COMUNE DI SORSO

Provincia di Sassari

Servizio 2.2 - Lavori Pubblici, Espropriazioni,
Politiche Ambientali e Patrimonio
Via G. Carta s.n.c.

INTERVENTI URGENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL LITORALE DI MARRITZA. II^ TRANCHE

ELABORATO:

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA, CALCOLO SOMMARIO SPESA E QUADRO ECONOMICO

Allegato A

DATA: Maggio 2020

PROGETTO DI FATTBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

UFFICIO TECNICO
Servizio 2.2 - Lavori Pubblici, Espropriazioni, Politiche Ambientali e Patrimonio
Via G. Carta snc - 07037 SORSO (SS)
Tel. 079 3392352

Progettazione: Servizio 2.2. LL.PP.

Ing. Maurizio Loriga

_____

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Geom. Gabriele Falchi

_____

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

PREMESSA

La presente relazione costituisce *allegato* al Progetto di Fattibilità concernente le opere denominate: "*Interventi Urgenti di Messa in Sicurezza del Litorale di Marritza. Comune di Sorso. II Tranche".*

Il presente Studio di Fattibilità, elaborato ai sensi del D.Lgs. 50/2016 ss.mm.ii. Art.23 comma 5-6, illustra e definisce nel suo complesso la molteplicità degli aspetti connessi alla realizzabilità della proposta di progetto, tutto così come meglio descritto in appresso.

L'intervento oggetto di studio risulta ricompreso nella programmazione degli interventi costieri per condizioni di conclamata criticità; pianificazione elaborata dalla Regione Autonoma della Sardegna (RAS), tramite il competente Assessorato Difesa Ambiente, Servizio Tutela del Suolo e Politiche Forestali (STSPF).

INQUADRAMENTO TERRITORIALE E DESCRIZIONE DELLE CRITICITA' COSTIERE NEL LITORALE DI MARRITZA

Il tratto costiero in esame, denominato Litorale Marritza, nel Comune di Sorso, è ricompreso nell'Unità Fisiografica (UF) n°18, chiamata "P.ta di li Francesi-Stintino", così come espressamente individuata nel Programma Azione Coste. La sua ubicazione è baricentrica all'interno della costa del Golfo dell'Asinara, ove si affaccia con esposizione N-NW.

Nel suo complesso, in generale, il litorale di Sorso è caratterizzato al settore S/W (Marina di Sorso) da un esteso sistema dunale olocenico, artificialmente in parte già stabilizzato; mentre il settore N/E (litorale Marritza) è caratterizzato da una tipologia di costa alta, contraddistinta dalla presenza di alte falesie; queste interessate da processi morfodinamici evolutivi naturali e da processi erosivi correlati anche a fattori antropici.

Le alte falesie di Marritza risultano interessate da smottamenti localizzati, in atto e potenziali, e da una diffusa franosità attiva e potenzialmente attiva che di fatto interessa le strette lingue di spiaggia sottese dai versanti stessi e di cui detto, con effettivo rischio per l'incolumità di persone e cose.

Le strette *lingue* di spiaggia del litorale di Marritza sono caratterizzate dalla presenza al *calpestio* di elementi clastici grossolani misti a prevalente componente ciottolosa, poggianti a loro volta su un substrato roccioso.

La stretta spiaggia risulta chiusa verso la *terraferma* da una ripa/falesia di retro spiaggia in arenaria eolica wurmiana, interessata più o meno diffusamente da smottamenti e frane che apportano nella sottostante spiaggia del materiale sabbioso di disfacimento arenarico, prontamente asportato dal run-up dell'onda e ridistribuito nella spiaggia sommersa dalle correnti di sottocosta in direzione E-W.

L'ampiezza delle strette spiagge di Marritza varia fino a ridursi a pochi metri (di ampiezza) in funzione degli antistanti fondali. In condizione di basso fondale antistante la battigia, con presenza di banchi rocciosi a limitata batimetrica, le strette spiagge hanno una ampiezza più grande; mentre ove presenti fondali più profondi, senza possibilità alcuna che le onde frangano in mare dissipando a largo la loro energia, l'ampiezza traversa delle strette spiagge è pressoché nulla.

L'evoluzione delle linee di riva ha determinato negli ultimi 50 anni degli arretramenti valutati nell'ordine di mt. 30 circa; mentre i paralleli arretramenti della falesia risultano negli ultimi 30 anni di circa mt. 10-15.

La regressione della falesia ha proceduto per crolli e ribaltamenti fino ad interessare le abitazioni e relative pertinenze, nonché i manufatti presenti in prossimità dei cigli.

Questo aspetto ha determinato condizioni di rischio per le case ed i relativi giardini, nonché per la frequentazione della stretta spiaggia sottostante.

La falesia risulta in genere costituita da depositi eolici pleistocenici cementati semincoerenti, debolmente addensati e di elevata permeabilità.

Tali caratteristiche geologiche determinano scarse capacità geotecniche e parametri di stabilità molto bassi, con *"coefficienti di sicurezza globale/locale"* in diminuzione anche per piccole variazioni di carico e/o di contenuto d'acqua (piogge e percolazioni varie).

Anche l'azione meccanica del moto ondoso (idrodinamica marina), per la scarsa consistenza geotecnica del fronte di falesia, induce erosioni diffuse e costanti delle pareti fronte litorale.

