



Unione Europea



COMUNE DI PROCIDA

Città Metropolitana di Napoli



SISTEMA PORTUALE ISOLA DI PROCIDA 1° LOTTO - PARTE D'OPERA 1

LAVORI URGENTI PER LA MESSA IN SICUREZZA,
IL CONSOLIDAMENTO ED IL RECUPERO DI MARINA CORRICELLA

CUP: C99I18000140002

PROGETTO ESECUTIVO

| | | |
|--------------------------------|--|--|
| Committente: | COMUNE DI PROCIDA | |
| Responsabile del procedimento: | arch. Luca Imparato | <i>Responsabile Settore V - Servizi Tecnici del Comune di Procida</i> |
| Supporto al RUP: | arch. Stefano Prisco | |
| Geologia: | geol. Francesco Maglione | |
| Progettazione: |  ARCHIMED s.r.l. | Responsabile progetto: ing. Roberto de Rosa Coordinatore sicurezza: arch. Rosamaria Vignale <i>con la collaborazione di:</i> ing. Riccardo Autieri ing. Giovanni Giannini |

| rev. | data | oggetto |
|------|--------------|--|
| 2 | luglio 2019 | <i>aggiornamento interventi e rimodulazione spese generali</i> |
| 1 | giugno 2018 | <i>aggiornamento</i> |
| 0 | gennaio 2018 | <i>emissione</i> |

| | | |
|--------------------------------------|--------------------------|-------------------|
| Elaborato: RT rev.2 | RELAZIONE TECNICA | File: |
| | | Scala: |
| | | Data: luglio 2019 |

INDICE

1. PREMESSA
2. IL PROGETTO ESECUTIVO 1° LOTTO PARTE D'OPERA 1
 - 2.1 POTENZIAMENTO DIFESA A MARE
 - 2.1.1 Composizione dei moduli
 - 2.1.2 Caratteristiche dei moduli
 - 2.1.3 Materiali e caratteristiche delle piastre
 - 2.1.4 Effetti dei moduli sulle aree limitrofe
 - 2.1.5 Effetti dei moduli sull'habitat marino
 - 2.1.6 Vista dopo l'intervento
 - 2.2 RECUPERO FUNZIONALE DELLA MARINA
 - 2.2.1 Potenziamento scogliera di difesa al piede muro a mare e nuova banchina
 - 2.2.2 Consolidamento e recupero del muro di sostegno a mare
 - 2.2.3 Consolidamento banchina est
 - 2.2.4 Risanamento scala Via Carmine
 - 2.2.5 Nuova pavimentazione Marina
 - 2.2.6 Adeguamento e messa a norma impianto pubblica illuminazione
 - 2.3 CONSOLIDAMENTO E RECUPERO COSTONE OVEST
 - 2.3.1 Ambito d'intervento
 - 2.3.2 Criteri progettuali
 - 2.3.3 Descrizione degli interventi
 - 2.3.4 Uso delle risorse naturali
 - 2.3.5 Produzione dei rifiuti
 - 2.3.6 Prezzi
3. SOSTENIBILITÀ DEL PROGETTO
 - 3.1 CONGRUITÀ DEI TEMPI
 - 3.2 COERENZA STRATEGICA TEMATICA

1. PREMESSA

L'eccezionale mareggiata del 29/02/2016, che colpì in particolar modo il fronte sud dell'isola, provocò nella strada interna alla Marina Corricella e denominata "Via Marina Corricella" un'ampia voragine nella zona contenuta da un muro verticale in pietrame, posto a picco sullo specchio di mare interno alla Marina stessa.

Il suddetto muro di contenimento è sottoposto a forti sollecitazioni del moto ondoso che, superando le attuali e, come noto, insufficienti scogliere frangiflutti, si sviluppa all'interno dello specchio acqueo della Marina in occasione di eventi meteorologici particolarmente avversi.

A seguito di un'ispezione visiva dei luoghi, emerse che alla base del suddetto muro di contenimento erano presenti diffuse cavità, attraverso le quali dilavò a mare il materiale prodotto dalla voragine.

Vista l'estrema pericolosità derivante dalla suddetta voragine, avvenuta in adiacenza ad edifici, il Comune emise le seguenti ordinanze:

- Ordinanza n.21 del 01/03/2016, con la quale è stata interdetta la strada;
- Ordinanza n.22 del 04/03/2016 con la quale è stato ordinato lo sgombero dell'edificio contrassegnato dal civ. 84;

conseguentemente, fu transennata la strada, creando oltretutto gravi problemi di accesso alle abitazioni ed ai locali commerciali posti a monte.

A seguito della tempestiva segnalazione pervenuta al Dipartimento Protezione Civile della Regione Campania, in data 04/03/2016 avvenne il sopralluogo del geol. Ennio Ciervo, il quale, dopo aver riscontrato gli sgrottamenti a mare alla base del muro di sostegno della strada e la complessiva pericolosità dei luoghi, redisse apposito verbale con il quale veniva dichiarata la necessità di provvedere senza alcun indugio a tutti gli interventi necessari, da terra e da mare, per la messa in sicurezza ed il ripristino della strada.

Ai sensi degli artt. 175-176 del D.P.R. 05/10/2010 n.207, i lavori urgenti ed improcrastinabili per la messa in sicurezza ed il ripristino della Via Marina Corricella rientrano appieno nella tipologia della "somma urgenza".

Di conseguenza, ai sensi del comma 2 dell'art.176 del regolamento di esecuzione dei lavori pubblici approvato con DPR n.207/2010, il Responsabile dell'U.T.C. arch. Salvatore Ruocco, con *Verbale di consegna lavori di somma urgenza* del 03/03/2016, incaricò l'impresa OPERAZIONE s.r.l. e la società di ingegneria ARCHIMED s.r.l., già operativi sull'isola nell'ambito di altro appalto, di provvedere immediatamente e senza ulteriore indugio, rispettivamente, all'esecuzione ed alla direzione dei lavori prioritari ed improcrastinabili, definiti come "*Lavori di somma urgenza per la messa in sicurezza e ripristino di Via Marina Corricella - Fase I*".

Successivamente, nella serata del 09/03/2016, avvenne un nuovo smottamento a circa 5 m a valle dell'area interessata dalla voragine del 29/02/2016, con conseguente ribaltamento della piccola betoniera (vuota ed in sosta) e sua caduta a mare; il ribaltamento provocò l'abbattimento del parapetto di protezione, risultato costituito da materiale decoeso e da molti vuoti comunicanti con i giunti privi di malta del paramento esterno in pietra vulcanica.

