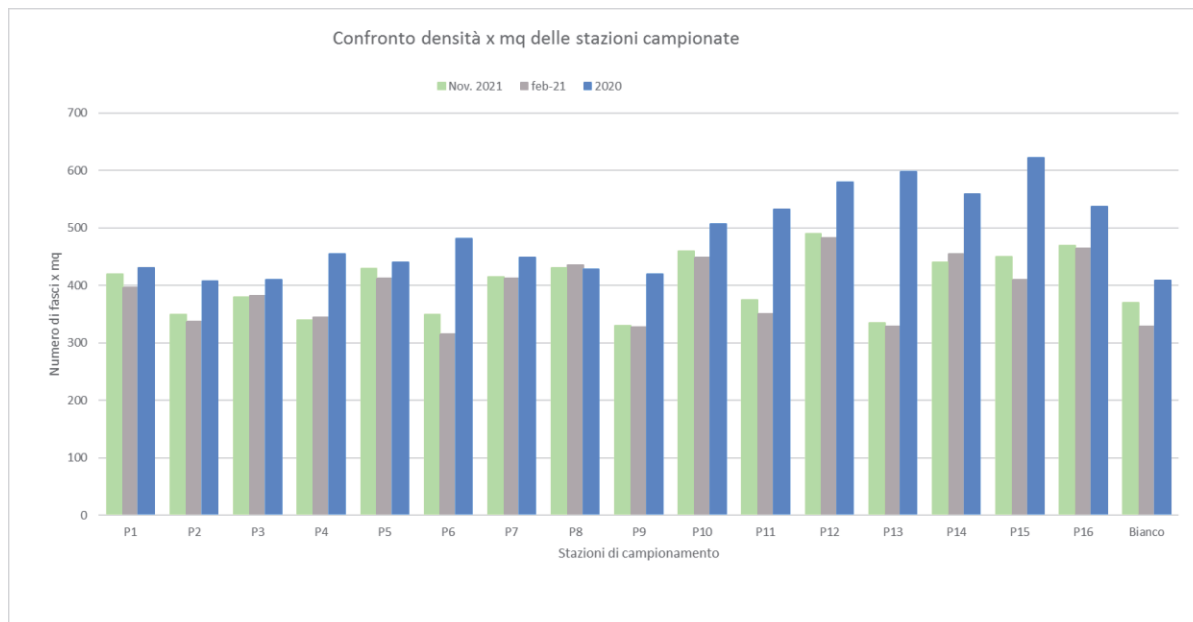
Tabella 4 - Valori di densità secondo la classificazione di Pergent et al. (1995, modificata)

SITO	Profondità in m	d/m ²	Classificazione
P1	3	396,80	DA
P2	4	350	DA
P3	4,5	380	DA
P4	3,5	340	DA
P5	4,3	430	DA
P6	5	310	DB
P7	6	415	DN
P8	7	431	DB
P9	7,2	330	DB
P10	7,1	460	DN
P11	7,3	355	DA
P12	7,2	490	DN
P13	7,8	335	DB
P14	8,3	440	DN
P15	11	420	DN
P16	11,4	470	DN
Bianco	6,3	340	DA

DN densità normale ; DE densità eccezionale ; DA densità anormale; DB densità bassa; d/m2 densità per mq

Considerazioni finali

Dall'analisi dei dati di densità rilevati nei diversi anni di studio si osserva un graduale aumento della densità rispetto alle rilevazioni precedenti (2021). Queste variazioni infatti vengono messe a confronto con i periodi precedenti.



Caratterizzazione della comunità del macrozoobenthos dei sedimenti molli

Il presente capitolo è finalizzato all'analisi dei dati relativi al campionamento di sedimenti molli e alle analisi della macrofauna bentonica associata alla spiaggia sommersa antistante il Forte Village Resort nel Comune di Pula.

Lo scopo del lavoro è quello di definire i seguenti parametri strutturali della comunità della macrofauna: i) numero di specie, ii) numero di individui, iii) indice di diversità specifica, iv) indice di ricchezza specifica, v) indice di equiripartizione, vi) indice di dominanza.

Il benthos è la categoria ecologica che comprende tutti gli organismi, sia marini che d'acqua dolce, che vivono a stretto contatto con il fondale e che svolgono in esso tutti gli stadi del proprio ciclo biologico. Lo zoobenthos, in particolare, viene suddiviso secondo un criterio dimensionale in: - microbenthos ($< 63 \mu\text{m}$) - meiobenthos (fra $63 \mu\text{m}$ e 1 mm) - macrobenthos ($> 1 \text{ mm}$) Del macrozoobenthos fanno parte, quindi, tutti quegli organismi visibili ad occhio nudo ed in grado di essere tratti da un setaccio US standard n.30 con maglie di 1 mm (Cognetti et al., 1999; Castelli et al., 2004).

Piano di campionamento macrozoobenthos 2021



Attività di campionamento

Le stazioni di campionamento del sedimento per l'analisi della macrofauna sono state individuate tutte ad una profondità compresa tra i -1,5 metri ed i -3 metri ad una distanza compresa tra i 70 e i 100 m dalla linea di riva.

Repliche	Lat.	Long.
Sito1_Replica1 - 1	38° 55,828' N	8° 55,896' E
Sito1_Replica2 - 2	38° 55,841' N	8° 55,923' E
Sito1_Replica3 - 3	38° 55,855' N	8° 55,957' E
Sito2_Replica1 - 4	38° 55,897' N	8° 56,074' E
Sito2_Replica2 - 5	38° 55,927' N	8° 56,094' E
Sito2_Replica3 - 6	38° 55,927' N	8° 56,114' E
Bianco_Replica1	38° 56,447' N	8° 56,695' E
Bianco_Replica2	38° 56,463' N	8° 56,719' E
Bianco_Replica3	38° 55,477' N	8° 56,737' E

I campioni (tre repliche per stazione) sono stati collezionati manualmente tramite l'impiego di un carotatore in acciaio, per un totale di area campionata di circa 0,1 mq per stazione, raccogliendo le sabbie per uno spessore di circa 20 cm.

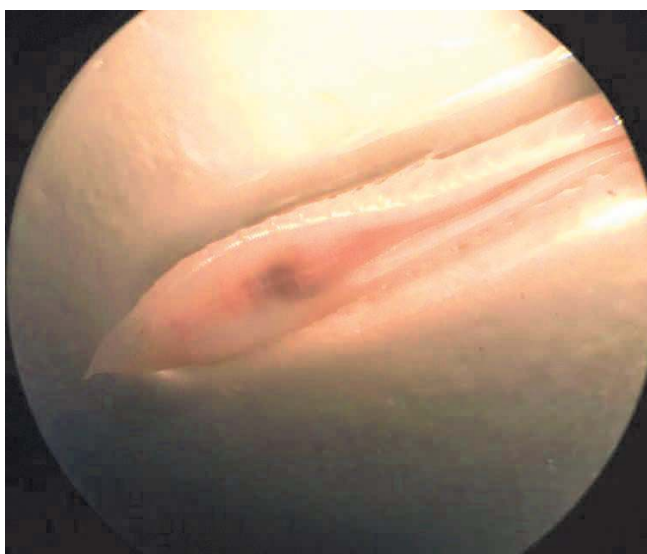
La preparazione dei campioni per le analisi di laboratorio è avvenuta direttamente in loco, immediatamente dopo la raccolta del campione, al fine di conservare intatti gli organismi. Si è dunque proceduto alla setacciatura con setaccio di maglie 0,5 mm e 1mm. Il campione è stato fissato con etanolo al 96%.

Analisi di laboratorio

I campioni precedentemente trattati per la conservazione degli organismi, sono stati analizzati con impiego di stereomicroscopio e la macrofauna è stata classificata, ove possibile, fino a livello di specie e conteggiata.

Analisi statistiche

Dalla produzione di una matrice tassonomica delle abbondanze si è proceduto al calcolo per ciascuna stazione degli indici di abbondanza in specie, abbondanza in individui, di Margaleff, di Pielou, di Shannon (calcolato utilizzando log in base 2), di Simpson.



Risultati

Dalle analisi emerge che le specie osservate sono conformi alla descrizione della biocenosi delle sabbie fini ben calibrate del piano infralitorale dei fondi mobili condotta da J.M. Peres e J. Picard (Nouveau Manuel de Bionomie Benthique de la Mer Méditerranée, 1964).

Anche dal calcolo degli indici univariati non emergono sostanziali differenze tra le stazioni campionate. In media a stazione sono state raccolte rispettivamente circa 3 specie e circa 9 individui.

Il basso numero di specie ed individui registrato durante le analisi e l'occasionalmente marcata dissimilarità osservata tra repliche della stessa stazione di campionamento sono da intendersi fortemente relazionate alla bassa profondità dell'area di campionamento. Il moto ondoso, che naturalmente caratterizza la fascia costiera, incide come fattore fisico sulla composizione e abbondanza delle comunità bentoniche segnandone i caratteri di un ambiente fortemente instabile. Sottende a questa interpretazione dei dati anche l'osservazione di abbondanza di *tanatocenosi* trattenuto durante la fase di setacciatura segnala la presenza di organismi che vivono a maggiori profondità. Indice che l'attività del moto ondoso e delle correnti è molto attiva nella zona in esame. A seguire sono indicati gli indici oggetto di studio, la lista completa delle specie osservate per stazione, la suddivisione della macrofauna osservata in gruppi trofico ecologici.

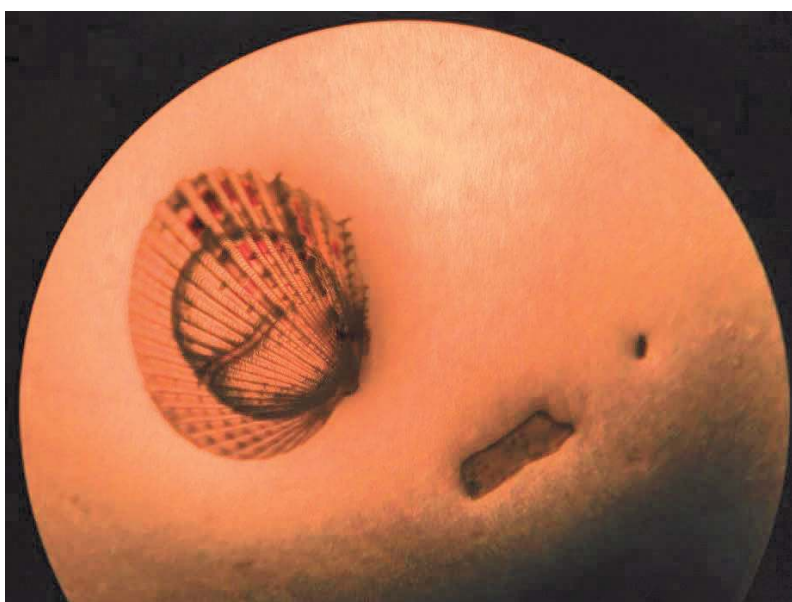
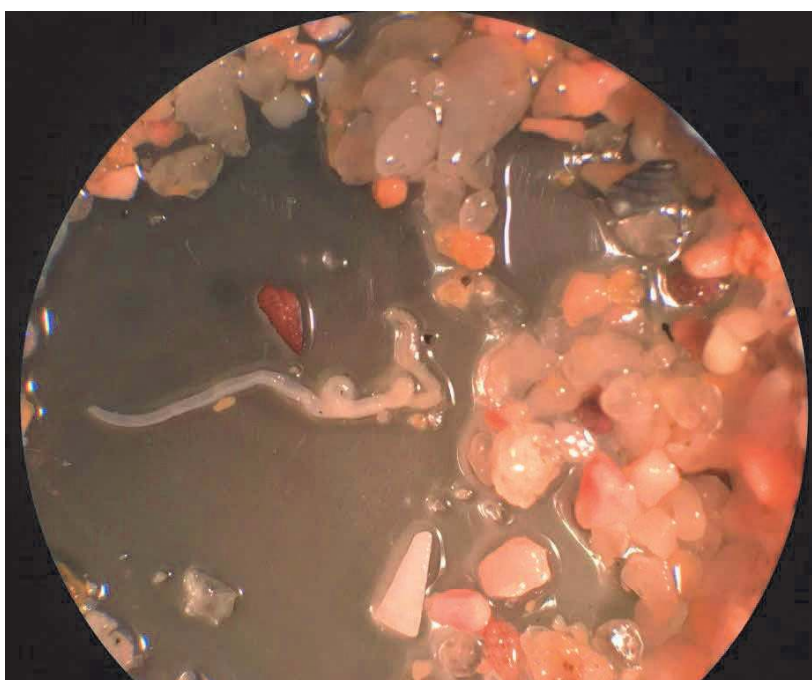
Tabella degli indici per stazione di campionamento

	n° specie	abbondanza	Margaleff	Pielou	Shannon	Simpson
Stazione	S	N	D	J'	H'(log2)	1-Lambda'
S1	3,00	8.00	1,30	0,98	1,50	0,65
S2	2,00	5.00	1.20	0,95	1.00	0,50
BIANCO	3,00	17,00	0,81	0,80	1,18	0,85