Inoltre, tutto il fronte risulta sottoposto ad ulteriori azioni erosive generate dai contrasti di salinità e da un'ampia dispersione degli areosol marini correlati all'azione dei venti battenti (maestrale e grecale).

Anche la presenza di manufatti di vario tipo collocati nelle pendici di falesia (muri, rampe di accesso, recinzioni e più) accentua le problematiche connesse agli eventi intensificandone le situazioni di criticità specie in prossimità degli stessi manufatti, accentuando ulteriormente i fenomeni di crollo e cedimento presso i medesimi.

Il sistema idrografico superficiale è costituito da impluvi minori ortogonali alla costa che si attivano in concomitanza ad eventi pluviometrici significativi aventi caratteristiche prettamente torrentizie.

L'urbanizzazione della fascia costiera ha circoscritto i tracciati degli impluvi, ha cementato gli sbocchi (anche per realizzarvi le discese a mare), ha alterato i coefficienti di deflusso dell'originario piano topografico prossimo alla falesia; quanto detto, anche a seguito di cementificazioni dei normali piani di campagna per la realizzazione di: fabbricati, strade, percorsi, piazzali, marciapiedi, costruzioni varie e più. Il tutto ha determinato alterazioni dei normali deflussi superficiali.

Altresì, sempre relativamente all'idrologia locale, un aspetto di aggravio è costituito dal corpo stradale della SS 200 "Strada Statale dell'Anglona", che corre parallelamente alla linea di costa ad una distanza da questa di circa ml. 250. Tale circostanza non aiuta il regolare deflusso delle acque corrivanti che vengono spaiate. Infatti, il corpo stradale le intercetta e le concentra puntualmente su gore esistenti aggravandone l'efficienza ed intensificandone i fenomeni negativi a quest'aspetto correlati.

Anche il regime anemometrico contribuisce all'evoluzione del sistema condizionando il clima ondoso e l'andamento delle correnti marine superficiali. La particolare conformazione orografica del paraggio, isola dell'Asinara a N/W e la costa settentrionale della Sardegna ad Est, determina un clima anemometrico riparato relativamente all'azione del maestrale, mentre i venti da nord costituiscono quelli battenti con più energia.

Il fetch efficace all'interno del golfo dell'Asinara indica sommariamente un'esposizione del sito ai venti del IV quadrante, da cui provengono gli eventi estremi di moto ondoso. Pertanto è il vento grecale, e non il maestrale, quello che impone gli accadimenti ondametrici più gravosi, anche in considerazione dell'azione pressoché perpendicolare del grecale rispetto alla linea di costa, senza nessun abbattimento nell'azione del medesimo.

Tutte le considerazioni sopraesposte delineano uno scenario critico di erosione costiera, determinato dalla concorrenza sinergica negativa di fattori naturali e fattori antropici, che

sommatesi concorrono all'amplificazione dei dissesti sopraddetti, con ricadute negative sul piano ambientale e paesaggistico, nonché sulle potenzialità turistiche del territorio.

PIANIFICAZIONE REGIONALE

La Regione Autonoma della Sardegna (RAS), tramite il competente Assessorato Difesa Ambiente, Servizio Tutela del Suolo e Politiche Forestali (STSPF), ha stilato la programmazione degli interventi costieri per condizioni di conclamata criticità, approntando il cosiddetto "Programma Azione Coste" (denominato più semplicemente con l'acronimo PAC).

Il PAC, tra l'altro, ha consentito di individuare, accertare e *mettere a lista* le criticità costiere regionali pianificandone gli interventi.

Tra gli interventi individuati e programmati risulta quello per il Litorale di Marritza, nel Comune di Sorso, identificato come areale critico sensibile da sottoporre ad urgenti interventi di messa in sicurezza; giuste le apposite Schede di Intervento Urgente elaborate dal Servizio Tutela del Suolo e Politiche Forestali dell'Assessorato Regionale della Difesa Ambiente.

PIANIFICAZIONE REGIONALE DI I TRANCHE (€. 400.000,00).

La 1° Scheda Regionale del luglio 2017 individua nel Litorale di Marritza 5 distinte Aree Critiche, contraddistinte con gli identificativi (da ovest verso est: A), B), C), D), E); assegnando le priorità di intervento come in appresso: Area Critica A), Area Critica B), Area Critica C) e poi a seguire.

La 1° Scheda Regionale per ciascuna Area Critica descrive gli stati del versante, individua gli elementi di criticità e le relative proposte progettuali.

Si riportano dettagliatamente gli elementi relativi alla sola Area Critica A) in quanto l'unica soggetta ai lavori finanziati di I Tranche ed anche perché la 2° Scheda Regionale del luglio 2017, e di cui più avanti, apporta modifiche di intervento progettuale relativamente alle altre Aree Critiche.

La 1° Scheda Regionale descrive gli stati dei siti e le relative motivazioni di dissesto, peraltro in generale già precedentemente rappresentate nella presente relazione, individuando i seguenti elementi di criticità:

Elementi di Criticità nell'Area Critica A)

- Ristrettezza di spazio operativo per un'eventuale riprofilatura del versante,
- Ampiezza ridotta della spiaggia emersa con funzioni protettive ridotte nei confronti dell'idrodinamica marina,
- Scarse qualità litotecniche del versante di falesia,
- Vulnerabilità strutturale dell'edificio situato in sommità di falesia,
- Sistemazioni idrauliche inadeguate al controllo delle circolazioni idriche superficiali ed interne,
- Rischio di crollo della parete e dei manufatti soprastanti.