Il degrado del paramento esterno del muro di contenimento, con i relativi parapetti e bauletti di coronamento in pietra vulcanica, rilevato nei precedenti sopralluoghi in occasione della prima voragine, interessa l'intero sviluppo del muro stesso.

Con Delibera di G.M. n.40 del 30/03/2016 il Comune di Procida approvò la Perizia "*Lavori di somma urgenza per la messa in sicurezza e ripristino di Via Marina Corricella - Fase I*" redatta dall'ing. Roberto de Rosa, per l'importo complessivo di Euro 75.005,33, di cui Euro 59.420,41 per lavori ed Euro 15.584,92 per somme a disposizione.

La Regione Campania, con nota prot. 257595 del 14/04/2016, rese disponibili Euro 40.000,00, restando Euro 35.005,33 a carico del Comune di Procida.

I lavori relativi alla Fase 1 furono avviati in data 03/03/2016 e furono ultimati nel maggio 2016.

Gli interventi eseguiti nell'ambito dei "*Lavori di somma urgenza per la messa in sicurezza e ripristino di Via Marina Corricella - Fase 1*" hanno avuto, comunque, un carattere di provvisorietà e sono stati tali da realizzare la necessaria e tempestiva messa in sicurezza dei luoghi ed il ripristino della viabilità pedonale nel tratto di Via Marina Corricella interessato dal dissesto, come da espressa volontà del Comune di Procida.

La sicurezza definitiva dell'area è subordinata ai lavori previsti nella Fase 2 e, pertanto, la sicurezza deve intendersi limitata nel tempo e fortemente condizionata da mareggiate e da eventi meteorologici di grande intensità; fintantoché non sarà realizzata la Fase 2, il Comune di Procida dovrà, tra l'altro:

- garantire la persistenza e la funzionalità delle recinzioni poste a protezione dei pedoni;
- provvedere ad un monitoraggio costante del muro di contenimento a monte e della puntellatura realizzata per esso, per verificarne lo stato, gli eventuali nuovi quadri fessurativi insorgenti, le generali condizioni di sicurezza ed attuare, nel caso, ulteriori provvedimenti, anche interdittivi;
- assicurare, con la Capitaneria di Porto di Procida, l'interdizione dello specchio acqueo sottostante il muro di contenimento della strada, per tutta la sua lunghezza;
- provvedere ad un monitoraggio costante del muro di contenimento a mare, per verificarne le condizioni di sicurezza ed attuare, nel caso, ulteriori provvedimenti interdittivi.

Con la stessa Delibera di G.M. n.40 del 30/03/2016 il Comune di Procida incaricò l'U.T.C. di disporre per la progettazione preliminare della Fase 2 dei lavori atti alla definitiva messa in sicurezza dell'ambito portuale di Marina Corricella e comprendenti:

- il completamento della scogliera realizzata al piede del muro di contenimento a mare
- il consolidamento e recupero del muro di sostegno a mare
- il consolidamento e recupero del muro di sostegno a monte
- il potenziamento delle opere foranee
- il consolidamento e recupero del costone posto ad ovest della Marina Corricella
- il consolidamento e recupero del muro di contenimento del sovrastante piazzale di Via M. Scotti;

tali interventi, seppur urgenti ed improcrastinabili, sono stati inevitabilmente esclusi dalla Fase 1 per l'assenza di un'adeguata copertura finanziaria e, tuttavia, andranno realizzati al più presto per consentire una completa e definitiva messa in sicurezza non solo del tratto interessato dai dissesti ma dell'intera Marina Corricella.

Si segnala, infine, che anni orsono numerose personalità della cultura nazionale inoltrarono all'UNESCO un appello per il riconoscimento della qualifica di "patrimonio dell'umanità" alla Corricella, chiedendo già allora la predisposizione di uno studio e di un progetto esecutivo di consolidamento del costone e di restauro dell'area, da finanziarsi con fondi dell'U.E.

Con la Delibera di G.M. n.52 del 01/03/2018 il Comune ha approvato il progetto esecutivo "*Lavori urgenti per la messa in sicurezza, consolidamento e recupero funzionale di Marina Corricella*", con importo complessivo pari a € 6.510.035,34, di cui € 4.843.938,60 per lavori ed € 1.660.096,74 per somme a disposizione, redatto dalla società ARCHIMED s.r.l., alla quale, con la Determina n.64 del 15/03/2018 veniva ratificato l'incarico della progettazione esecutiva.

*** **

Con D.D. n.46 del 24/05/2018 la Regione Campania ha approvato la manifestazione d'interesse alla presentazione di progetti relativi alla messa in sicurezza e potenziamento dei porti regionali, a valere sulle risorse FSC 2014/2020 di cui alla delibera CIPE 54/2016, sul POR FESR2014/2020 e sul POC 2014/2020.

Il Comune di Procida, con Delibera di G.M. n.153 del 04/07/2018, ha manifestato interesse a partecipare all'avviso pubblico per l'ammissione al finanziamento di progetti d'intervento, anche per singoli lotti funzionali, sui porti di interesse regionale; successivamente, con Delibera di G.M. n.164 del 25/07/2018, ha approvato il progetto esecutivo "*Sistema portuale isola di Procida*", costituito da:

- 1° Lotto: "*Porto Marina Corricella: Opere di messa in sicurezza e potenziamento infrastruttura con abbattimento barriere architettoniche*", dell'importo di Euro 8.928.148,01, a sua volta suddiviso in:
 - Parte d'opera 1: "*Lavori urgenti per la messa in sicurezza, consolidamento e recupero funzionale di Marina Corricella*", redatto dalla ARCHIMED s.r.l. (costituente la rev.1 del progetto esecutivo già approvato con Delibera di G.M. n.52 del 01/03/2018);

- Parte d'opera 2: “*Riqualificazione belvedere e accesso al borgo*”, redatto dal RTP con capogruppo arch. Luigi Calabrese;
- 2° Lotto: “*Porto Marina Grande - Area di levante: Riassetto e potenziamento degli ormeggi alla banchina di riva e riqualificazione del molo mediano*”, redatto dal RTP con capogruppo arch. Luigi Calabrese, dell'importo di Euro 2.274.805,71.

Successivamente, con D.D. n.115 del 18/12/2018 la Regione Campania ha approvato le graduatorie dell'avviso di manifestazione d'interesse, all'interno delle quali (v. Allegato 2 del D.D.) risulta inserito il progetto 1° Lotto “*Porto Marina Corricella: Opere di messa in sicurezza e potenziamento infrastruttura con abbattimento barriere architettoniche*”, dell'importo di Euro 8.928.148,01.