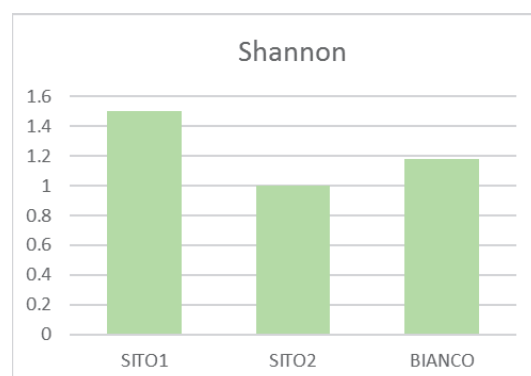
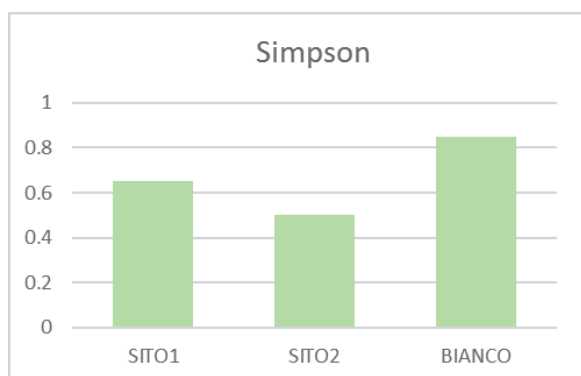
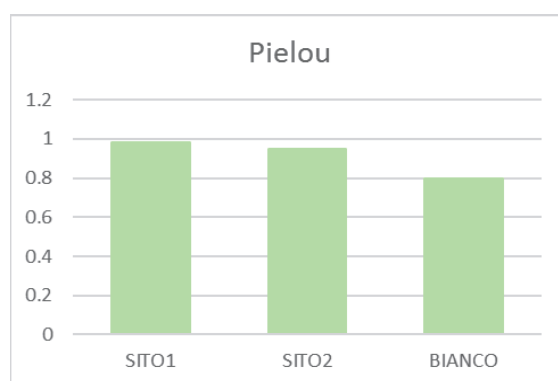
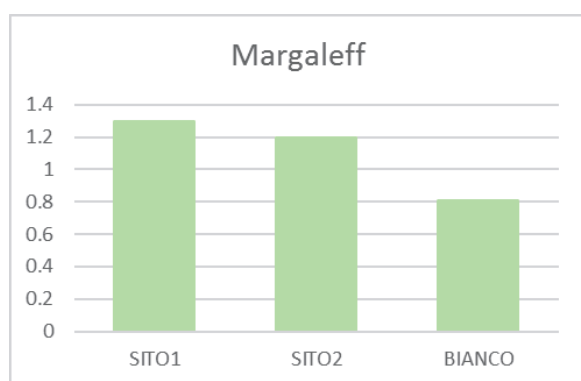
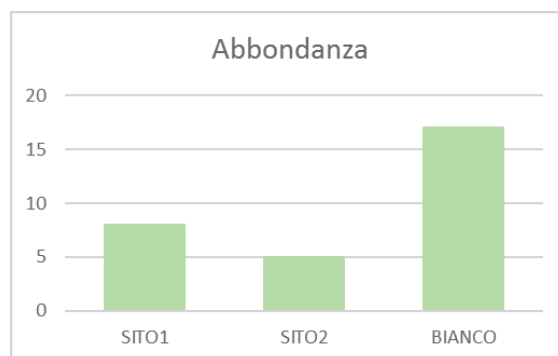
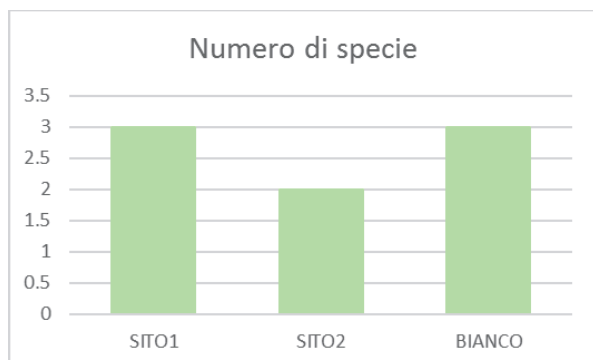


Tabella tassonomica e delle frequenze per replica

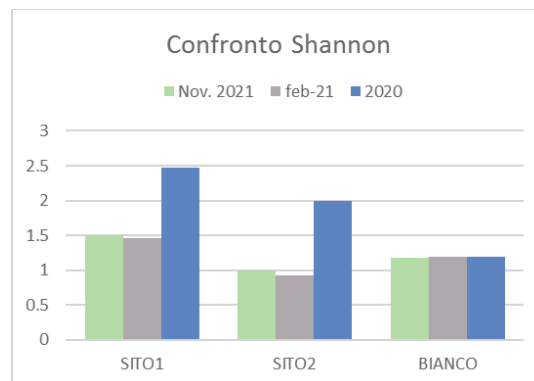
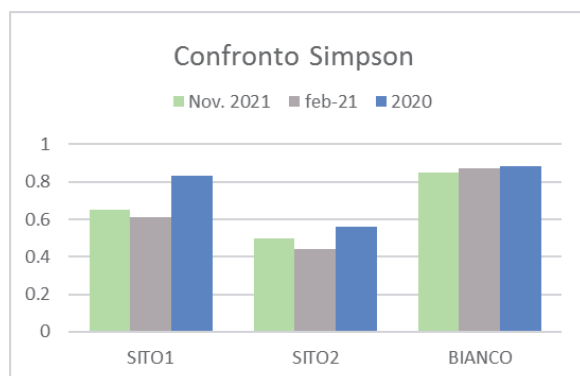
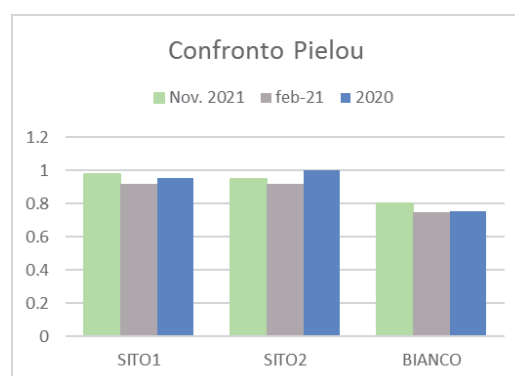
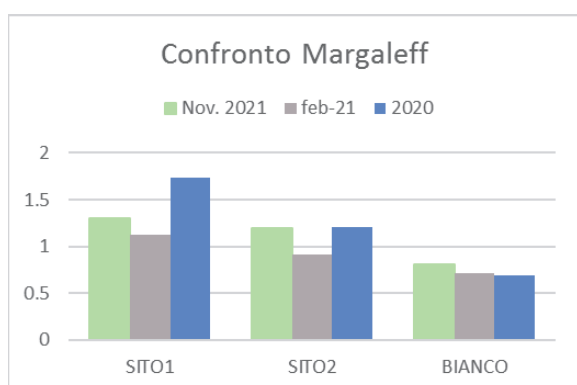
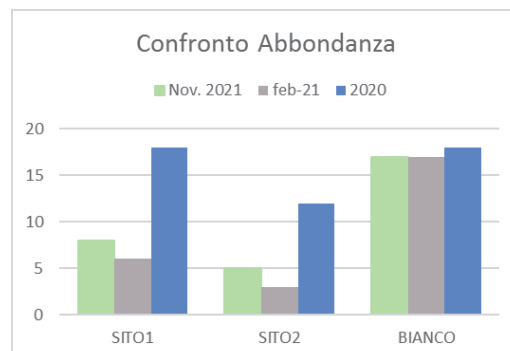
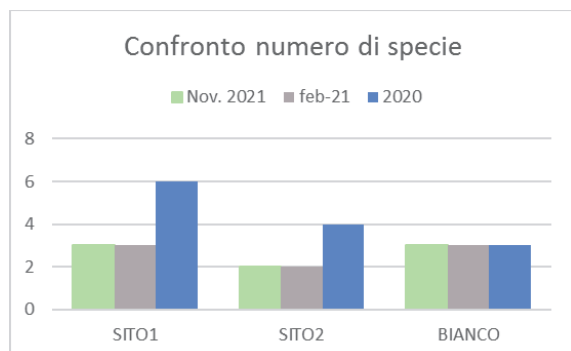
	S1			S2			BIANCO		
Mollusca									
<i>Diplodonta apicalis</i>							4	4	1
<i>Parvicardium scriptum</i>						1			
<i>Tellina donacina</i>							1	4	1
<i>Vermetus sp.</i>							2		
Annelida									
<i>Arenicola marina</i>			1						
<i>Paraonis fulgens</i>	1		2						
<i>Polyopthalmus pictus</i>		2							
Crustacea									
<i>Eurydice sp.</i>					2				



Indici



A seguire si riportano i confronti tra i vari indici nelle diverse campagne di monitoraggio.



Confronto tra le campagne relative alla fase pre-opera e post opera

Al fine di valutare l'impatto del ripascimento leggero sull'area esaminata è stato eseguito un confronto tra i risultati ottenuti in ciascuna campagna di monitoraggio effettuata: fase di caratterizzazione (2020) e due nel 2021.

Nei grafici, sopra riportati vi sono i valori di Abbondanza di Ricchezza Specifica e i diversi indici per le campagne oggetto del confronto. I dati di macrozoobenthos relativi alla fase post opera non mostrano particolari differenze rispetto a quelli riscontrati nella fase preopera.

Le precedenti variazioni registrate nella stazione S1 nel monitoraggio di Febbraio risultano avere subito un incremento che le riporta a valori prossimi dei dati ante operam.

Per entrambe le stazioni S1 e S2 la diversità specifica ha delle variazioni.

Le variazioni sono prevedibili in quanto le prime specie a ri-colonizzare l'area di prelievo sono gli

anellidi, con scarsa presenza di bivalvi che impiegano un tempo maggiore di ri-colonizzazione.

I popolamenti bentonici dell'area in esame sono naturalmente soggetti a stress ambientali, anche di natura meccanica, con elevate capacità di resilienza, ossia abituati a contrastare cambiamenti sia naturali sia conseguenti ad attività antropiche, sopravvivendo anche in condizioni sfavorevoli e recuperando quasi completamente l'equilibrio ecologico iniziale.