In appresso si riportano le proposte realizzative di scheda,

<u>Proposte Progettuali Area Critica A)</u>

- Consolidamento fondazioni edificio soprastante la falesia mediante micro palificate senza camicia (che favoriscono la distribuzione del legante all'interno del materiale incoerente di sedime),
- Demolizione di alcuni manufatti presenti presso il ciglio di falesia (recinzioni, piccoli manufatti e sottofondazioni varie),
- Arretramento dell'intera pendice di falesia (perlomeno mt. 3.00) finalizzata alla realizzazione e posizionamento delle opere consolidative, con risagomatura del fronte della stessa falesia per l'abbattimento delle relative pendenze,
- Stabilizzazione della base della falesia (fronte mare) mediante opere di tenuta al piede in terre armate, con opportuna protezione rigida per le aliquote interessate dal run-up; terre armate dell'altezza complessiva di circa mt. 6.00, opportunamente ancorate al substrato roccioso sepolto mediante opportune sottofondazioni indirette,
- Irrigidimento al piede della struttura di sostegno in terre armate di cui al punto precedente mediante posizionamento sul paramento fronte mare del materiale lapideo di crollo attualmente presente al piede della falesia stessa,
- Consolidamento versanti di pendice opportunamente risagomati, nelle aliquote eccedenti le terre armate, mediante interventi di ingegneria naturalistica (geostuoie tridimensionali, idrosemine, rinverdimenti vari),
- Rinverdimenti vari nei paramenti esterni di terra armata,
- Opere idrauliche in sommità di falesia finalizzate all'intercettazione, canalizzazione e recapito delle acque meteoriche ed altre opere di controllo eventualmente occorrenti,

prevedendo il loro posizionamento di sversamento in corrispondenza di impluvi naturali già esistenti.

Per il tramite della 1° Scheda Regionale è stato destinato al comune di Sorso un finanziamento di I Tranche pari ad €. 400.000,00 da attuarsi nell'Area Critica A), l'areale più ad Ovest del litorale di Marritza.

Attualmente è in corso la progettazione definitiva-esecutiva di cui è incaricato il RTP SarLand-Scanu-Ferreli.

Le interlocuzioni tra l'Amministrazione Comunale di Sorso ed l'Assessorato Regionale Competente, anche a seguito della progettazione preliminare-definitiva degli interventi di I Trance (€. 400.000,00) e delle annesse indagini geognostiche specialistiche, hanno consentito di definire con maggiore precisione le caratteristiche degli interventi consolidativi.

La proposta progettuale si sviluppa su una lunghezza di intervento di circa ml. 50 e prevede, in accordo ai contenuti della Scheda Regionale ed alle risultanze delle indagini, la demolizione di alcune piccole strutture pericolanti presenti in pendice di falesia (tubazioni, parti di muri di cinta, scale e manufatti vari), la sagomatura della falesia, la messa in sicurezza del fronte di scarpa mediante l'utilizzo di terre armate.

Relativamente alle sottofondazioni il progetto prevede l'impiego di pali di grosso diametro per l'ammorsamento delle terre armate con gli strati lapidei in sottosuolo, nonché l'incastro delle teste superiori dei pali con il blocco di terre armate mediante una opportuna platea in c.a. ed ancora il rivestimento parziale dell'altezza di terramesch verso il fronte mare mediante un paramento rigido in c.a.

Altresì, si specifica che le interlocuzioni tra l'Amministrazione Comunale di Sorso ed l'Assessorato Regionale Competente, anche a seguito della progettazione preliminare-definitiva degli interventi di I Trance (€. 400.000,00) e delle annesse indagini geognostiche specialistiche, hanno di fatto rideterminato le priorità di intervento.

PIANIFICAZIONE REGIONALE DI II TRANCHE (€. 1.000.000,00).

Per quanto attiene l'Area Critica C), oggetto del finanziamento di II Tranche e di cui al presente progetto, la detta 1° Scheda Regionale prevedeva esclusivamente interventi tampone così come in appresso:

- Rimozione di alcuni manufatti ammalorati ed insicuri presenti in parete di falesia,

- Disgaggio controllato in pendice di falesia di alcuni diedri rocciosi in distacco e potenziale distacco, con collocamento dei medesimi al piede della pendice in posizione fronte mare,
- Preclusione di percorsi ad uso privato attualmente presenti in pendice con razionalizzazione degli accessi collettivi a mare.

A seguito della progettazione preliminare-definitiva degli interventi di I° Trance (€. 400.000,00), con annesse indagini geognostiche specialistiche, sono state rideterminate le priorità di intervento e meglio precisati gli interventi consolidativi occorrenti.

In proposito risulta rielaborata dalla RAS la nuova 2° Scheda Regionale del luglio 2017 che di fatto aggiorna la scheda generale di base e pianifica-dispone un'ulteriore risorsa finanziaria di €. 1.000.000,00, giusta Delibera G.R. RAS del 01/09/2017.

Le nuove indicazioni stabiliscono una nuova scala di priorità come in sequenza:

Area Critica A), Area Critica C-D) ed in subordine Area Critica B).