2. IL PROGETTO ESECUTIVO 1° LOTTO PARTE D'OPERA 1

Il *Progetto esecutivo 1° Lotto Parte d'opera 1 “Lavori urgenti per la messa in sicurezza ed il recupero funzionale di Marina Corricella”*, prevede i seguenti interventi:

A) POTENZIAMENTO DIFESA A MARE:

- Barriere sommerse;
- Salpamento e riposizionamento massi naturali;
- Ripascimento parziale arenile esistente all'interno della Marina con la sabbia dilavata nel fondale antistante (intervento funzionale alle attività previste per il consolidamento del costone ovest);

B) RECUPERO FUNZIONALE DELLA MARINA:

- Potenziamento scogliera di difesa al piede del muro a mare;
- Nuova banchina in cls, con relativo impianto di illuminazione;
- Recupero muro a mare, mediante paratia pali, iniezioni di malta cementizia, ripristino paramento murario;
- Consolidamento banchina est;
- Risanamento scala Via Carmine di accesso alla Marina;
- Nuova pavimentazione della Marina;
- Sostituzione dei corpi illuminanti su palo esistenti;
- Adeguamento e messa a norma dell'impianto elettrico per la pubblica illuminazione;

C) CONSOLIDAMENTO E RECUPERO COSTONE OVEST:

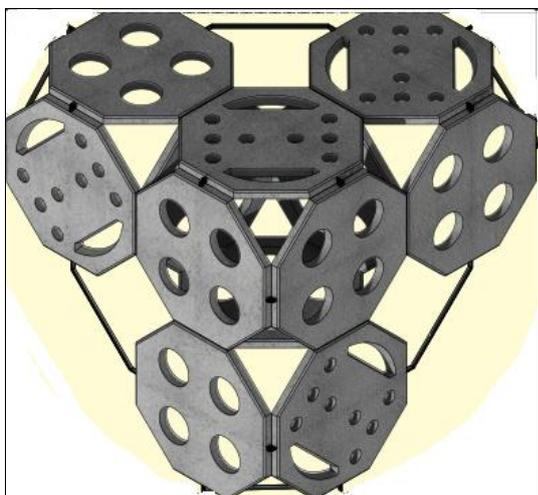
- Decespugliamento costone;
- Cordolo interrato in cls realizzato sul ciglio del costone, fondato su micropali $\phi 200$;
- Cordolo interrato in cls realizzato sull'arenile al piede del costone, fondato su micropali $\phi 200$;
- Chiodature sulla parete del costone in dissesto;
- Funi di armatura verticali ed orizzontali;
- Rete metallica zincata per terra armata;
- Biostuoia e terreno da coltivo;
- Piantumazione con specie arbustive.

2.1 POTENZIAMENTO DIFESA A MARE

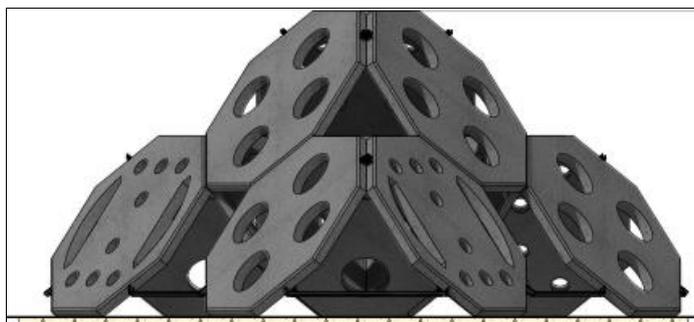
L'obiettivo dell'intervento, non sperimentale, è quello di ridurre l'energia del moto ondoso, sia al piede del costone che all'esterno delle dighe foranee, con opere trasparenti da un punto di vista ambientale, in quanto realizzano un reef:

- completamente sommerso;
- non continuo, in quanto composto da elementi singoli affiancati;
- permeabile, in modo da non creare zone di ristagno;
- idrodinamicamente efficace, in quanto sono ridotti gli effetti negativi del set-up e la barriera costituisce un ostacolo per la corrente di riflusso durante le mareggiate; è noto, infatti, che l'erosione non è provocata dall'onda incidente che frange, ma dal riflusso verso il largo indotto dai maggiori livelli del mare a ridosso della linea di riva durante le mareggiate, vero motore dei fenomeni erosivi;
- facilmente rimovibile, nell'indesiderato caso in cui dovessero verificarsi effetti negativi.

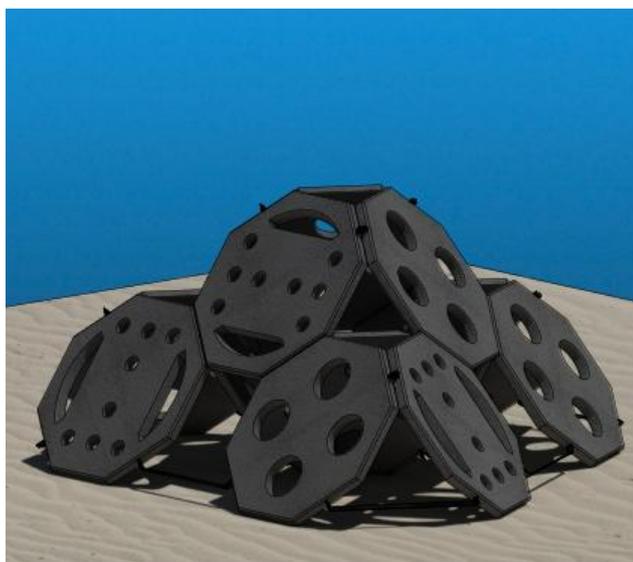
Le nuove barriere sommerse saranno realizzate mediante moduli troncoconici o piramidali, permeabili ed ecocompatibili, del tipo Tecnoreef Pyramid 12 e Pyramid 60, od equivalenti, a norma UNI EN ISO 14001:2004 per il settore barriere artificiali, costituiti ognuno e rispettivamente da n.12 e da n.60 elementi prefabbricati ed assemblabili.