Queste nuove indagini sono utili per confermare quanto esposto e per avere nuove indicazioni riguardo il recupero dell'area interessate.

I valori riscontrati e comparati tra loro mostrano che presumibilmente il macrozoobenthos nella campagna di Febbraio 2021 ha risentito delle mareggiate protrattesi lungo il periodo invernale mentre al momento zero, effettuato nel mese di maggio 2020, il regime di calma del moto ondoso tipico della stagione ha favorito lo sviluppo del macrozoobenthos. Il dato di novembre mostra un valore intermedio tra le due misurazioni precedenti segno che i lavori non hanno sostanzialmente un impatto significativo sulla componente in oggetto.

Bibliografica

- ABAL E.G., DENNISON W.C., 1996. Seagrass depth range and water quality in southern Moreton bay, Queensland, Australia. *Mar. Freshwater Res.*, 47(6): 763-771;
- ADRIAANSE L.A. AND J. COOSEN. 1991. Beach and dune nourishment and environmental aspects. *Coastal Engineering* 16:129-146;
- BIANCHI C. N. E MORRI C., 2000 - Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Mar. Poll. Bull.*, 40 (5): 367-376;
- BIANCHI C.N., PEIRANO A., 1995. Atlante delle Fanerogame marine della Liguria. *Posidonia oceanica e Cymodocea nodosa*. CentroRicerche Ambiente Marino, ENEA publ., La Spezia, Ital.: 1-146;
- BIANCHI C. N., S. COCITO, C. MORRI, A. PEIRANO, S. SGORBINI, 1991. *Rilevamento bionomico subacqueo*. In: Abbiati M. (a cura di). *Lezioni del corso formativo per ricercatore scientifico subacqueo*, i.s.s.d. Pisa: 67-83.
- BOUDOURESQUE C.F., BERNARD G., PERGENT G., SHILI A., VERLAQUE M. 2009. Regression of Mediterranean seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: a critical review. *Botanica Marina* 52, 395-418;
- BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A., OLIVIER J. EDITS. First International Workshop on *Posidonia oceanica* beds, GIS Posidonie Publisher, Marseille, Fr., 1: 255-259.
- BOUDOURESQUE CF, BERNARD G, BONHOMME P, CHARBONNEL E, DIVIACCO G, MEINESZ A, PERGENT G, PERGENT-MARTINI C, RUITTON S, TUNESI L. 2012. Protection and Conservation of *Posidonia oceanica* Meadows. Tunis: RaMoGe and RAC/SPA;
- BOUDOURESQUE, C.F., MEINESZ A., FRESI E., GRAVEZ V. EDITS. International workshop on *Posidonia* beds. GIS Posidonie publ., Fr., 2: 101-112;
- BROWN A.C. AND A. MCLACHLAN. 2002. Sandy shore ecosystems and the threats facing them: some predictions for the year 2025. *Environmental Conservation* 29 (1):62-77;
- BUIA M.C., GAMBI M.C., DAPPIANO M. 2003 – I sistemi a Fanerogame marine. Capitolo 5: In: Gambi M.C., Dappiano M. eds. “Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo”. *Biol. Mar. Medit.*, 10 (suppl.): 638 pp;
- CANCEMI, G., BAROLI, M., DE FALCO, G., AGOSTINI S., PIERGALLINI G., GUALA I. (2000). Cartografia integrata delle praterie marine superficiali come indicatore dell’impatto antropico sulla fascia costiera. *Biol. Mar. Med.*, 7(2): 509-516;
- COGNETTI G., SARA' M., MAGAZZU' G., 1999, *Biologia marina*, Edizioni Calderini, Bologna;
- CASTELLI A., LARDICCI C., TAGLIAPIETRA D., 2004, Mediterranean marine benthos: a manual of methods for its sampling and study. *Biol. Mar. Medit.* 11: 99-131;
- DEGRAER S., A. VOLCKAERT AND M. VINCX. 2003. Macrobenthic zonation patterns along a morphodynamical continuum of macrotidal, low tide bar/rip and ultra-dissipative sandy beaches. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56(3-4):459-468;
- DUARTE CM, CEBRIÀ N, MARBÀ N 1992. Uncertainty of detecting sea change. *Nature* 356: 190.
- FORSSKÅL J. AGARDH to the native seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile: effect of density of shoots and orientation of edges of meadows. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 243: 227–240.
- GAMBI M.C., BUIA M.C., CASOLA E., SCARDI M., 1989. Estimates of water movement in *Posidonia oceanica* beds;
- GIANNANTONI C., 1999 - Studi su energia, ambiente, economia e patrimonio naturale. *Energia, Ambiente e Innovazione*, 45 (1): 35-47;
- GIRAUD G. 1977. Essai de classement des herbiers de *Posidonia oceanica* (Linné) Delile. *Botanica Marina* 20, 487-491;

- GONGORA GONZALEZ, E., IMMORDINO, F., PEIRANO, A. & STOPPELLI, N. (1996) Granulometric and geomorphologic features of the bay of Monterosso al Mare (Ligurian Sea) and their relationship with the evolution of *Posidonia oceanica* meadow (eds G. Albertelli, A. De Maio & M. Piccazzo). Atti dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia, 11, 395-404;
- GUIDETTI, P., FABIANO, M., 2000. The use of lepidochronology to assess the impact of terrigenous discharges on the primary leaf production of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. Marine Pollution Bulletin 40 (5), 449–453;
- JENS BORUM, CARLOS M. DUARTE, DORTE KRAUSE-JENSEN AND TINA M. GREVE - European seagrasses: an introduction to monitoring and management - EU project Monitoring and Managing of European Seagrasses (M&MS) EVK3-CT-2000-00044;
- JEUDY DE GRISSAC, A., & BOUDOURESQUE, C. F. (1985). Roles des herbiers de Phanerogames marines dans les mouvements des sédiments côtiers: les herbiers à *Posidonia oceanica*. Colloque franco-japonais Oceanographie. Marseille, 16–21 September 1985 1, 143–151;
- LECHUGA AND A.R. SPANHOFF. 2002. Beach nourishment projects, practices, and objectives – a European overview. Coastal Engineering 47:81-111;
- LONGSTAFF BJ, DENNISON WC (1999) Seagrass survival during pulsed turbidity events: the effects of light deprivation on the seagrasses *Halodule pinifolia* and *Halophila ovalis*. Aquat Bot 65:101–121 (Malcevski, 2001);
- LÖFFLER M. AND J. COOSEN. 1995. Ecological Impact of Sand Replenishment. P.291-299;
- MCLACHLAN A. 1996. Physical factors in benthic ecology: effects of changing sand particle size on beach fauna. Marine Ecology Progress Series 131:205-217;
- MEINESZ A., CAYE G., LOQUES F., MACAUX S., 1990b. Analyse bibliographique sur la culture des Phanerogames marines. Posidonia Newsletter, Fr., (1): 1-67;
- MEINESZ A., GENOT I., HESSE B., 1990c. Données quantitatives sur les biocénoses littorales marines de Corse et impact de l'aménagement du littoral. Laboratoire Environnement Marin, Université de Nice-Sophia Antipolis, Fr.: 1-22;
- MILLER D.C., C.L. MUIR AND O.A. HAUSER. 2002. Detrimental effects of sedimentation on marine benthos: what can be learned from natural processes and rates? Ecological Engineering 19:211-232;
- NELSON W.G. 1993. Beach Restoration in the Southeastern US: Environmental Effects and Biological Monitoring. Ocean and Coastal Management 19:157-182;
- ONUF C. P. (1994) Seagrasses, dredging and light in Laguna Madre, Texas, U.S.A Estuarine, Coastal and Shelf Science 39 75–91 10.1006/ecss.1994.1050;
- PANZALIS P., DEIANA A., CARONNI S., NAVONE A. - A new methodology for monitoring *P. oceanica* meadows in Tavolara Punta Coda Cavallo MPA using GIS. Mediterranean Seagrass Workshop (2015);
- PANZALIS P., NAVONE A., CATTANEO-VIETTI R., MONTEFALCONE M., MORRI C., BIANCHI C. N. : Preliminary survey of the health state of the *Posidonia oceanica* bed at Spalmatore di Terra, Tavolara-Punta Coda Cavallo Marine Protected Area (Sardinia, Western Mediterranean). 2006
- PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., BOUDOURESQUE C.F., 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. Mésogée 54: 3-29;
- PERGENT G., RICO-RAIMONDINO V., PERGENT-MARTINI C., 1997. Fate of primary production in *Posidonia oceanica* meadows of the Mediterranean. Aquat. Bot. 59: 307-321;
- PERGENT G., SEMROUD R., BABA AHMED R., DELBAL F., KHATAL Y., REMILI A., ROBERT P., BOUDOURESQUE C.F., 1993. Données préliminaires sur la répartition et l'état de l'herbier à *Posidonia oceanica* de la Région d'El Kala (Algérie). Sci. Rep. Port-Cros nation. Park 15: 253-263;

- PIAZZI L. ACUNTO S., PAPI I., PARDI G., CINELLI F. (2000b) - Mappatura delle praterie a fanerogame marine della Toscana. Biol. Mar. Medit 7;
- ROMERO, J., PERGENT, G., PERGENT-MARTINI, C., MATEO, M. A., & REGNIER, C. (1992). The detritic compartment in a *Posidonia oceanica* meadow: litter features, decomposition rates and mineral stocks. P.S.Z.N.I.: Marine Ecology 13, 69–83;
- SIMEONE S, DE FALCO G. 2013C. *Posidonia oceanica* banquette removal: sedimentological, geomorphological and ecological implications. Journal of Coastal Research 65(special issue): 1045–1050.
- SIMEONE S, DE MURO S, DE FALCO G. 2013A. Seagrass berm deposition on a Mediterranean embayed beach. Estuarine, Coastal and Shelf Science 135: 171–181;
- SPADA E., PADOVANI L. E CARRABBA P., 2000 - Biodiversità: excursus sugli indicatori. Energia, Ambiente e Innovazione, 46 (3): 52-62;
- TERRADOS J., BORUM J. (2004) - Why are seagrasses important? – Goods and services provided by seagrass meadows. In: European seagrasses: an introduction to monitoring and management. edited by jens borum, carlos m. duarte, dorte krause-jensen and tina m. greve: 8-10;
- TERRADOS, J., DUARTE, C.M., KAMP-NIELSEN, L., AGAWIN, N.S.R., GACIA, E., LACAP, D., FORTES, M.D., BORUM, J., LUBANSKI, M., GREVE, T., 1999. Are seagrass growth and survival affected by reducing conditions in the sediment? Aquatic Botany 65, 75e197;
- VACCHI M, MONTEFALCONE M, BIANCHI CN, MORRI C, FERRARI M. 2012. Hydrodynamic constraints to the seaward development of *Posidonia oceanica* meadows. Estuarine, Coastal and Shelf Science 97:58–65.



Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.1/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/1	Data Accettazione	15.07.21
Data Prelievo	04.07.21	Data Fine Analisi	21.07.21
Data Inizio Analisi	15.07.21		
Data Rapporto di Prova	21.07.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 1		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





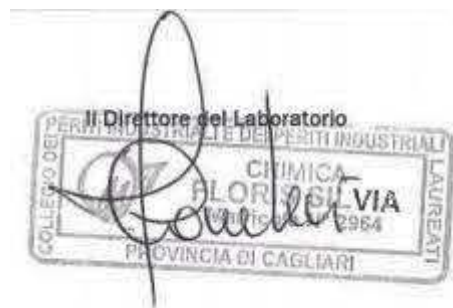
Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.2/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/2	Data Accettazione	15.07.21
Data Prelievo	05.07.21	Data Fine Analisi	21.07.21
Data Inizio Analisi	15.07.21		
Data Rapporto di Prova	21.07.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 2		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.3/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/3	Data Accettazione	15.07.21
Data Prelievo	06.07.21	Data Fine Analisi	21.07.21
Data Inizio Analisi	15.07.21		
Data Rapporto di Prova	21.07.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 3		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





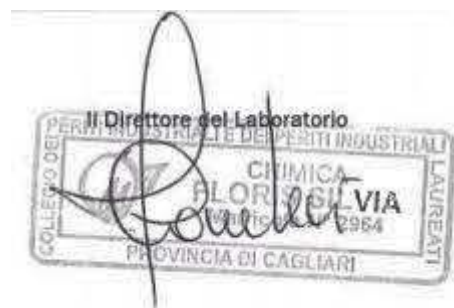
Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.4/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/4		
Data Prelievo	08.07.21	Data Accettazione	15.07.21
Data Inizio Analisi	15.07.21	Data Fine Analisi	21.07.21
Data Rapporto di Prova	21.07.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 4		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.5/21**

Committente	
ING. ANDREA RITOSSA SRL	
Nr. Accettazione	AL 252/5
Data Prelievo	09.07.21
Data Inizio Analisi	15.07.21
Data Rapporto di Prova	21.07.21
Campionamento	A Vs cura e responsabilità
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)
Rif. campione	Acqua di mare
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 5

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





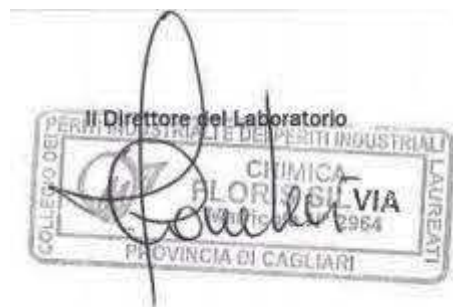
Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.6/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/6	Data Accettazione	15.07.21
Data Prelievo	10.07.21	Data Fine Analisi	21.07.21
Data Inizio Analisi	15.07.21		
Data Rapporto di Prova	21.07.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 6		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.7/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/7	Data Accettazione	15.07.21
Data Prelievo	11.07.21	Data Fine Analisi	21.07.21
Data Inizio Analisi	15.07.21		
Data Rapporto di Prova	21.07.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 7		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.8/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/8	Data Accettazione	16.07.21
Data Prelievo	14.07.21	Data Fine Analisi	23.07.21
Data Inizio Analisi	16.07.21		
Data Rapporto di Prova	23.07.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 8		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.9/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/9	Data Accettazione	16.07.21
Data Prelievo	15.07.21	Data Fine Analisi	23.07.21
Data Inizio Analisi	16.07.21		
Data Rapporto di Prova	23.07.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 9		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.10/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/10	Data Accettazione	16.07.21
Data Prelievo	16.07.21	Data Fine Analisi	23.07.21
Data Inizio Analisi	23.07.21		
Data Rapporto di Prova	23.07.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 10		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.11/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/11	Data Accettazione	19.07.21
Data Prelievo	17.07.21	Data Fine Analisi	23.07.21
Data Inizio Analisi	23.07.21		
Data Rapporto di Prova	23.07.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 11		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.12/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/12	Data Accettazione	19.07.21
Data Prelievo	18.07.21	Data Fine Analisi	23.07.21
Data Inizio Analisi	23.07.21		
Data Rapporto di Prova	23.07.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 12		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.13/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/13	Data Accettazione	22.07.21
Data Prelievo	20.07.21	Data Fine Analisi	23.07.21
Data Inizio Analisi	22.07.21		
Data Rapporto di Prova	23.07.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 13		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.14/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/14	Data Accettazione	23.07.21
Data Prelievo	21.07.21	Data Fine Analisi	23.07.21
Data Inizio Analisi	22.07.21		
Data Rapporto di Prova	23.07.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 14		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.15/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/15	Data Accettazione	23.07.21
Data Prelievo	22.07.21	Data Fine Analisi	23.07.21
Data Inizio Analisi	22.07.21		
Data Rapporto di Prova	23.07.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 15		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.16/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/16	Data Accettazione	23.07.21
Data Prelievo	23.07.21	Data Fine Analisi	23.07.21
Data Inizio Analisi	23.07.21		
Data Rapporto di Prova	23.07.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 16		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.17/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/17	Data Accettazione	30.07.21
Data Prelievo	24.07.21	Data Fine Analisi	30.07.21
Data Inizio Analisi	30.07.21		
Data Rapporto di Prova	30.07.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 17		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.18/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/18	Data Accettazione	30.07.21
Data Prelievo	30.07.21	Data Fine Analisi	2.08.21
Data Inizio Analisi	2.08.21		
Data Rapporto di Prova	2.08.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 18		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.19/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/19	Data Accettazione	02.08.21
Data Prelievo	31.07.21	Data Fine Analisi	03.08.21
Data Inizio Analisi	02.08.21		
Data Rapporto di Prova	03.08.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 19		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.20/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/20	Data Accettazione	03.08.21
Data Prelievo	03.08.21	Data Fine Analisi	03.08.21
Data Inizio Analisi	03.08.21		
Data Rapporto di Prova	03.08.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 20		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.21/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/21	Data Accettazione	12.08.21
Data Prelievo	06.08.21	Data Fine Analisi	12.08.21
Data Inizio Analisi	12.08.21		
Data Rapporto di Prova	12.08.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 21		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.22/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/22	Data Accettazione	13.08.21
Data Prelievo	12.08.21	Data Fine Analisi	13.08.21
Data Inizio Analisi	13.07.21		
Data Rapporto di Prova	13.07.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 22		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.23/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/23	Data Accettazione	13.08.21
Data Prelievo	13.07.21	Data Fine Analisi	13.08.21
Data Inizio Analisi	13.08.21		
Data Rapporto di Prova	13.08.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 23		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.24/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/24	Data Accettazione	18.08.21
Data Prelievo	14.08.21	Data Fine Analisi	19.08.21
Data Inizio Analisi	18.08.21		
Data Rapporto di Prova	19.08.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 24		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.25/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/25	Data Accettazione	17.08.21
Data Prelievo	17.08.21	Data Fine Analisi	17.08.21
Data Inizio Analisi	17.08.21		
Data Rapporto di Prova	17.08.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 25		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.26/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/26	Data Accettazione	18.08.21
Data Prelievo	18.08.21	Data Fine Analisi	18.08.21
Data Inizio Analisi	18.08.21		
Data Rapporto di Prova	18.08.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 26		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.27/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/27	Data Accettazione	23.08.21
Data Prelievo	19.08.21	Data Fine Analisi	23.08.21
Data Inizio Analisi	23.08.21		
Data Rapporto di Prova	23.08.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 27		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.28/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/28	Data Accettazione	23.08.21
Data Prelievo	20.08.21	Data Fine Analisi	23.08.21
Data Inizio Analisi	23.08.21		
Data Rapporto di Prova	23.08.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 28		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.





Analisi Acque potabili, Piscine, Reflue, Pozzo - Rifiuti - Terreni - Oli
Merceologiche - HACCP - Alimenti - Tamponi - Emissioni in atmosfera
Sicurezza sul lavoro - Polveri - Amianto - Vibrazioni e Rumore
Valutazione Rischio Legionellosi - Valutazione Impatto Acustico

Rapporto di Prova Nr. **AL252.29/21**

Committente	ING. ANDREA RITOSSA SRL		
Nr. Accettazione	AL 252/29	Data Accettazione	23.08.21
Data Prelievo	21.08.21	Data Fine Analisi	23.08.21
Data Inizio Analisi	23.08.21		
Data Rapporto di Prova	23.08.21		
Campionamento	A Vs cura e responsabilità		
Luogo Camp.to	c/o Fort Village - S.S. 195 Sulcitana Km 39,600 - 09010 Santa Margherita di Pula (CA)		
Rif. campione	Acqua di mare		
Rif. Campione/Punto presa	Campione Nr. 29		

Parametri Chimici	Unità di misura	Risultati	Metodica Analitica
C.O.D.	mg/L O ₂	<25.0	APAT-IRSA CNR 5130
B.O.D. ₅	mg/L O ₂	<5.00	APAT-IRSA CNR 5120

- È vietata la riproduzione di singole parti del presente referto senza l'autorizzazione della **A.S.E. LAB SRLS**
- I risultati contenuti nel presente referto si riferiscono esclusivamente al campione provato.



OPERE DI RIPRISTINO MORFOLOGICO DEL TRATTO DI LITORALE ANTISTANTE IL FORTE VILLAGE RESORT

LAVORI DI REALIZZAZIONE DI UNA SCOGLIERA "RADENTE"
PROTEZIONE DEL PIEDE DELLE STRUTTURE ESPOSTE ALL'AZIONE DEL MOTO ONDOSONO

1 - DESCRIZIONE DELLE OPERE

Le opere previste nel progetto autorizzato comprendono la realizzazione di una protezione "radente" in massi naturali di pezzatura 200÷500kg al piede delle strutture del Resort più esposte all'azione del moto ondoso.

2 - OPERE REALIZZATE**2.1 – Berma radente a scogliera in progetto**

A causa delle condizioni meteomarine i lavori di costruzione della berma radente sono stati condotti con discontinuità dal giorno 01/03/2021 fino al giorno 16/03/2021.

Per la realizzazione della scogliera sono stati impiegati massi naturali di granito rosa di peso specifico apparente stimato $\gamma \geq 2300\text{kg/mc}$ selezionati in fase di carico tra quelli con forme regolari arrotondate, privi di fessurazioni e con peso singolo compreso tra 200kg e 500kg provenienti da opere di spietramento autorizzate in loc. Is Molas.

La berma radente è stata realizzata con impiego di circa 90 tonnellate ($\sim 45\text{m}^3$) di scogli naturali.

Il tratto di berma radente di protezione è stato realizzato per uno sviluppo complessivo di circa 40 metri . (vedi Pianta Figura 01). La scogliera è stata realizzata secondo la sezione di progetto (Figura 02)



Figura 01 - Pianta della scogliera radente realizzata

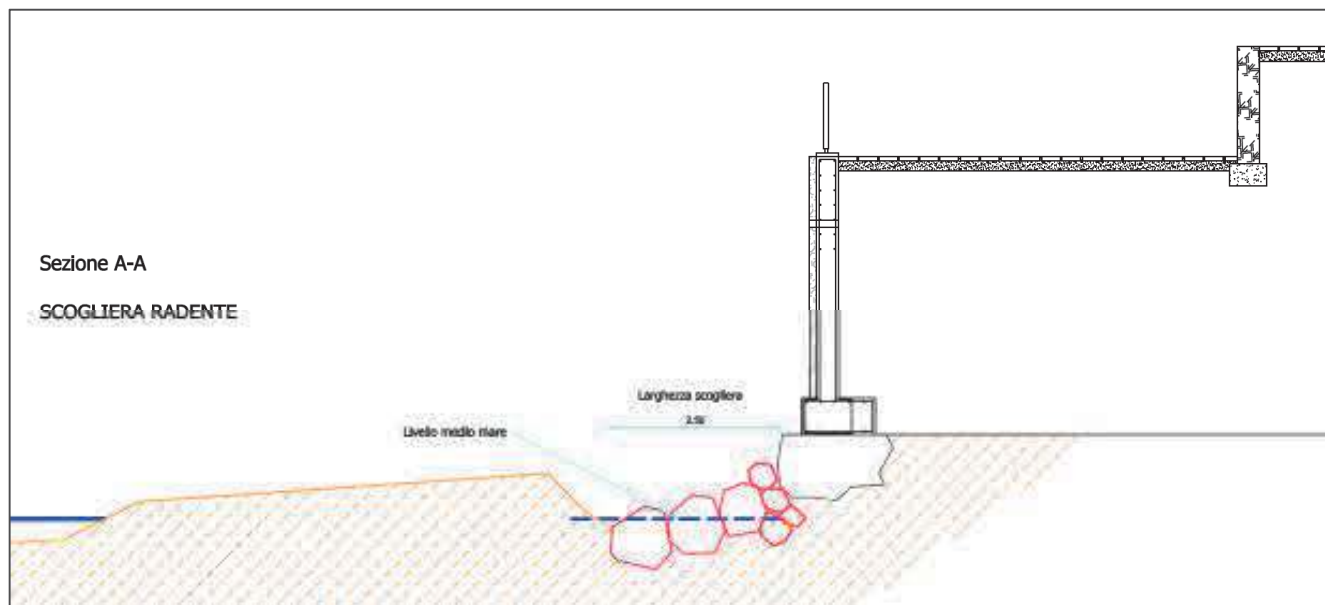


Figura 02 - Sezione indicativa dei lavori di costruzione della scogliera radente

2.2 – LAVORI URGENTI:

Risarcimento "sgrottature" alla base delle fondazioni delle strutture murarie, mediante riempimento dei cavi di erosione con impiego di sacchetti in tela juta riempiti con calcestruzzo plastico.