Più precisamente si confermano gli interventi nell'Area A) (da attuarsi con il finanziamento di I Tranche) e si ritengono più urgenti gli interventi C) rispetto a quelli B); altresì si inseriscono congiuntamente agli interventi C) anche quelli adiacenti dell'Area D) per una aliquota minimale di *confine*.

Relativamente agli interventi consolidativi pianificati la sintesi delle Schede Regionali aggiornate consente le seguenti valutazioni:

<u>Area Critica C)</u>

definita come un tratto interessato da un notevole depauperamento del deposito sedimentario in spiaggia emersa e da un conseguente arretramento della linea di riva e del rilievo retrostante. L'azione idrodinamica marina rappresenta un fattore di erosione molto importante che agisce con notevole energia direttamente sul versante. Il tratto problematico interessa la ripa di retro spiaggia, costituita da alternanze di arenaria con differente grado di coesione la cui disgregazione rende il profilo della parete piuttosto irregolare. Le qualità geotecniche nell'insieme sono piuttosto scarse, particolarmente riguardo alle capacità portanti del complesso roccioso sul quale sono fissate, in modo malfermo, passerelle di legno e scale in cemento, in corrispondenza delle quali si osserva il massimo arretramento della sommità di scarpata. I punti di ancoraggio di queste opere costituiscono infatti vie preferenziali di circolazione delle acque, nonché punti di innesco e/o amplificazione dei processi erosivi. Allo stato attuale le abitazioni sono localizzate in

posizione arretrata rispetto al ciglio della falesia, distanti dall'area critica instabile e pertanto le condizioni di rischio sono correlate alla presenza in loco di recinzioni e strutture di accesso al mare ed all'uso di queste ultime.

Tutto quanto detto risultano individuati in scheda regionale aggiornata i seguenti

Elementi di Criticità dell'Area Critica C)

- Evoluzione regressiva della linea di riva e della relativa falesia di retro spiaggia, con depauperamento sedimentario della spiaggia emersa,
- Intensità dei processi idrodinamici marini e della dispersione degli aerosol,
- Sensibilità geotecnica della ripa di retro spiaggia,
- Assenza di un sistema di controllo delle circolazioni idriche interne e superficiali,
- Presenza di infrastrutture di accesso al mare in equilibrio precario.

Conseguentemente risultano individuate in scheda regionale aggiornata le seguenti

Proposte Progettuali Area Critica C)

- Opere di consolidamento delle fondazioni e del versante,
- Stabilizzazione del piede e risagomatura della falesia,
- Demolizione dei manufatti ammalorati e pericolanti,
- Eventuali opere di difesa costiera, distaccate e/o aderenti, anche a carattere temporaneo,
- Opere di captazione e regimentazione delle acque superficiali.

Area Critica D)

definita come un tratto costiero artificiale costituito da una scogliera radente in massi naturali e da una struttura muraria di contenimento al piede, posata su un basamento di cls. La struttura risulta efficace all'azione idrodinamica del moto ondoso e nel contempo atta a contenere le spinte del versante retrostante. In corrispondenza del punto di attacco della struttura muraria alla falesia (demarcazione Aree Critiche C-D) si osserva un intenso processo erosivo che interessa il substrato al sedime della fondazione strutturale. La scarpa di versante è parzialmente protetta da un deposito clastico caotico di origine artificiale, ma il dilavamento superficiale concentrato sull'accesso all'arenile (compluvio e rampa-scalinata) intensifica il processo erosivo di cui detto. Le infrastrutture sopracitate sono interessate da evidenti segni di stress strutturale.

Elementi di Criticità dell'Area Critica D)

Gli elementi di criticità individuati sono:

- Stabilità critica della recinzione muraria posizionata sull'orlo della scarpata,
- Dilavamenti superficiali non controllati,
- Sovraescavazioni da dilavamento sui fianchi della struttura in cls di accesso al litorale (compluvio e rampa-scalinata) con potenziale possibilità di crollo dei manufatti pertinenti.

Proposte Progettuali Area Critica D)

- Demolizione dei manufatti ammalorati e pericolanti,
- Eventuali opere di difesa costiera, distaccate e/o aderenti, anche a carattere temporaneo,
- Opere di captazione e regimentazione delle acque superficiali.

PROBLEMATICHE PROGETTUALI DI II TRANCHE (€. 1.000.000,00).

L'Amministrazione Comunale di Sorso (SS), ha seguito di apposita programmazione Regionale RAS Sardegna, ha ottenuto dall'Assessorato competente, oltre al 1° finanziamento di €.400.000,00 (I Tranche) destinato all'Area Critica A) e già in avanzato iter di progettazione, un'ulteriore sovvenzione di €. 1.000.000,00 (II Tranche) destinata agli interventi di cui al presente progetto concernenti l'Area Critica C) e gli areali di demarcazione tra le Aree Critiche C) e D).

Fermo restando tutto quanto già esposto nella presente relazione, in appresso si forniscono i *concetti guida* che hanno stabilito le principali direttrici progettuali.

In dettaglio:

Problematiche correlate all'idrodinamica marina

Il fetch efficace all'interno del golfo dell'Asinara indica sommariamente un'esposizione del Litorale di Marritza ai venti del IV quadrante, da cui provengono gli eventi estremi di moto ondoso. Pertanto è il vento grecale, e non il maestrale, quello che impone gli accadimenti ondametrici più gravosi, anche in considerazione dell'azione pressoché perpendicolare del grecale rispetto alla linea di costa, senza nessun abbattimento nell'azione del medesimo.