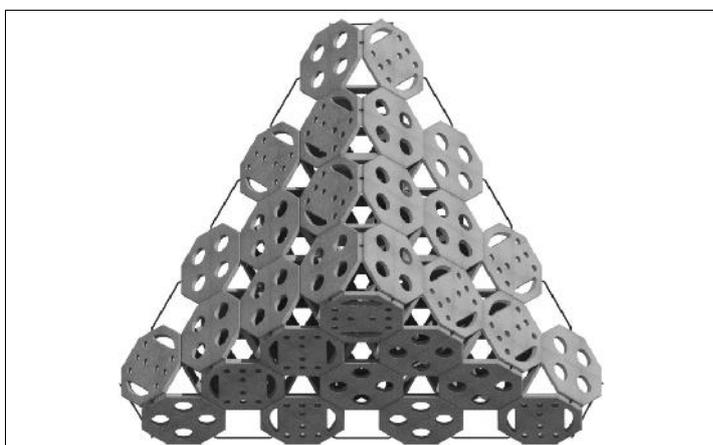
Pianta modulo tipo Tecnoreef Pyramid 12



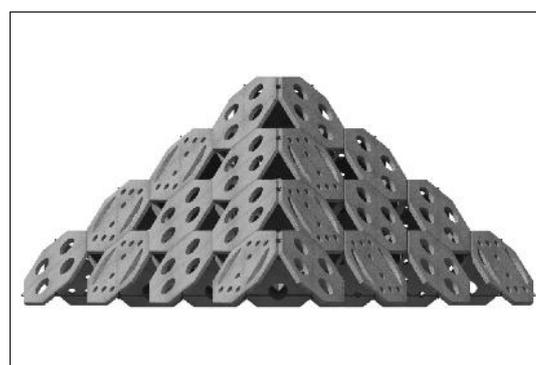
Prospetto modulo tipo Tecnoreef Pyramid 12



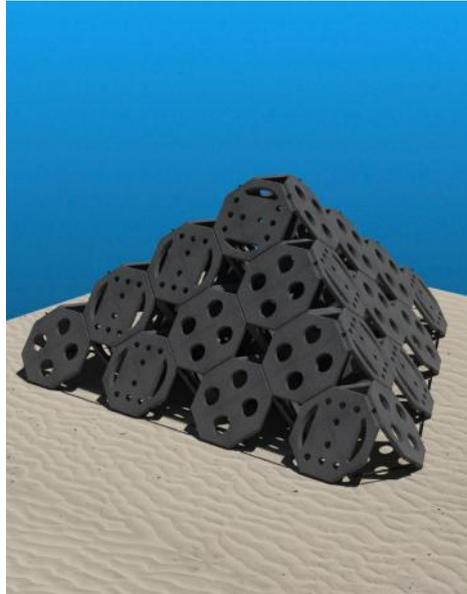
Vista prospettica modulo tipo Tecnoreef Pyramid 12



Pianta modulo tipo Tecnoreef Pyramid 60



Prospetto modulo tipo Tecnoreef Pyramid 60



Vista prospettica modulo tipo Tecnoreef Pyramid 60

Le strutture modulari ecocompatibili tipo Tecnoreef sono concepite per lo smorzamento del moto ondoso in prossimità della linea di riva e, pertanto, sono adatte ad applicazioni che abbiano come scopo la tutela della costa.

Ogni modulo è composto da piastre in conglomerato cementizio, in calcestruzzo a basso impatto ambientale, tipo SEAFRIENDLY o equivalente, ad alta resistenza caratteristica, con $R_{ck} > 45$ Mpa, privo di additivi miglioratori di resa e caratterizzato dal possedere, al raggiungimento della resistenza caratteristica richiesta, un PH vicino a quello dell'ambiente acquatico marino e non superiore a 9.

Ciascuna piastra è di forma ottagonale, presenta una dimensione, intesa come distanza tra due lati paralleli, di 1180 mm ed uno spessore di 60 mm, pesa circa 128 Kg; l'unione delle piastre è ottenuta mediante bulloneria metallica in acciaio inossidabile tipo AISI 304.

Le asperità e la non regolarità del calcestruzzo hanno lo scopo di produrre una scabrosità utile all'attecchimento delle larve degli organismi in tempi particolarmente rapidi rispetto ad una più regolare rifinitura superficiale.

Il modulo Tecnoreef è certificato in base secondo alla direttiva ISO 14001:2004 e 14020: 2004, per il settore barriere artificiali per ripopolamento marino: questa certificazione, sia dal punto di vista qualitativo dei prodotti che del processo produttivo, colloca il prodotto nella sfera dei prodotti sostenibili ed ecocompatibili per il settore marino.

Le caratteristiche del modulo Tecnoreef, o che qualsiasi altra tipologia dovrà sviluppare, sono definite nei paragrafi che seguono.

2.1.1 Composizione dei moduli

Le piastre modulari, di base in calcestruzzo, vengono fornite in un'area di cantiere, per consentire il montaggio e lo stoccaggio dei moduli.



Fornitura del materiale



Fase di montaggio

Il peso delle piastre varia a seconda del modello scelto, venendo gli stessi elementi fissati con idonea viteria e bulloneria in acciaio INOX.



Una volta ultimato il montaggio, si potrà procedere alla definitiva messa in opera, provvedendo al sollevamento dei moduli. Il modulo montato sarà una struttura elastica e componibile, che dovrà prevedere punti molteplici per il suo sollevamento mediante idonee fasce. La fase di posa dovrà essere assistita da operatori subacquei, in modo tale da garantire il posizionamento dei moduli secondo gli schemi e gli allineamenti previsti in progetto.



Sollevamento dei moduli

2.1.2 Caratteristiche dei moduli

- **Stabilità**, con traduzione meccanica continua delle forze sempre verso il fondale. I moduli posti alla base della struttura scaricano sul fondale la forza che ricevono da un punto qualsiasi della struttura stessa; le loro pareti inclinate si ancorano sul fondo in modo stabile e definitivo, capace di resistere alle spinte delle correnti e agli effetti di trascinarsi delle reti. Allo stesso tempo, dato che la base della struttura è sempre, in qualsiasi composizione, più ampia del culmine, la forza scaricata su ogni singola piastra di base non è mai eccessiva, evitando così l'affondamento della struttura nel fondale.
- **Reversibilità**: I moduli, privi di strutture di fondazione e di ancoraggio, una volta semplicemente rimossi dal sito, possono essere riposizionati, in pochi giorni e con costi ridotti, in modo da migliorarne la funzionalità, ovvero portati ad altra destinazione o smaltiti.

- **Correnti:** all'esterno delle pareti l'attrito provocato dalla struttura immersa in un flusso di corrente crea delle turbolenze superficiali, accentuate dalla presenza delle sfaccettature di varia inclinazione sui profili esterni ed interni; tali difformità geometriche creano all'interno di ogni singolo elemento dei flussi circolari continui (sfere d'acqua) che sfogano la loro relativa energia verso l'alto, smorzando la forza dell'onda.