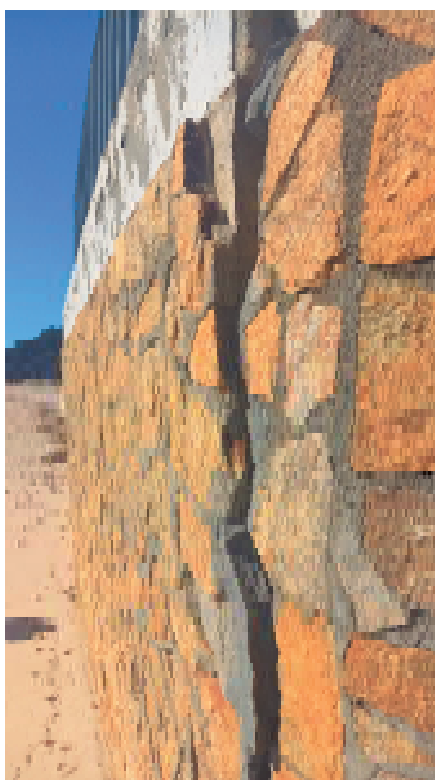
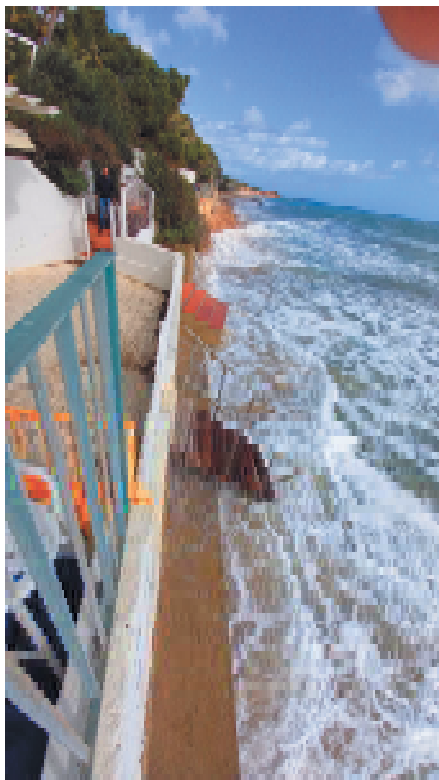
Le cavità e gli sgrottamenti del piede delle opere murarie che hanno generato fessurazioni e lesioni nel paramento murario sono state risarcite mediante l'impiego di sacchetti plastici di juta riempiti con calcestruzzo e sistemati a mano. Nei giorni 11 e 12 febbraio per risarcire gli sgrottamenti al piede sommerso delle murature, mediante sacchetti di juta (45x75cm) riempiti di calcestruzzo plastico, sistemati a mano da operatori con attrezzatura subacquea sono stati posati circa 250 sacchetti.

In occasione della apertura degli scavi per la realizzazione della berma radente a scogliera, sono stati sistemati ulteriori 60 sacchetti.

Complessivamente sono stati messi in opera circa 310 sacchetti plastici di juta per un volume complessivo di circa 12m³ di calcestruzzo.

3 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEI LAVORI ESEGUITI

3.1 – LAVORI URGENTI: opere di risarcimento e riempimento di "sgrottature"

















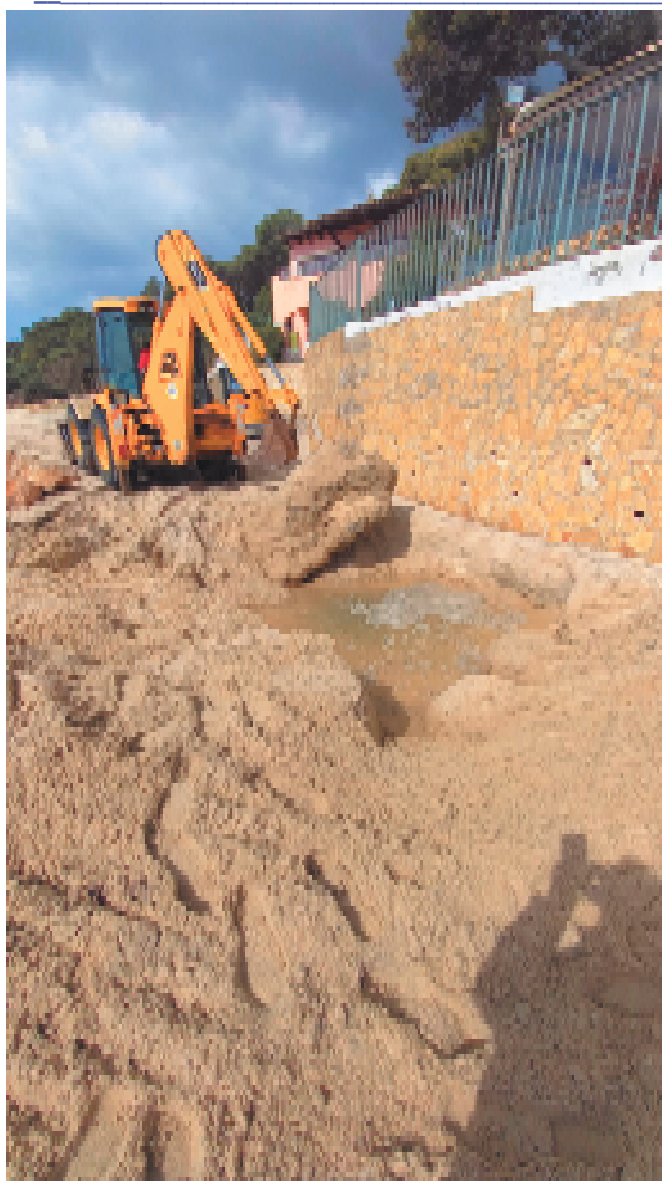




3.2 – Realizzazione della scogliera radente

















1

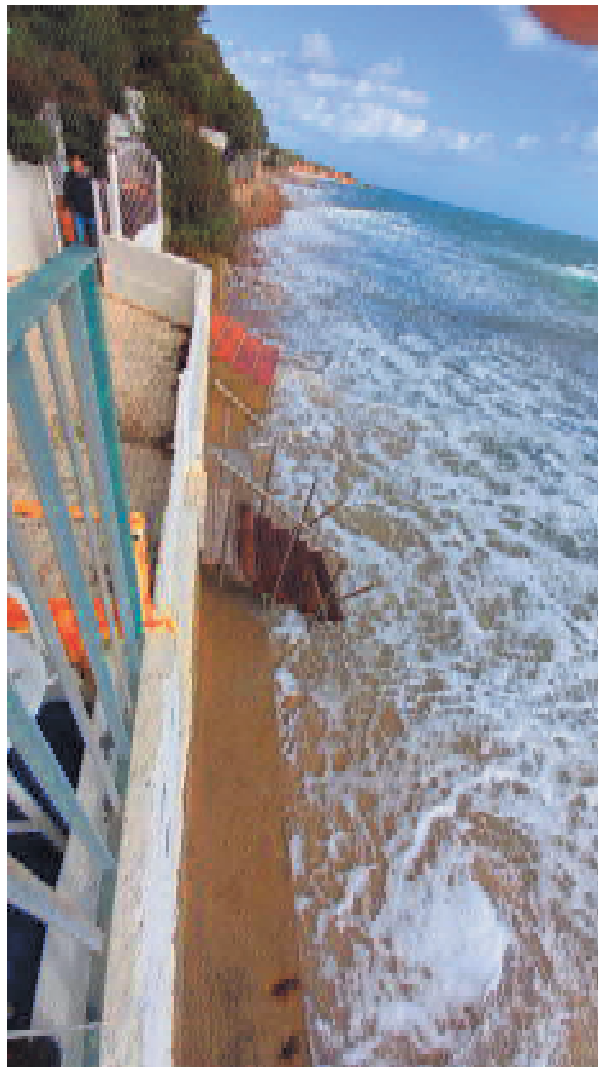
OPERE DI RIPRISTINO MORFOLOGICO DEL TRATTO DI LITORALE ANTISTANTE IL FORTE VILLAGE RESORT
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA 2021