Ricerche bibliografiche mirate hanno consentito di stabilire l'altezza dell'onda significativa a largo, in acque profonde, a km. 19.00 circa dalla costa; altezza d'onda pari a circa mt. 4.25. A questa, come da apposito calcolo allegato, corrisponde un'altezza al frangente di mt. 3.70-3.75 con una conseguente spinta statica+dinamica da moto ondoso, con storno della spinta *alleggerente* terre+sovraccarico, stabilita sulla base delle caratteristiche

planoltimetriche dei luoghi per un massimo di circa daN 42000 circa a ml. di fronte (sia esso pendice naturale od opera antropica) come da calcoli predimensionali allegati allo Studio di Compatibilità Geologica Geotecnica. Le *altezze di interesse* sul retrostante paramento frangiflutti risultano come da apposito calcolo pari a mt. 2.00-2.10 circa. Quest'ultimo dato è in linea con l'analisi visiva di dettaglio della parte bassa di falesia che denuncia una erosione da run-ap estendentesi anche fino ad oltre mt. 2.00 di altezza. Il saldo di spinta è pari come già sopraddetto a daN 42000 circa a ml. di fronte. Tale dato certamente non risulta compatibile con opere contenitive di tipo elastico, siano esse gabbioni e/o paramenti di terre armate. Conseguentemente la struttura frangiflutti di progetto dovrà essere di tipo rigido sotto fondato e di altezza tale da superare i mt. 2.00-2.10 della cosiddetta *altezza di interesse*. Questo anche in ottemperanza alle specifiche indicazioni tecniche delle Schede Regionali, che prevedono appunto per la parte bassa delle strutture di consolidamento al piede della falesia un paramento fronte mare di tipo rigido in c.a. Inoltre, è buona norma tecnica effettuare una modellazione incava ad iperbole dei fronti visti delle opere di contenimento in c.a. fronte mare in base di falesia, peraltro così come riportato nell'Atlante delle Opere di Sistemazione Costiera. Altresì, è necessario disporre delle scogliere litoidi alla base dell'opera contenitiva frangiflutti allo scopo di dissipare energia e limitare i processi erosivi che sempre si accompagnano a tali tipi di opere.

<u>Problematiche correlate alla spinta statica delle terre e del terrapieno</u>

La pendice di falesia a seguito delle caratteristiche geologiche intrinseche e dei fenomeni erosivi già ampiamente descritti è soggetta a smottamenti e crolli verso la sottostante spiaggia. Per tale motivo è necessario un paramento contenitivo di opportuna altezza (perlomeno superiore a mt. 2.10, come da paragrafo precedente) che assolva alle funzioni contenitive ed a quelle di presidio al piede. Opera di contenimento che congiuntamente alle risagome di scarpata ed agli opportuni rafforzamenti corticali (reti metalliche aderenti a terra, pannelli in funi d'acciaio a terra, rafforzamenti corticali in cambre e cavi su golfari) porti a verifica di stabilità globale il versante trattato. Il calcolo statico dovrà tenere in debita considerazione le sollecitazioni massime sia da moto ondoso (daN 42000 circa a ml. di fronte come già sopraddetto come da calcoli predimensionali allegati allo Studio di Compatibilità Geologica Geotecnica) che da spinta delle terre e sarà per un'altezza totale massima del pendio di circa mt. 8.00-9.00. E' indubbio che per sollecitazioni e geometrie

di tale entità è necessario un muro di sottoscarpa in c.a. opportunamente sotto fondato su pali e tiranti al fine di ammorsare l'opera di progetto ai banchi rocciosi portanti sottostanti. Per quanto attiene gli eventuali tiranti *di aiuto* alla verifica del muro dovrà essere attentamente valutata la contemporaneità delle azioni ed eventualmente dovranno essere proposti degli opportuni coefficienti correttivi di riduzione e/o amplificazione. E' buona norma tecnica effettuare una modellazione incava ad iperbole dei fronti visti delle opere di contenimento in c.a. fronte mare in base di falesia, peraltro così come riportato nell'Atlante delle Opere di Sistemazione Costiera.

Problematiche correlate alla scelta planimetrica del punto di *inizio* dell'opera consolidativa progettuale

Certamente l'attuale disponibilità economica di finanziamento di II Tranche (€. 1.000.000,00) non consentirà il consolidamento dell'intero fronte dell'Area Critica C), dello sviluppo complessivo di circa ml. 215; pertanto dovrà essere determinata una priorità d'opera sulla scelta del settore di intervento: Est od Ovest. A tal proposito si denota che l'azione erosiva sulla ripa di retro spiaggia si sviluppa con più intensità a partire dall'impluvio regimentato al confine tra l'Area Critica C) e l'Area Critica D), esattamente al vertice nord-est dell'Area Critica C), nello specifico presso l'impluvio regimentato rappresentato dalla rampa-scalinata di accesso alla spiaggia. L'intensità erosiva va lentamente scemando sul litorale (Area Critica C) man mano che si procede da est verso ovest. Quanto detto è ulteriormente confermato dall'ampiezza della spiaggia che sempre da est ad ovest progressivamente va in aumento, passando da circa un metro nella zona di demarcazione tra le Aree Critiche C) e D) a qualche metro di ampiezza man mano che si procede nell'Area Critica C) sempre da est verso ovest. Tale circostanza è anche imputabile agli antistanti fondali. Ove presenti fondali più profondi (settore Est Marritza), senza possibilità alcuna che le onde frangano in mare, l'ampiezza traversa della stretta spiaggia è pressoché nulla; mentre in condizioni di basso fondale antistante la battigia (settore Ovest Marritza), con presenza di banchi rocciosi a limitata batimetrica, la stretta spiaggia ha una ampiezza più grande (di qualche metro). Per quanto sopraddetto l'avvio del consolidamento progettuale viene stabilito nella zona di demarcazione tra le Aree Critiche C) e D), ove presente appunto l'impluvio regimentato rappresentato dalla rampa-scalinata di accesso alla spiaggia.