2.1.3 Materiali e caratteristiche delle piastre

- **Calcestruzzo seafriendly (ecologico non impattante):** il calcestruzzo è l'elemento basilare per la produzione del modulo, costituito solo da elementi naturali (sabbia lavata, ghiaia spezzata) e non viene utilizzato alcun materiale composito o di risulta (pezzi di mattoni, calcinacci, ecc.); il cemento non viene additivato, né fluidificato con miglioratori chimici di resa; non vengono usati disarmanti sintetici per la sformatura dei prodotti dagli stampi; non vengono usati additivi effervescenti per cavillare le superfici, che vengono invece vibrare, lavate e spazzolate meccanicamente.
- **Microcavità della superficie:** il particolare processo produttivo, attuato vibrando con tre diverse frequenze appositi stampi colmi di calcestruzzo speciale, ed il trattamento meccanico successivo, creano sulla superficie delle piccole cavità: queste possono essere nell'ordine del decimo di millimetro come di qualche centimetro, permettendo a molte forme di vita di attecchire con maggiore facilità.
- **Ancoraggio tra i pezzi:** le armature che compongono la struttura, gli agganci e la minuteria meccanica di collegamento tra i vari elementi sono costituiti da acciaio inox AISI 304 ad alta resistenza alla corrosione, perciò assolutamente inalterabili in acqua di mare; non vengono utilizzati acciai diversi con metalli pesanti speciali (vanadio – tungsteno – titanio), perché la loro reattività chimica modifica localmente sia l'acidità dell'area circostante sia i percorsi d'elettrolisi delle strutture, creando, di fatto, passaggi di ioni negli elementi metallici che creano corrosione.

2.1.4 Effetti dei moduli sulle aree limitrofe

La permeabilità dei moduli tipo Tecnoreef e gli studi meteomarini effettuati consentono di affermare che, a differenza delle tradizionali e non permeabili scogliere in massi, non varia il comportamento morfodinamico della costa, né la morfologia del fondale.

Le strutture modulari tipo Tecnoreef:

- non sono e non possono essere considerate opere fisse, in quanto vengono semplicemente appoggiate sul fondale;
- svolgono la funzione prevalente di difesa costiera, riducendo l'energia cinetica del moto ondoso;
- favoriscono il ripascimento naturale delle coste e degli arenili;
- essendo permeabili, non generano correnti lungo le strutture stesse e, pertanto, se poste in prossimità di una costa in forte erosione, ne limitano i danni.

2.1.5 Effetti dei moduli sull'habitat marino

- a) **Rinaturalizzazione e ripopolamento ittico:** questa tipologia di barriera ha una importante valenza ambientale, in quanto consente, per le sue caratteristiche costruttive, una rapida rinaturalizzazione dell'areale marino ed il ripopolamento ittico.

Le strutture in progetto, per le esperienze maturate negli ultimi 15 anni, rappresentano uno degli strumenti più validi per preservare e sviluppare la fauna e la flora ittica autoctona, ormai altamente compromessa dall'azione dell'uomo.

Il Piano Strategico Nazionale - PSN (Art. 15 del Regolamento del Consiglio sul Fondo Europeo per la Pesca) riporta testualmente al capitolo 2.6 Tutela e miglioramento dell'ambiente acquatico: la Comunità Europea constatando, la riduzione del pescato sia in termini qualitativi che quantitativi nei nostri mari dovuto con certa evidenza alla:

- distruzione di interi habitat sia riproduttivi che di accrescimento;
- distruzione di segmenti della catena trofica;
- perdita della biodiversità;
- perdita di posti di lavoro e di professionalità con una fortissima impronta sociale e culturale del nostro Paese;
- riduzione dell'attrazione turistica.

Per favorire il rilancio del settore della pesca, il PSN ha promosso, attraverso i FEP 2007/2013 e ora attraverso i FEAMP 2014/2020, azioni mirate a ridurre l'impatto di questo problema sul mondo della pesca.

Il modulo Tecnoreef, oltre ad essere funzionale alla protezione delle linee di costa, è la tecnologia maggiormente impiegata per preservare e sviluppare la fauna e la flora acquatica.

I moduli Tecnoreef, corredati di certificazioni, sono realizzati con calcestruzzo "sea-friendly" ed hanno la caratteristica di favorire il naturale attecchimento delle specie autoctone presenti nell'ambiente ed il ripristino della biodiversità, obiettivo, come su anticipato, auspicato e richiesto da diversi organismi ufficiali della Comunità Europea.

Accanto ad un rapido attecchimento di forme di vita presenti nell'ambiente, di contro si avrà che il loro accrescimento risulterà sempre alquanto contenuto, a causa delle continue sollecitazioni e turbolenze, rendendo pressoché impossibile l'occlusione dei fori sulle piastre.

Tali varchi, attraverso la loro disposizione, consentono di dissipare l'energia cinetica dell'onda non deviandola come avviene sulle dighe, sui pennelli o sulle barriere sommerse (realizzate con sassi o blocchi di cemento), ma convogliandola almeno in parte verso l'alto (fenomeno di "*up welling*"), grazie alla forma del modulo stesso: in questo modo, parte dell'energia (soprattutto per le onde di tempesta) viene perduta e dispersa verso l'alto.

L'azione di *up welling* è importante, in quanto contribuisce a ridurre il fenomeno erosivo, che con opere impermeabili si tende solo a spostare.

b) Rischio di generare alghe tossiche: come si evince dal parere pro-veritate dell'Università di Pisa, a firma del Prof. Paolo Berni, questo aspetto viene analizzato a fondo.

Le barriere sono permeabili, distanziate l'una dall'altra con un battente libero: in queste condizioni i fenomeni menzionati tipici di aree protette da sassi o blocchi di cemento sono totalmente assenti e, quindi, la presenza della struttura non porterà a nessun aumento della temperatura e non faciliterà nessuna proliferazione dell'alga tossica *Ostreopsis ovata*, come ben descritto nel parere pro veritate redatto dal prof. Berni dell'Università di Pisa.

c) Rischio di impatto sulla balneazione: il prof. Berni dell'Università di Pisa nella pro veritate spiega con precisione che la struttura non esercita alcun impatto negativo sulla balneazione.

d) Interferenze sulle componenti abiotiche: gli studi e gli inquadramenti geologici, geomorfologici ed idrogeologici disponibili non segnalano situazioni che possano compromettere la fattibilità delle opere di progetto.

e) Interferenze sulle componenti biotiche: non si rilevano interferenze sulle componenti biotiche: il progetto, sia in corso d'opera che a regime, non ha alcuna influenza negativa sulle condizioni ecologiche dell'habitat.

2.1.6 Vista dopo l'intervento

Nella figura che segue viene rappresentato un render foto-realistico di una barriera posta sul fondale marino e realizzata con una sola fila di moduli come su descritti.