1 - STATO DELLA SPIAGGIA 25 - 26 Gennaio 2021





2 - STATO DELLA SPIAGGIA 7 - 9 Febbraio 2021



3 - STATO DELLA SPIAGGIA 11 - 15 Febbraio 2021





4 - STATO DELLA SPIAGGIA 22 - 24 Febbraio 2021

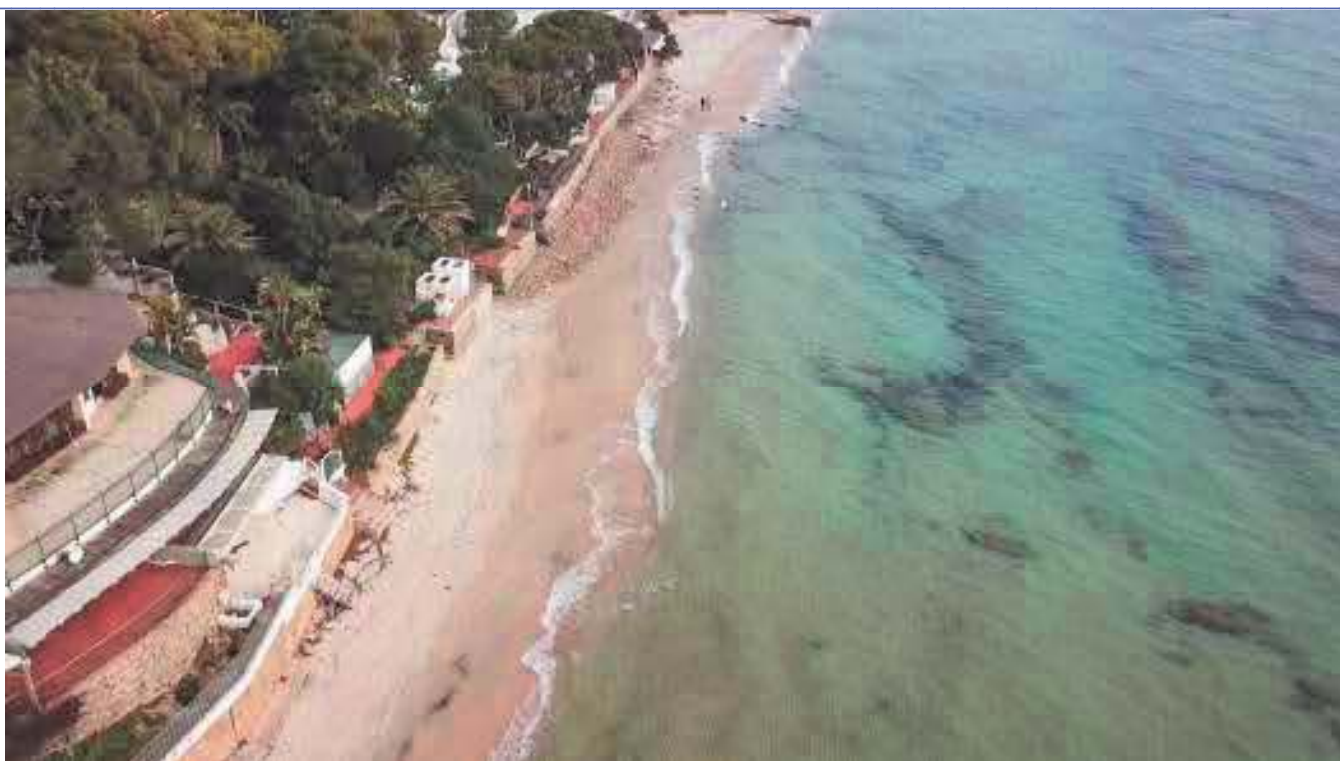




5 - STATO DELLA SPIAGGIA 26Febbraio 2021









6 - STATO DELLA SPIAGGIA Marzo 2021









7 -FOTO SPIAGGIA MAGGIO 2021



8 -FOTO LUGLIO - AGOSTO 2021 - LAVORI IN CORSO









9 -FOTO 5 DICEMBRE 2021









 D

OPERE DI RIPRISTINO MORFOLOGICO DEL TRATTO DI LITORALE ANTISTANTE IL FORTE VILLAGE RESORT

COMMITTENTE: Progetto Esmeralda S.r.l.
DIRETTORE DEI LAVORI: Ing. Franco Vigna
IMPRESA ESECUTRICE: SWS di Luigi Besednagn

26 Agosto 2021

MOVIMENTAZIONE SABBIA DA SPIAGGIA SOMMERSA A SPIAGGIA EMERSA - 2021

Stima dei lavori eseguiti a tutto il 21 agosto 2021

Criteri e parametri di stima:

I tempi effettivi di pompaggio della miscela acqua/sabbia sono stati decurtati dei tempi di sosta e di flussaggio di sola acqua.

PORTATA MASSIMA NOMINALE DELLA POMPA mc/h	STIMA della portata a regime (resa e perdite di carico)	Percentuale di solidi nella miscela fluida STIMA	Portata media di solidi mc/h	Portata media di solidi mc/min
930,00	744,00 (*)	15,00%	111,60	1,86

(*) La portata del flusso (acqua/sabbia) è stimata su considerazioni teoriche riguardanti le perdite di carico e l'efficienza del sistema pompa/generatore (80%). La portata effettiva doveva essere misurata con un misuratore di pressione che non è stato reso disponibile.

gg		DATE		START	STOP	minuti di sosta e/o lavaggio	Tempo effettivo di produzione h min		stima volume di sabbia riversato mc	note
nat-cons	lav									
1	1	sabato 3 luglio 2021	domenica 4 luglio 2021	23:15	4:00	30	04:05	250	465	zona scoglio senza argini
2	2	domenica 4 luglio 2021	lunedì 5 luglio 2021	22:30	2:00	45	02:45	165	307	zona beachcomber con argine
3	3	lunedì 5 luglio 2021	martedì 6 luglio 2021	20:30	23:00	45	01:45	105	195	zona centrale su scogli senza a-zona tiki con a-AVARIA
4		martedì 6 luglio 2021	mercoledì 7 luglio 2021	---	---	---	0	0	0	---
5	4	mercoledì 7 luglio 2021	giovedì 8 luglio 2021	20:30	2:30	55	05:05	305	567	zona scoglio senza a - zona piz- con a
6	5	giovedì 8 luglio 2021	venerdì 9 luglio 2021	20:10	2:00	85	04:25	265	493	zona scoglio senza a - zona piz- con a - INFO
7	6	venerdì 9 luglio 2021	sabato 10 luglio 2021	20:30	2:30	30	05:30	330	614	zona centro coperto pietre retro
8	7	sabato 10 luglio 2021	domenica 11 luglio 2021	21:40	3:15	30	05:05	305	567	zona centro coperto pietre retro
9		domenica 11 luglio 2021	lunedì 12 luglio 2021	---	---	---	---	0	0	---
10		lunedì 12 luglio 2021	martedì 13 luglio 2021	---	---	---	---	0	0	---
11	8	martedì 13 luglio 2021	mercoledì 14 luglio 2021	21:15	3:15	30	05:30	330	614	zona Dune allung battigia
12	9	mercoledì 14 luglio 2021	giovedì 15 luglio 2021	21:30	2:40	30	04:40	280	521	zona Dune copertura pietre
13	10	giovedì 15 luglio 2021	venerdì 16 luglio 2021	20:30	2:30	30	05:30	330	614	zona Dune copertura pietre
14	11	venerdì 16 luglio 2021	sabato 17 luglio 2021	21:30	3:00	30	05:00	300	558	zona Dune copertura pietre
15	12	sabato 17 luglio 2021	domenica 18 luglio 2021	21:30	2:40	30	04:10	250	465	zona scoglio dx-sx
16		domenica 18 luglio 2021	lunedì 19 luglio 2021	---	---	---	---	0	0	---
17	13	lunedì 19 luglio 2021	martedì 20 luglio 2021	22:45	2:45	30	03:30	210	391	zona centrale piz-tiki
18	14	martedì 20 luglio 2021	mercoledì 21 luglio 2021	21:30	2:30	30	04:30	270	502	soff-piz-tiki
19	15	mercoledì 21 luglio 2021	giovedì 22 luglio 2021	22:10	2:30	30	03:50	230	428	soff-piz-tiki
20	16	giovedì 22 luglio 2021	venerdì 23 luglio 2021	21:00	2:30	30	05:00	300	558	Beach comber battigia
21	17	venerdì 23 luglio 2021	sabato 24 luglio 2021	20:30	2:30	30	05:30	330	614	pietre su bagnasciuga dune
22		sabato 24 luglio 2021	domenica 25 luglio 2021					0	0	sciocco
23		domenica 25 luglio 2021	lunedì 26 luglio 2021					0	0	sciocco
24		lunedì 26 luglio 2021	martedì 27 luglio 2021					0	0	sciocco
25		martedì 27 luglio 2021	mercoledì 28 luglio 2021					0	0	sciocco
26		mercoledì 28 luglio 2021	giovedì 29 luglio 2021					0	0	sciocco
27	18	giovedì 29 luglio 2021	venerdì 30 luglio 2021	0:10	4:00	15	03:40	220	409	dx scoglio senza spostamenti
28	19	venerdì 30 luglio 2021	sabato 31 luglio 2021	21:15	3:40	30	05:55	355	660	
29		sabato 31 luglio 2021	domenica 1 agosto 2021					0	0	
A		Luglio 2021 stima dei m ³ sabbia riversati a terra							9.542	

gg		DATE		START	STOP	minuti di sosta e/o lavaggio	Tempo effettivo di produzione		stima volume di sabbia riversato	note
nat-cons	lav						h	min	mc	
30		domenica 1 agosto 2021	lunedì 2 agosto 2021					0	0	
31	20	lunedì 2 agosto 2021	martedì 3 agosto 2021	21:00	21:45	0	00:45	45	84	zona tiki beach
32		martedì 3 agosto 2021	mercoledì 4 agosto 2021	---	---	---	---	0	0	levante/grecale onda
33		mercoledì 4 agosto 2021	giovedì 5 agosto 2021	---	---	---	---	0	0	dalle 22:30 mare calmo
34	21	giovedì 5 agosto 2021	venerdì 6 agosto 2021	21:20	3:30	100	04:30	270	502	zona pizzeria - 1 spost - fermata 100 per tubo flessibile
35		venerdì 6 agosto 2021	sabato 7 agosto 2021					0	0	non lavorato per condizioni meteorologiche avverse (levante-scirocco)
36		sabato 7 agosto 2021	domenica 8 agosto 2021					0	0	
37		domenica 8 agosto 2021	lunedì 9 agosto 2021					0	0	
38		lunedì 9 agosto 2021	martedì 10 agosto 2021					0	0	
39		martedì 10 agosto 2021	mercoledì 11 agosto 2021					0	0	
40	22	mercoledì 11 agosto 2021	giovedì 12 agosto 2021	23:00	3:30	50	03:40	220	409	di fronte a pizzeria un solo versamento
41	23	giovedì 12 agosto 2021	venerdì 13 agosto 2021	21:45	10:45	---	01:00	60	112	pizzeria verso tiki
				10:45	11:15	---	00:30	30	45	stop per riparazione tubo e spostamento
				0:45	3:30	---	02:45	165	307	diffrente tiki
42	24	venerdì 13 agosto 2021	sabato 14 agosto 2021	22:00	03:30	30	05:00	300	558	cambio programma richiesto ultimo momento - fronte stazione bagnini lato dune
43		sabato 14 agosto 2021	domenica 15 agosto 2021						0	
44		domenica 15 agosto 2021	lunedì 16 agosto 2021						0	
45	25	lunedì 16 agosto 2021	martedì 17 agosto 2021	22:30	03:00	15	04:15	255	474	da Beachcomber verso tiki un solo versamento
46	26	martedì 17 agosto 2021	mercoledì 18 agosto 2021	22:00	02:30	15	04:15	255	474	in continuità con ieri tiki un solo versamento
47	27	mercoledì 18 agosto 2021	giovedì 19 agosto 2021	22:40	03:10	15	04:15	255	474	in continuità con ieri un solo versamento
48	28	giovedì 19 agosto 2021	venerdì 20 agosto 2021	22:45	23:00	---	00:15	15	28	Beachcomber interrotto
				23:45	03:10	15	03:10	190	353	scarico in mare/battigia
49	29	venerdì 20 agosto 2021	sabato 21 agosto 2021	22:20	03:40	15	05:05	305	567	
B		Agosto 2021 stima dei m ³ sabbia riversati a terra							4.388	
A + B		SOMMANO							13.930	± 10%

STATO FINALE

Durata dei lavori 49 gg naturali consecutivi
(dal 3 luglio al 21 agosto 2021)

Giorni di lavoro effettivi 29 gg

Ore di pompaggio effettive 124^h 55^{min}

Produzione media giornaliera 480 m³/gg

La stima dei volumi è approssimata ± 10%

L'impresa SWS ha pertanto eseguito i lavori a corpo nella seguente misura:

- contratto principale mc 10.000
- estensione del contratto del 31/07/2021 mc 5.000

Il misuratore di portata non è stato installato.