Problematiche correlate all'idrografia superficiale negli ambiti sommitali di falesia

Le caratteristiche geologiche della falesia determinano scarse capacità geotecniche e parametri di stabilità molto bassi, con *"coefficienti di sicurezza globali/locali"* in diminuzione anche per piccole variazioni di contenuto d'acqua (a seguito di corrivazioni e percolazioni delle acque di pioggia). Il sistema idrografico superficiale è costituito da impluvi minori ortogonali alla costa che si attivano in concomitanza ad eventi pluviali significativi. L'urbanizzazione della fascia costiera ha circoscritto i tracciati degli impluvi, ha cementato gli sbocchi (anche per realizzarvi le discese a mare), ha alterato i coefficienti di deflusso dell'originario piano topografico prossimo alla falesia. Il tutto ha determinato alterazioni dei normali deflussi superficiali. Un aspetto di aggravio è costituito dal corpo stradale della SS 200 "Strada Statale dell'Anglona", che corre parallelamente alla linea di costa ad una distanza da questa di circa ml. 250; tale circostanza non aiuta il regolare deflusso delle acque corrivanti spaiate. Il corpo stradale le intercetta e le concentra puntualmente su gore esistenti aggravandone l'efficienza. L'analisi dell'idrografia superficiale in prossimità della falesia ha permesso di accertare n. 7 punti di sversamento sommitale, di cui n. 2 notevolmente importanti (discesa a mare c/o lo spigolo nord-est dell'area Critica C ed impluvio proprietà Sabino), n. 3 lievemente incisi (doppio impluvio proprietà Dessole e discesa a mare c/o lo spigolo ovest dell'area Critica C) e n. 2 facilmente sopprimibili (c/o la proprietà Canopoli e c/o la proprietà Morittu). La soppressione dei predetti punti di sversamento sommitale potrà essere effettuata mediante la realizzazione di apposite trincee drenanti. Ovviamente si rende necessaria la preventiva regimentazione delle acque spaiate di superficie presenti sulla sommità di falesia indirizzandole verso i n. 5 impluvi da lasciare efficienti. Quanto detto da effettuarsi mediante apposite piste sterrate di deflusso, sagomate trasversalmente alla francese ed integrate nei siti più urbanizzati mediante cunicoli drenati. Detti cunicoli saranno muniti di tubi interni micro fessurati ed inviluppati al perimetro mediante apposito filtro geotessile; mentre la colmature di dreno saranno con massicciata arida o scampoli di poliueratano espanso rigido. Gli allontanamenti delle acque fino alla base della falesia dovranno essere effettuati senza ingenerare ulteriori condizioni di erosione, nel dettaglio:

- canaletta aperta preesistente c/o impluvio discesa a mare spigolo nord-est Area Critica C),
- pozzetto di intercetto e pozzetti plurimi di salto c/o impluvio proprietà Sabino,
- pozzetto di intercetto e tubo in pvc interrato c/o impluvio proprietà Dessole,

- pozzetto di intercetto e tubo in pvc interrato c/o impluvio proprietà Dessole (bis),
- pozzetto di intercetto e tubo in pvc interrato c/o discesa a mare spigolo ovest Area Critica C).

Problematiche correlate alla presenza di manufatti antropici in pendice di falesia

La falesia risulta in genere costituita da depositi eolici pleistocenici cementati semincoerenti, debolmente addensati e di elevata permeabilità. Tali caratteristiche geologiche determinano scarse capacità geotecniche e parametri di stabilità molto bassi, con *"coefficienti di sicurezza globali/locali"* in diminuzione anche per piccole variazioni di carico e/o di contenuto d'acqua. Tutto il fronte risulta sottoposto ad ulteriori azioni erosive generate dai venti, dai contrasti di salinità e da un'ampia dispersione degli areosol marini. La presenza di manufatti di vario tipo collocati nelle pendici di falesia (muri, rampe di accesso, recinzioni, pozzetti, tubazioni, discese a mare provvisionali e più) accentua la turbolenza degli eventi intensificando le situazioni di criticità in prossimità dei manufatti stessi, incrementando ulteriormente i fenomeni di crollo e cedimento presso i medesimi. E' per tale motivo che ove possibile si provvederà allo smantellamento dei manufatti ed alla riconfigurazione apposita delle pendici.