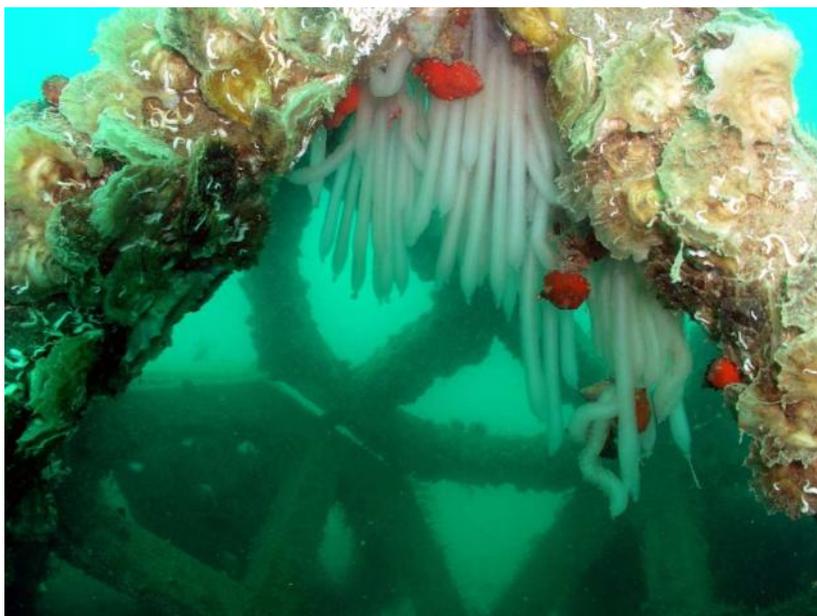


Render foto-realistico

In alcuni tratti (su fondale antistante il costone ovest) le barriere saranno previste con n.2 file di moduli, parallele e sfalsate, a maggior garanzia del risultato che si intende ottenere.

La foto che segue riprende un particolare di una barriera già eseguita a Lignano Sabbiadoro nel 2007, dopo solo otto mesi dalla sua immersione: la colonizzazione della struttura è evidente e dimostra come la

conformazione dei moduli e le caratteristiche superficiali delle piastre che lo compongono siano chiaramente adatte al ripopolamento della fauna e flora marina.



2.2 RECUPERO FUNZIONALE DELLA MARINA

2.2.1 Potenziamento scogliera di difesa al piede muro a mare e nuova banchina

Nell'ambito degli interventi di somma urgenza del 2016 fu realizzato un primo tratto di scogliera al piede del muro di contenimento a mare, per una lunghezza di circa 38 m: con questo progetto se ne prevede il rinfoltimento ed il prolungamento, fino a raggiungere la lunghezza complessiva di circa 70 m, per una larghezza misurata a quota l.m.m. pari a 3 m.

Verranno utilizzati massi naturali di 2^a categoria, del peso singolo compreso tra 1.001 e 3.000 kg; nel tratto relativo al prolungamento, i massi verranno posati su materiale arido di cava (tout-venant), tale da consentire, in corrispondenza del piede del muro, il riempimento o, quantomeno, la chiusura delle sgrottature create dall'erosione marina.

Sulla scogliera così potenziata, per un tratto limitato a 50 m circa e per una larghezza di 3 m, verrà realizzata una nuova banchina in calcestruzzo armato, la quale contribuirà alla protezione del basamento del sovrastante muro di contenimento.

La banchina verrà pavimentata con cubetti di pietra vesuviana e saranno installate bitte ed anelli golfari per l'eventuale e temporaneo ormeggio di imbarcazioni di lunghezza massima 16,5 m e pescaggio massimo di 1 m.

Sulla nova banchina verrà realizzato un impianto di illuminazione con corpi illuminanti staffati a muro.

2.2.2 Consolidamento e recupero del muro di sostegno a mare

Il consolidamento e recupero del muro di sostegno di Via Marina Corricella, posto a picco sul mare, riveste il carattere d'urgenza, presentando un diffuso degrado; sono, infatti, evidenti sia diverse fessurazioni nel paramento murario (interno ed esterno), sia vuoti nella muratura, del tipo "a sacco", questi ultimi resi ancor più visibili in occasione della voragine del 29/02/2016 e del collassamento a mare del parapetto avvenuto il 09/03/2016.

Il progetto prevede:

- una paratia di pali, con diametri differenziati per tratto (Ø200-300-400-500-600), da realizzare a filo interno del muro, previa rimozione della pavimentazione in basoli e successiva riposa;
- il consolidamento della muratura, mediante iniezioni di malta cementizia liquida o resina;

- il risanamento e recupero del paramento murario (interno ed esterno), mediante ricostruzione delle parti mancanti, riempimento fughe, creazione di un numero adeguato di bocche di sfioro acque filtrate al di sotto della pavimentazione stradale;
- il consolidamento dei bauletti in pietra vesuviana posti a coronamento, che, in diversi tratti, risultano decoesi dal muro stesso.

2.2.3 Consolidamento banchina est

La banchina posta sul lato est della Marina presenta diverse fessurazioni, attraverso le quali, in occasione di forti risacche, fuoriesce acqua di mare.

L'intervento in progetto prevede, in prossimità del filo esterno, perforazioni con successive iniezioni di resina espandente tipo IDRO CP 200 della URETEK.

Durante la fase di lavorazione, verranno realizzate cassetture provvisorie in acqua a filo banchina, destinate al contenimento dell'eventuale dilavamento a mare della resina espandente.

2.2.4 Risanamento scala Via Carmine

La scala Via Carmine, di accesso alla Marina, presenta diffusi fenomeni di degrado sia delle parti in calcestruzzo armato che dell'intonaco.

Gli interventi previsti comprendono la rimozione delle parti ammalorate, il trattamento dei ferri di armatura, la ricostruzione delle parti demolite, il nuovo intonaco e la tinteggiatura.

Nell'ambito di tali interventi è previsto anche il consolidamento del muro posto sulla Via Marina.

2.2.5 Nuova pavimentazione Marina

Il progetto prevede:

- ripristini puntuali della ripavimentazione esistente in basoli vesuviani (lungo il filo banchina e zona est);
- nuova pavimentazione in basoli vulcanici etnei, in sostituzione delle attuali pavimentazioni in calcestruzzo e in lastre di pietra etnea;
- fasce di separazione tra le zone pavimentate in basoli vesuviani e quelle pavimentate con nuovi basoli etnei con cubetti di pietra vesuviana.