Il Direttore dei Lavori

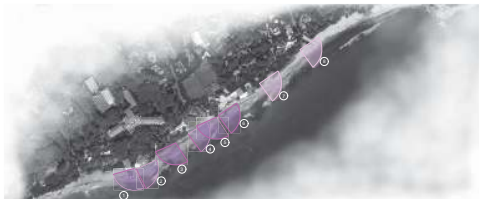
Ing. Franco Vigna



Tavola documentazione fotografica

giorni di osservazione

26 / 04 / 2021	MAREGGIATA
02 / 07 / 2021	periodo estivo giorno inizio lavori
22 / 08 / 2021	periodo estivo seguente ultimazione dei lavori
24 / 10 / 2021	MAREGGIATA
25 / 10 / 2021	MAREGGIATA
01 / 11 / 2021	MAREGGIATA
02 / 11 / 2021	MAREGGIATA
03 / 11 / 2021	MAREGGIATA
04 / 11 / 2021	MAREGGIATA



MAREGGIATA - riferimento camera SAND01

	MAREGGIATA	GIORNO INIZIO LAVORI	GIORNO FINE LAVORI	MAREGGIATA	MAREGGIATA	01-11-2021	02-11-2021	03-11-2021	04-11-2021
	26-04-2021	02-07-2021	22-08-2021	24-10-2021	25-10-2021	01-11-2021	02-11-2021	03-11-2021	04-11-2021
CAMERA 1									
CAMERA 2									
CAMERA 3									
CAMERA 4									
CAMERA 5									
CAMERA 6									

Cronistoria degli interventi realizzati dall'anno 2003 al 2006 e monitoraggi

Premessa

La presente relazione illustra quelli che sono gli interventi realizzati negli anni presso il litorale antistante il Forte Village Resort e i monitoraggi eseguiti che di seguito si elencano e descrivono.

Progetto di ripristino del litorale antistante il Forte Village Resort (2003)

Il progetto prevedeva un ripascimento con sabbia di cava per 15.000,00 mc e fu sottoposto a procedura di verifica di impatto ambientale conclusasi con Determinazione n.858/VIII del 06/04/2014. Successivamente, a seguito dell'ottenimento di tutte le altre autorizzazioni, fu rinnovata tale determinazione e fu possibile iniziare i lavori solamente nel 2009.

La maggiore difficoltà nell'eseguire i lavori era stata determinata dal reperimento di idonee sabbie di cava. L'unica punto di approvvigionamento compatibile fu individuato presso un deposito di Badesi da dove furono prelevati e sversati 1491 mc di sedimento dal 08/04/2009 al 30/04/2009.

L'intervento fu limitato a soli 1500 mc in quanto il costo del trasporto del sedimento era elevatissimo (la sabbia stesa costava circa 80 Euro/mc) ed inoltre era difficoltoso gestire il traffico dei mezzi e la sistemazione della sabbia secondo le sagome di progetto.

Nel litorale esiste infatti un solo punto di accesso per i mezzi dal qui le terne adibite alla sistemazione del materiale secondo le sagome di progetto devono percorrere quasi 500 metri prima di arrivare ai punti più lontani di deposito.

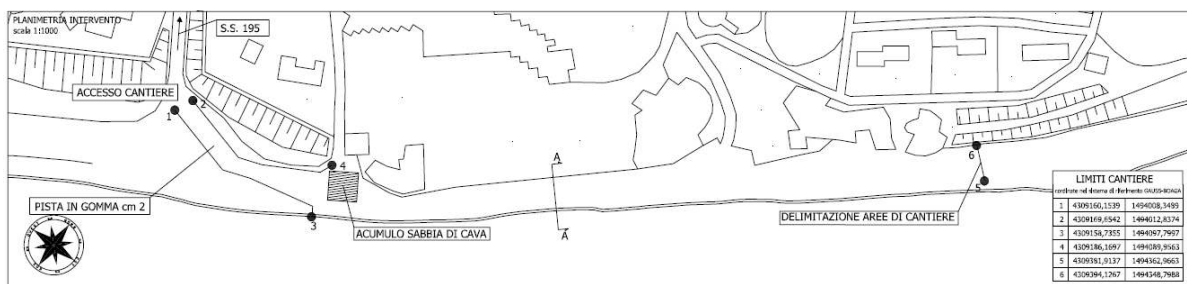


Figura 1 Planimetria cantiere per ripristino litorale

Quanto sopra limita fortemente la possibilità di effettuare degli interventi consistenti con apporto da terra.

L'intervento aveva comunque consentito di migliorare le condizioni del litorale con particolare riferimento al ricoprimento delle fondazioni delle opere di delimitazione della struttura alberghiera che risultavano totalmente scoperte.





Date le difficoltà riscontrate nell'esecuzione dei lavori si ritiene che detta tipologia di intervento possa essere utilizzata esclusivamente per limitate quantità di materiale nell'ordine dei 2/3000 metri cubi per stagione.

Progetto per la messa in sicurezza del litorale antistante il Forte Village Resort (2006)

Il progetto ha riguardato la realizzazione di 7 barriere soffolte realizzate in geotubi riempiti di sabbia proveniente da idonea cava. Il progetto era stato preceduto da una registrazione di 7 mesi circa (01/12/2005 – 13/06/2006) di moto ondoso e correnti. A seguito della sua realizzazione nel 2009 è stato effettuato un monitoraggio delle caratteristiche morfologiche ed ambientali del sito compreso registrazioni del moto ondoso e delle correnti esteso dal marzo 2009 all'aprile 2012.

Il monitoraggio fu approvato con nota prot. 23117 del 16/09/2008 e prevedeva le seguenti attività:

Parametro	Descrizione sintetica	Frequenza (mesi)	Durata complessiva (anni)	N. Campionamenti
Studio fisionomia prateria	Rilevato in situ lungo transetti perpendicolari a costa, visualizzati da cime decamtrate adagate sul fondo	3	3	12
Natura e profondità del limite superiore	Rilevati in situ attraverso protocolli descrittivi (natura) e misure strumentali al decimetro (profondità)	3	3	12
Copertura prateria	Rilevata in situ attraverso una stima percentuale della porzione di fondale ricoperta da posidonia	3	3	12
Densità	Rilevata in situ tramite conteggio del numero di fasci per m ² su almeno 5-10 repliche non contigue	3	3	12
Densità globale	Descrittore efficace della struttura della prateria, combina copertura e densità	3	3	12
Coefficiente A	Corrisponde alla proporzione percentuale di apici fogliari rotti (su 20 ciuffi campionati con tecniche casuali)	3	3	12
Mz	Parametro statistico (diametro medio)	3	3	12
So	Parametro statistico (coefficiente di Sortine)	3	3	12
Sk	Parametro statistico (coefficiente di asimmetria)		3	12
Ku	Parametro statistico (coefficiente Kurtosis)	3	3	12
% carbonati	Contenuto in carbonati nei sedimenti (valore in %)	3	3	12
Dati AWAC	Registrazione dei dati ondametrici e correntometrici	Ogni 3 ore	2	1
Dati Acquadop	Registrazione dei dati correntometrici	Ogni 3 ore	2	1
Rilievi batimetrici	Rilievi eseguiti tramite scandaglio tipo Single Beam	3	3	12
Rilievi linea di riva	Rilievi eseguiti tramite GPS tipo Trimble 5700 Total Station con metodologia RTK	3	3	12
Temperatura	Rilevata in situ tramite Sonda Valeport Midas SVX	3	3	12
Ossigeno disciolto	Rilevata in situ tramite Sonda Valeport Midas SVX	3	3	12
BOD	Esami di laboratorio	3	3	12
COD	Esami di laboratorio	3	3	12
Torbidità	Rilevata in situ tramite sensore OBS-3+	3	3	12

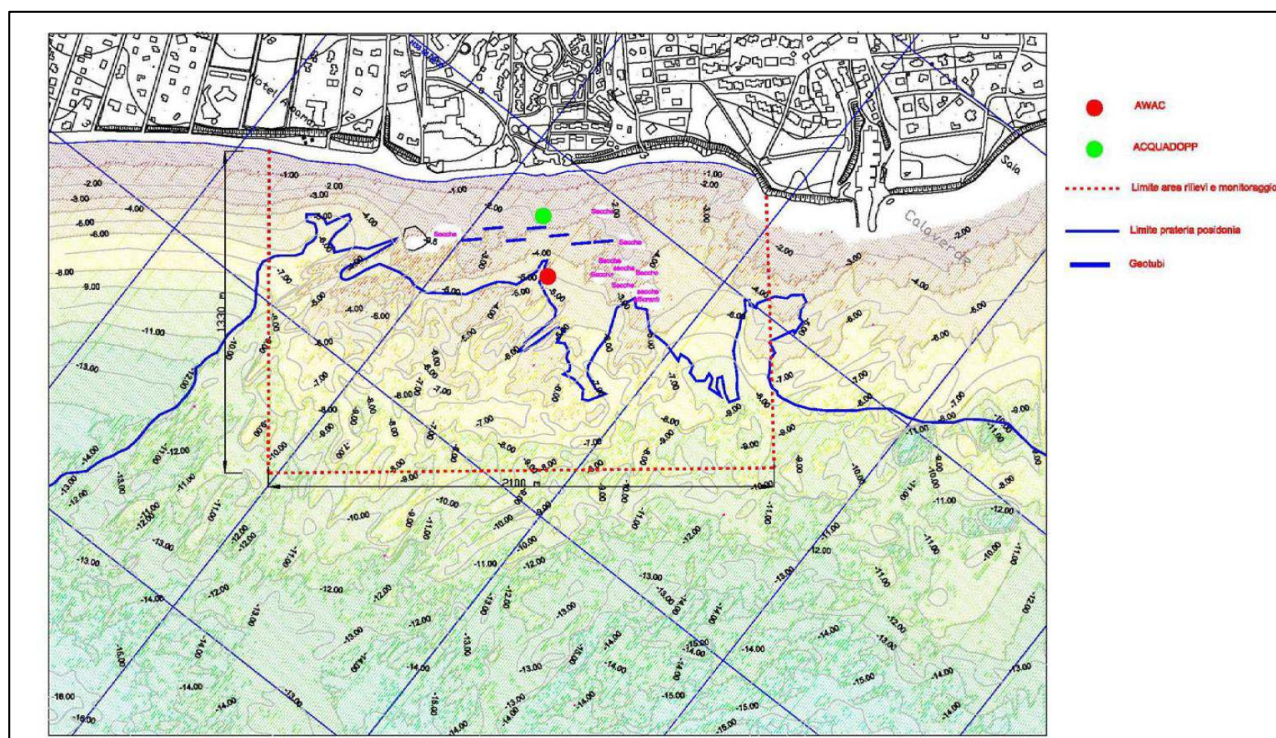


Figura 2 Aree monitoraggio intervento di protezione del litorale

Il monitoraggio, secondo il protocollo di intesa veniva effettuato nelle aree sopra riportate.



Figura 3 Foto di una barriera appena installata

Si precisa che, come da protocollo di intesa, tutti gli elaborati relativi alle fasi trimestrali del monitoraggio sono stati inviati a suo tempo ai seguenti Enti:

- Assessorato Regionale Difesa dell'Ambiente - Arpas
- Assessorato Regionale Difesa dell'Ambiente - Servizio Sostenibilità Ambientale
- Assessorato Regionale dei Lavori Pubblici
- Provincia di Cagliari
- Assessorato Regionale Difesa dell'Ambiente - Corpo Forestale
- Assessorato Regionale Difesa dell'Ambiente - Servizio Tutela delle Acque

La realizzazione delle opere aveva comportato una serie di problemi in fase esecutiva. Al momento del posizionamento dei geotubi era stato riscontrato che in alcuni tratti il substrato roccioso era affiorante e pertanto era stato necessario spostare di qualche metro le barriere a volte in aree più profonde. In alcuni casi era stata riscontrata una profondità maggiore di quella di progetto dovuta alla mobilità e quindi variabilità dei fondi molli.

Le barriere furono comunque installate non sempre raggiungendo la quota prevista in progetto per i -0,5 metri dal LMM.