Problematiche correlate alla durabilità delle opere progettuali

L'ambiente d'opera, oltre alle problematiche correlate alle azioni dinamiche del moto ondoso con run-ap erosivo alla base della falesia, è interessato dall'azione dei venti battenti, dai contrasti di salinità e da un'ampia dispersione di aerosol marini. Al fine di garantire durabilità all'opera, oltre alla particolare scelta delle strutture di consolidamento da effettuarsi al piede di falesia (di tipo statico ciclopico in c.a. su fondazioni indirette) ed ai rafforzamenti corticali in pendice (biostuoie, reti aderenti a terra, pannelli in fune aderenti a terra, rafforzamenti corticali con cambre e cavi, palizzate lignee), dovrà porsi particolare attenzione nella individuazione dei materiali in impiego. A tal proposito si utilizzeranno i seguenti accorgimenti:

- impiego di calcestruzzi con classe di esposizione XS3 per ambienti con corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare. In particolare per strutture esterne esposte discontinuamente all'acqua marina,
- copriferro minimo sulle armature non minore di mm. 45,
- impiego di strutture metalliche statiche a vista (reti a terra, pannelli fune, funi acciaio, golfari e più) in acciaio inox anche Aisi 316L,

- rispetto al punto precedente, solo ove non possibile l'impiego dell'inox per mancanza di materiali specifici, in alternativa saranno impiegati materiali zincanti auto-protetti con rivestimenti corticali plastici,
- impiego di legnami per palizzate del tipo ad essenza dura (castagno o simile) opportunamente trattati in autoclave ed ulteriormente verniciati con impregnanti marini e nautici a penetrazione.

Problematiche correlate all'inserimento paesaggistico delle opere progettuali

Trattandosi di ambienti particolarmente sensibili sotto l'aspetto paesaggistico, preventivamente alla presente elaborazione, si è provveduto ad incontrare gli Enti Superiori preposti alla tutela del paesaggio concertando le seguenti scelte realizzative; nel dettaglio:

- Modellazione incava ad iperbole dei fronti visti delle opere di contenimento in c.a. fronte mare in base di falesia (peraltro come riportato nell'Atlante delle Opere di Sistemazione Costiera),
- Trattamento corticale dei calcestruzzi a vista mediante impiego di ossidi di colorazione dei getti, con tonalità nella cromaticità delle terre di falesia,
- in alternativa al punto precedente, trattamento corticale dei calcestruzzi a vista mediante impiego di pitture protettive anticarbonatazione, con tonalità di colorazione nella cromaticità delle terre di falesia,
- Realizzazione di scogliera litoide con massi di grosse dimensioni, di natura litologica coerente con i luoghi con caratteristiche di roccia dura e compatta altrimenti con roccia basaltica, da posizionarsi al piede del muro di consolidamento in base alla falesia di retro spiaggia,
- Impiego dell'inox nei consolidamenti metallici a vista,
- Impiego del legno per la creazione di nuclei verdi finalizzati al rinverdimento delle pendici progettuali,
- Biostuoie biodegradabili sulle pendici progettuali risagomate per il supporto agronomico all'idrosemina finalizzate alla tutela dei luoghi, all'inserimento paesaggistico con l'impiego di materiali naturali che evitano le problematiche delle microplastiche in ambiente marino,

- Rinverdimento delle pendici progettuali risagomate mediante idrosemina con seminagioni erbacee per ambienti ad elevata salinità (anche con presemina su biostuoia di cui al punto precedente),
- Creazione di nuclei verdi in pendice risagomata mediante la realizzazione di aiuole definite perimetralmente sui lati di valle con palizzate lignee di castagno trattato in autoclave e verniciato con impregnanti marini e nautici. Aiuole poi ricolmate con terra vegetale e sottoposte a piantumazione di essenze autoctone quali: giunco comune, euforbia arborea, lentischio, ginestra di corsica, erica scoparia, cipressina, elicriso e più; con particolare esclusione del carpobrotus acinaciformis. Sulla scelta finale delle essenze sarà interpellato apposito esperto di settore (agronomo).

Problematiche correlate all'accessibilità alle aree d'opera nel piede della falesia

Ove possibile tutte le lavorazioni e le forniture progettuali saranno svolte ed approntate dalla sommità di falesia, a cui si potrà accedere direttamente dalla SS 200 "Strada Statale dell'Anglona" mediante appositi varchi. Comunque la maggior parte delle opere dovrà essere realizzata direttamente dalla spiaggia di retroriva. A tal proposito si rende occorrente la realizzazione di una pista provvisionale di accesso. La zona di più facile realizzazione è quella presso l'estremo nord-est dell'Area Critica C). Qui verrà eseguita la pista di accesso alla retroriva mediante appositi scavi di sbancamento ed annessi riporti. Il corpo della pista di accesso dovrà essere consolidato soprattutto nel versante di valle mediante scogliere ciclopiche provvisorie, il tutto a creazione di piste sicure con pendenze traverse e longitudinali idonee alla percorrenza dei mezzi d'opera. Ad intervento concluso le piste provvisorie dovranno essere rimosse ed attentamente ricostruiti e ripristinati gli stati alla condizione ante.

Problematiche correlate alle occupazioni di proprietà private

L'inquadramento catastale delle opere progettuali ha permesso di stabilire l'occorrenza di occupazioni permanenti che interessano marginalmente le proprietà private al settore nord-est dell'Area Critica C); nel dettaglio da ovest verso est:

- proprietà Morittu,
- proprietà Canopoli,
- proprietà Sabino,

il tutto per una superficie di circa mq. 330.