2.2.6 Adeguamento e messa a norma impianto pubblica illuminazione

Il progetto prevede:

- la rimozione e trasporto a deposito del Comune dei corpi illuminanti su palo;
- la fornitura e installazione, nelle medesime posizioni dei pali rimossi, di nuovi corpi illuminanti su palo, del tipo Garda della Disano con lampada al Led 84 W, già utilizzati a Via Roma nell'ambito dei recenti lavori di riqualificazione del waterfront;
- l'adeguamento e messa a norma dell'impianto elettrico esistente ed a servizio della pubblica illuminazione.

2.3 CONSOLIDAMENTO E RECUPERO COSTONE OVEST

Il progetto del consolidamento e recupero del costone è stato elaborato con il preciso obiettivo della tutela idrogeologica, naturalistica, estetica e paesaggistica dei luoghi e, pertanto, è stato impostato sulla base delle linee generali indicate nell'*Atlante delle opere di sistemazione dei versanti*, realizzato sulla base dell'esperienza maturata dall'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici - Dipartimento Difesa del Suolo) nelle attività di riduzione del rischio idrogeologico sul territorio nazionale e che vengono brevemente riportate come stralcio in questo paragrafo.

Inoltre, gli interventi si attengono a quanto previsto dal "*Regolamento per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica*" di cui al D.P.G.R. n. 574 del 22/07/02 e s.m.i.

2.3.1 Ambito d'intervento

Il costone in dissesto è situato all'estremità di ponente della Marina di Corricella.



Vista aerea



Prospetto stralcio

2.3.2 Criteri progettuali

Sono stati applicati i seguenti criteri progettuali, così riepilogati rispetto alle macrocategorie individuate con D.G.R. n. 2052 del 12/11/2004:

- a) per l'*Impatto ambientale* e per garantire l'attuazione del principio di *Sostenibilità ambientale* degli interventi nelle aree a forte valenza paesaggistica ed ambientale, il progetto prevede:
- la conservazione del paesaggio, mediante interventi a bassissimo o nullo impatto ambientale;
 - la conservazione degli ecosistemi e/o dei valori floro-faunistici presenti;
 - l'utilizzo di materiali locali e/o tradizionali;

- la realizzazione di opere con tipologia simile a quella di interventi già realizzati e/o in corso sui costoni dell'isola;
- b) per la *Qualità della gestione*, al fine di garantirne l'efficacia e l'efficienza, il progetto prevede:
 - interventi inseriti in un programma di salvaguardia, protezione e recupero del territorio;
 - la realizzazione dell'intervento in un periodo di tempo non superiore a 4 mesi.

2.3.3 Descrizione degli interventi

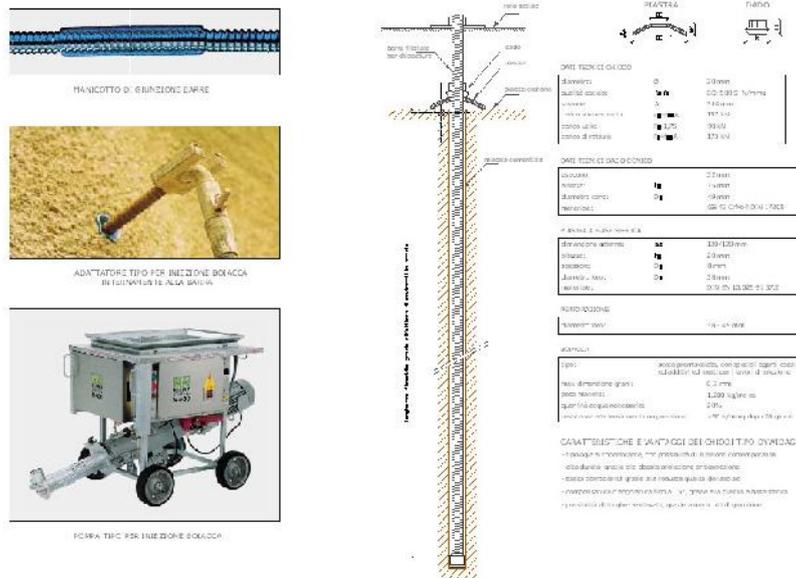
L'obiettivo del progetto è quello di consolidare, stabilizzare e recuperare il costone posto subito ad ovest della Marina di Corricella: sono previsti esclusivamente interventi eco-compatibili nel rispetto dell'habitat naturale, in sintonia assoluta con la natura, tutelando e difendendo la sua funzione idrogeologica, naturalistica, estetica e paesaggistica; inoltre gli interventi si attengono a quanto previsto dal "Regolamento per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica" di cui al D.P.G.R. n. 574 del 22/07/02 e s.m.i.

L'intervento riguarda un fronte di costone avente le seguenti caratteristiche dimensionali:

- lunghezza al ciglio: 130 m
- lunghezza al piede: 150 m
- altezza media s.l.m. : 28 m
- superficie effettiva costone: 3.900 mq ca.

Considerate le qualità geologiche, l'orografia del luogo e la tipologia del dissesto, le opere per il consolidamento del costone, individuate come le più opportune ed idonee nell'ambito delle diverse tipologie descritte nell'introduzione, comprendono i seguenti interventi:

- cordolo superiore fondato su micropali, con le seguenti caratteristiche:
 - lunghezza: per la lunghezza del ciglio sovrastante il costone effettivamente da consolidare
 - larghezza: 1,40 m
 - altezza: 0,60 m
 - posa in opera: interrata a - 0,50 m dal piano di calpestio del fondo sovrastante
 - materiale: calcestruzzo armato
 - ancoraggio: a micropali Ø 200 mm, posti alternati su doppia fila nel senso longitudinale del cordolo;
- cordolo inferiore fondato su micropali, con le seguenti caratteristiche:
 - lunghezza: per il solo tratto di piede del costone incidente sull'arenile
 - larghezza: 0,50 m
 - altezza: 0,50 m
 - posa in opera: estradossata a quota arenile
 - materiale: calcestruzzo armato
 - ancoraggio: a micropali Ø 300 mm, posti su unica fila nel senso longitudinale del cordolo;
- chiodature nella parete, con le seguenti caratteristiche:
 - diametro: 20 mm
 - peso: 2,56 Kg/m
 - materiale: barre tipo Dywidag a filettatura continua St 900/1100, in acciaio controllato ai sensi della vigente normativa
 - ancoraggio: a piastra bombata e dado conico
 - protezioni: da corrosione mediante guaina in plastica corrugata
 - centraggio: mediante distanziatori interni
 - giunzioni barre: con manicotti e relative protezioni;