Nell'anno successivo alla realizzazione delle barriere, e nello specifico nella fase 5 di monitoraggio relativa al periodo giugno 2010, si rilevava quanto segue:

le barriere hanno svolto una funzione benefica sotto il profilo della tenuta della spiaggia emersa contribuendo addirittura ad un apprezzabile avanzamento della linea di riva in corrispondenza del Boat House e di Calaverde. A ciò si affianca l'opera di analisi dei

parametri chimico-fisici e di monitoraggio della prateria di posidonia che dimostrano una sostanziale inalterazione dello stato del luogo.

La fase 7 del monitoraggio relativa Marzo 2011 evidenziava quanto segue:

Queste osservazioni confermano quanto già emerso nelle passate campagne, ovvero: una sostanziale arresto dell'erosione rispetto alla situazione "ex ante" nei tratti antistanti il Forte Village in corrispondenza del Pasta House ovvero la zona più protetta dalle barriere soffolte. L'arretramento della spiaggia registrato in corrispondenza di Calaverde e dell'Abamar è dovuto a fattori stagionali ancora non determinabili quantitativamente.

Rimangono critiche le aree antistanti il resort meno protette o per nulla protette dalle barriere quali il "Ristorante" ed il "Boat House".

Le ispezioni visive effettuate sulle barriere esistenti hanno evidenziato alcune lacerazioni ed abbassamenti che necessitano un'opera urgente di manutenzione e ripristino delle condizioni di progetto anche attraverso il posizionamento di altri geotubi sopra quelli già in opera.

La successiva fase 8 relativa al Luglio 2011 evidenziava quanto segue:

Nell'ambito del piano di monitoraggio e delle operazioni di manutenzione dei geotubi si sono effettuati in questi anni ripetute verifiche visive per verificare il loro corretto inserimento in termini ambientali e continuare a garantire l'efficienza delle barriere in termini di contrasto al moto ondoso attraverso piccole manutenzioni ordinarie. E infatti noto che i geotubi, per loro natura e composizione, sono notevolmente esposti a fenomeni di decadimento fisico-meccanico.

A fronte del perfetto inserimento ambientale dei geotubi (vedi Figure seguenti A,B,C e D) colonizzate nella loro superficie da biocenosi locale, si sono evidenziate crescenti criticità in termini di mantenimento delle sagome iniziali.

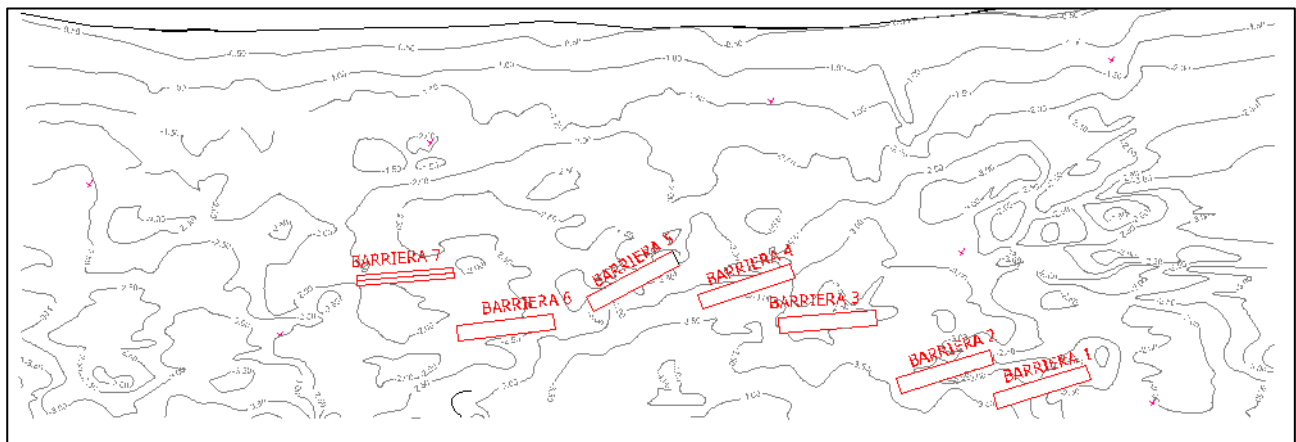


Figura 4 Ubicazione delle barriere soffolte

Geotubo n°	Quota colmo a sud	Quota colmo centrale	Quota colmo a nord	Larghezza	lunghezza
	[unità di misura m]				
1	-2.5	-2.01	-2.6	5	40
2	-1.8	-0.9	-1.4	4	40
3	-2.8	-2.2	-2.9	2.7	20
4	-1.5	-1	-1.2	4.5	40
5	-2.8	-1.71	-2.3	1.3	20
6	-2.6	-1.74	-2.6	6	20
7	-2.5	-2.10	-2.4	-	40

Figura 5 Risultati del rilievo effettuato sulle barriere il 31/08/2011. Le quote sono riferite al l.m.m.

Come si può notare le quote sono tutte inferiori od uguali ai 0.9 m con punte fino a -2.10 s.l.m. Ricordiamo che le quote effettive di messa in opera erano comprese tra i -0.5 m ed i -0.7 m.

....si vuole evidenziare la necessità di un'opera di ripristino straordinario che metta in opera nuove strutture o che ripristino la situazione di progetto.

L'ultima campagna di monitoraggio relativa all'aprile 2012 evidenziava quanto segue.

La conclusione della campagna di monitoraggio, iniziata nel marzo del 2009 e protrattasi per 3 anni con l'effettuazione di molteplici attività scansionate ad intervalli regolari, consente di potere fornire delle valide indicazioni sull'effetto che l'inserimento delle barriere soffolte ha avuto sull'ambiente circostante.

Lo scopo principale del monitoraggio era quello di rilevare possibili interferenze negative sugli equilibri del litorale per consentire, eventualmente, rapide modifiche o interventi di ripristino. Oltre a ciò, esso aveva lo scopo di verificare l'efficacia delle barriere soffolte per consentire la definizione di ulteriori interventi futuri.

L'esame cumulato di tutti i parametri registrati consente di affermare, senza alcun dubbio che non vi è stata alcuna alterazione sulla prateria della posidonia: il suo stato di conservazione non ha mai fatto riscontrare variazioni significative delle densità della prateria in prossimità delle opere sommerse. Le variazioni presenti, come dimostrato nei monitoraggi precedenti, mostrano un andamento dovuto principalmente alla variabilità spaziale della densità della prateria stessa.

Stesse evidenze sono emerse per la sedimentologia: dal confronto fra i dati acquisiti si nota una piccola variazione di alcuni parametri sedimentologici tra il primo e le altre campagne di rilievo, in particolare; il valore del sorting risulta leggermente diminuito, si fa notare però come la popolazione rimanga nella classe scarsamente e/o moderatamente classata; il contenuto di sedimenti fini (frazione < 63 micron) che risulta minore nelle campagne successive alla prima. Il diametro medio risulta compreso nei valori delle sabbie.

Si ricorda in questa sede che la variabilità delle spiagge, in particolare nel mediterraneo, è legata a sporadici, ma intensi eventi meteoclimatici marini (mareggiate a elevata energia) che con la loro intensità possono modificare radicalmente l'assetto delle spiagge (Gometz Pujol et al 2008).

I parametri biologici registrati con BOD5 e COD hanno costantemente mostrato una sostanziale assenza di fenomeni proliferativi di origine biologica.

I rilievi batimetrici e topografici al termine dei tre anni mostrano, seppure è presente una ciclicità di arretramento ed avanzamenti dovuti alla stagionalità degli eventi meteo marini, un sostanziale miglioramento delle condizioni di stabilità del tratto di litorale protetto dalle barriere.

Il rilievo topografico effettuato nel Giugno 2012 mostra, nel complesso, un ritorno alle posizioni registrate all'inizio della campagna di monitoraggio ossia è presente un avanzamento del tratto di litorale protetto dalle barriere di circa 8 metri rispetto alla situazione ante opera.

L'accumulo di sedimento registrato nel 2010 nelle aree limitrofe Abamar e Cala Verde appare rientrato ai valori precedenti ossia ai livelli del 2009.

Le ispezioni visive effettuate sulle barriere esistenti hanno evidenziato alcune lacerazioni con conseguenti cedimenti strutturali che necessitano un'opera urgente di manutenzione e ripristino delle condizioni di progetto, eventualmente attraverso il posizionamento di nuovi geotubi sopra quelli già in opera.

Come precedentemente evidenziato l'assenza di un ripristino delle condizioni di progetto delle barriere sta progressivamente attenuamento gli effetti benefici già ottenuti. Al netto dell'effetto favorevole stagionale, si ritiene che le barriere, oramai largamente rimaneggiate, abbiano pressoché concluso la loro funzione.

Da quanto sopra si evince che l'unico anno per il quale le barriere potevano essere considerate efficienti è stato il primo anno ossia dal 2009 all'estate del 2010. Tale dato risulta comunque poco significativo per poter fare approfondite e definitive valutazioni.

Quello che è certo è che durante il periodo di funzionamento si è registrato un miglioramento delle condizioni del litorale e il contrasto al moto ondoso ha impedito che vi fossero danneggiamenti alle strutture alberghiere come spesso accade durante l'inverno.

La scrivente su incarico della struttura alberghiera ha inoltre valutato la possibilità di ripristinare le barriere soffolte anche con un intervento di ampliamento più spinto, ossia dimensionato in modo che potesse non solo funzionare come attenuatore dell'energia del moto ondoso ma anche come possibile innesco di un accumulo di sedimenti andando a creare un piccolo tombolo ma non un saliente.

Tale intervento è stato poi tralasciato perché quanto in precedenza realizzato aveva avuto degli enormi costi di realizzazione (circa Euro 800.000,00), elevati oneri manutentivi ed una vita utile molto breve.

A seguito di una importante mareggiata del 2013 che aveva irrimediabilmente compromesso le barriere veniva presentato e realizzato il "Progetto per la rimozione delle opere di protezione del litorale antistante il Forte Village Resort con contestuale riporto della sabbia residua nella spiaggia emersa - intervento localizzato a seguito dei danni provocati dalla mareggiata del 1-7 marzo 2013".

L'intervento fu attuato nel 2014 e nel 2017 e prevedeva il riporto sulla spiaggia emersa di circa 1400 mc (800 mc nel 2015 e 600 mc nel 2017) del sedimento proveniente dai geotubi; durante i lavori è stato eseguito un monitoraggio delle componenti ambientali del sito verificando positivamente la mancanza di impatti sulla posidonia oceanica.

Proprio dalla positiva esperienza di detti interventi è scaturita l'idea di presentare il presente intervento in quanto la metodologia prevista consente di ottenere un risultato certo con dei costi periodici ma contenuti e con un impatto sull'ambiente reversibile e di modesta entità.

Si evidenzia peraltro come gli interventi di riporto mediante pompa aspirante e refluyente ad oggi realizzati abbiano avuto una portata tale da rendere inutile qualsiasi valutazione di benefici a lungo termine; tali interventi sono infatti serviti esclusivamente a tamponare delle situazioni di emergenza.

Di estrema importanza sarà pertanto il monitoraggio da effettuare a seguito del presente intervento per poter valutare l'efficacia di quanto proposto.

I monitoraggi effettuati hanno consentito di disporre di un notevole mole di dati in modo particolare delle indicazioni sull'andamento della linea di riva ed importanti dati di moto ondoso e correnti che sono alla base della presente progettazione anche come meglio evidenziato nello studio meteomarinario.

Solo attraverso tali dati è stato infatti possibile ricostruire il regime del moto ondoso estivo ed invernale utile alla determinazione dei fenomeni mediante l'applicazione dei modelli numerici.