- funi di armatura verticali ed orizzontali, con le seguenti caratteristiche:
 - diametro: 20 mm
 - peso: 1,68 Kg/m
 - materiale: acciaio a trefolo 6x36 a 216 fili con anima metallica UNI 7297/74
 - carico rottura: 220 kg/mm², pari a 3.508 kN/m
 - protezioni: zincatura a caldo
 - collegamenti:
 - al cordolo superiore, mediante barre di ancoraggio annegate nel c.a.
 - alla parete del costone, mediante fissaggio alle chiodature
 - tra loro, mediante opportuni morsetti
 - alla rete metallica, mediante opportuni morsetti di ancoraggio;
- biostuoia, costituita da strati di fibre naturali (paglia, cocco, paglia e cocco, juta o altre fibre vegetali biodegradabili e compatibili con l'ambiente), biodegradabili, spesse una decina di mm, assemblati in modo da formare una struttura intrecciata, semiaperta e deformabile, capace di adattarsi con facilità al terreno sul quale è stesa; il materiale sarà trattenuto su entrambi i lati da microreti in materiale organico (tipo juta) o sintetico (tipo polipropilene), o confinato entro una microrete su un lato ed un foglio di cellulosa sul lato a contatto con il terreno; al di sotto della biostuoia e prima della posa della stessa sarà riportato uno strato di terreno vegetale;
- rete metallica zincata per terra armata, con le seguenti caratteristiche:
 - superficie: pari a quella complessiva del costone effettivamente da consolidare
 - armatura orizzontale: realizzata con elementi in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale min. 8x10cm tessuta con trafilato di ferro diametro min. 2,7 mm, zincato a caldo, resistenza nominale 30 kN/m, rivestito in PVC spessore min. 0,4 mm, resistente ad UV, alte temperature ed agenti atmosferici, per un diametro complessivo del filo 3,7 mm;
 - pannello esterno: rinforzato da barrette metalliche inserite nella rete e da ulteriore pannello di rete metallica a doppia torsione abbinato a un geosintetico o a una biostuoia-biofeltro;
 - collegamenti: alle funi di armatura verticali ed orizzontali, mediante opportuni morsetti di ancoraggio;

• collaudo e rendicontazione finale a Regione: 30 giorni;
pertanto, si ritiene che gli interventi siano in grado di essere completati entro 12 mesi dalla data di emissione da parte della regione del D.D. di assegnazione del finanziamento.

3.2 COERENZA STRATEGICA TEMATICA

➤ **Coerenza con le finalità previste nei Programmi FSC, FESR, e POC 2014-2020:**

In linea generale, le opere in progetto sono coerenti con le finalità previste nei seguenti programmi:

FSC: - Asse D (*messa in sicurezza del patrimonio infrastrutturale esistente*)

- Asse E (*altri interventi, che, pur non riconducibili agli assi precedenti, concorrono al perseguimento della sicurezza delle infrastrutture e della mobilità sostenibile in ambito regionale, impostati nel rispetto del principio dello sviluppo sostenibile e con l'obiettivo di preservare, tutelare e migliorare la qualità dell'ambiente e proteggere le biodiversità*).

FESR: - Asse 5 (*prevenzione rischi naturali e antropici*)

- Asse 6 (*tutela e valorizzazione del patrimonio naturale*)

- Asse 7 (*trasporti*)

POC: - Asse OT4 (*mobilità*)

- Asse OT7 (*trasporti*)

- Asse OT5 (*ambiente*).

In particolare, sono rispettate le seguenti coerenze:

• Adeguamento ai migliori standard ambientali:

- le opere a mare in progetto sono completamente sommerse, non visibili e non producono alcun impatto paesaggistico;

- le opere a mare in progetto, oltre a contrastare il fenomeno dell'erosione marina al piede del costone, consentono la rinaturalizzazione degli areali marini compromessi dalle attività antropiche, rispondendo alle disposizioni contenute nell'Atto Camera 9/338-A/9 del 21/09/2017: "*... si ritiene necessario sviluppare progetti per ripristinare e proteggere gli habitat marini e le specie ittiche che le popolano, in quanto altamente compromessi dall'elevata attività antropica e dalla perdita di biodiversità; ... si dispone la protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi marini e dei regimi di compensazione ... attraverso la costruzione, installazione o ammodernamento di elementi fissi o mobili ... non sperimentali, certificate ed idonee per ambienti marini, destinati a proteggere e potenziare la fauna e la flora marine, ... impegna il governo a sviluppare, intensificare e sostenere progetti legati all'incremento e ripristino sostenibile ed ecologico della produttività marina attraverso l'immersione di manufatti certificati in grado di sviluppare catene alimentari stabili*";

la tipologia di barriera sommersa, di tipo ecocompatibile, consentirà la tutela, lo sviluppo e la rigenerazione dell'ambiente marino, nel pieno rispetto del delicato equilibrio biologico;

• Potenziamento dei porti con le aree retroportuali:

- le opere in progetto consentiranno il rilancio dei luoghi, oggi fortemente compromessi dalla inagibilità di alcuni tratti;

- le opere in progetto consentiranno il rilancio ed il potenziamento delle attività imprenditoriali presenti nell'area (pesca, ristorazione, ecc.), col conseguente incremento dell'offerta di servizi e attività;

- le opere in progetto consentiranno di sviluppare il turismo, col conseguente incremento dell'offerta dei sistemi e servizi.

➤ **Coerenza con la programmazione regionale e la pianificazione di settore:**

• Potenziamento della sicurezza:

le opere in progetto, realizzando l'obiettivo di eliminare i rischi da dissesto, potenzieranno la sicurezza, favorendo la programmazione e la pianificazione regionale di settore.

➤ **Complementarietà con gli ulteriori interventi di manutenzione straordinaria già finanziati dalla Regione:**

• "*Lavori di somma urgenza per la messa in sicurezza e ripristino di Via Marina Corricella*", eseguiti nel 2016, per un importo complessivo di Euro 75.000,53, di cui Euro 35.000,53 a valere su fondi del bilancio comunale ed Euro 40.000,00 finanziati dalla Regione;

- "*Completamento rete fognaria Marina Corricella*", eseguiti tra il 2010 e il 2015, per un importo totale di Euro 303.291,00, di cui Euro 103.291,00 finanziati dalla Provincia e Euro 200.000,00 finanziati dalla Regione.
- **Miglioramento accessibilità turistica:**
le opere in progetto, eliminando i rischi derivanti dal dissesto idrogeologico, consentiranno l'attracco in sicurezza di imbarcazioni da diporto, migliorando l'economia legata al turismo, vista anche la particolare valenza ambientale, paesaggistica e storica dei luoghi.