Aggiuntivamente, al fine di rendere possibile l'accantieramento e lo svolgimento delle opere progettuali è necessario avere in sommità di falesia la possibilità di accesso ed uso temporaneo di aree private. A tal proposito si rende occorrente per tutto il fronte dell'Area Critica C) una occupazione temporanea di circa mq. 2.150.

Con la presente fase progettuale di fattibilità dovrà essere dato avvio il procedimento finalizzato alle occupazioni delle relative aree private.

Problematiche correlate alla gestione degli esuberi di terre e rocce da scavo

Le lavorazioni progettuali prevedono scavi (per l'impianto delle opere di presidio al piede e per le risagome stabilizzanti della scarpa di falesia) e modesti riporti di colmatura. Trattasi di materiale sabbioso di disfacimento arenarico variamente grossolano. Verosimilmente le volumetrie progettuali di terre e rocce da scavo potranno essere nell'ordine di circa mc. 1.500 per l'intera Area Critica C), per uno sviluppo totale fronte battigia di circa ml. 215 ; mentre i relativi riporti saranno nell'ordine di circa mc. 200. Effettuate le opportune caratterizzazioni, e secondo apposita pratica Arpas per Rocce e Terre da Scavo, si effettuerà il compenso tra scavi e riporti progettuali, provvedendo altresì a:

- Ricarica anche reiterata della spiaggia di retroriva a creazione di uno strato carreggiabile per il passaggio e l'operatività dei mezzi d'opera da disporsi al disopra del manto ciottoloso di spiaggia e anche ad elargamento della medesima ove di larghezza insufficiente al transito dei mezzi (mediante modeste occupazioni di battigia). Tutto senza alterazione del sottostante manto ciottoloso. Detti riporti verranno nel tempo asportati dal run-up dell'onda e ridistribuiti nella spiaggia sommersa dalle correnti di sottocosta che generalmente da bibliografia agiscono in direzione E-W, senza cagionare problematiche di sorta ai litorali limitrofi anche in virtù del limitato quantitativo di materiale ricaricato sulla spiaggia. Entro modesti lassi di tempo, correlati al verificarsi o meno di mareggiate, tutto lo stato della spiaggia sarà naturalmente ricondotto alla condizione ante operam;
- Possibile reimpiego dei materiali per l'intervento progettuale di I Tranche, sempre qualora esistano le condizioni di contemporaneità tra i due distinti interventi (occorrenza stabilita in circa mc. 400÷500);
- Possibile reimpiego dei materiali per interventi di rinaturalizzazione di cave dismesse nello stesso comprensorio dell'opera progettuale;

- Allontanamento e smaltimento ad impianto-discarica onerosa autorizzata delle eccedenze alla fine risultanti.

Si può fin d'ora affermare che relativamente ai lavori di competenza della II Tranche di finanziamento gli stessi potranno avere uno sviluppo di circa ml. 110. Su tale fonte di ml. 110 circa è prevista una entità di circa mc. 1.000 di scavo, a fronte di un compenso di riporto di mc. 50; oltre al reimpiego di ricarica della retroriva di circa mc. 500 ed al riuso negli interventi di I Tranche per mc. 400÷500 circa. Sulla base di quanto sopraesposto risulta che alla II Tranche di Lavori il saldo dei materiali da allontanare dal cantiere è pari a zero.

Problematiche correlate alla messa in sicurezza del cantiere temporaneo mobile

La realizzazione delle opere progettuali prevede certamente la presenza contemporanea di più imprese. La realizzazione delle opere progettuali prevede dei lavori particolari che possono comportare rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori, nel dettaglio:

- rischi di seppellimento a profondità superiore a mt. 1.50,
- rischi di caduta dall'alto da altezza superiore a mt. 2.00, anche aggravati dalla natura delle attività (p.e.: posizionamento reti a terra in quota, tiranti e più) e dalla natura delle condizioni ambientali (p.e.: pendici scoscese ed acclivi),
- montaggio di elementi pesanti prefabbricati e non (p.e.: scogliere, pannelli in funi d'acciaio, palizzate lignee, fondazioni speciali in pali-tiranti e più).

Per tutto quanto detto le prestazioni di progetto dovranno ottemperare a prescrizioni e disposizioni particolari di sicurezza; altresì è necessaria l'effettuazione del Coordinamento della Sicurezza sia in fase progettuale che d'opera.

INTERVENTI PROGETTUALI DI II TRANCHE (€. 1.000.000,00).

Quanto riportato al precedente paragrafo assegna le prescrizioni generali a cui il presente progetto dovrà uniformarsi; prescrizioni peraltro anche in ottemperanza alle schede tecniche regionali e di cui già detto.

In appresso la descrizione delle opere previste per la risoluzione delle problematiche consolidative nell'Area Critica C):

- Pista d'accesso alla spiaggia di retroriva del litorale di Marrittza da realizzarsi mediante sbancamenti e riporti. Stante la particolare configurazione planoaltimetrica dei luoghi, si rende occorrente il consolidamento del relativo corpo stradale ottenuto,

soprattutto verso valle, mediante la realizzazione di scogliere litoidi. I relativi piani viari avranno pendenza e configurazione tali da rendere possibile il transito degli usuali mezzi d'opera di cantiere, anche per l'approvvigionamento dei materiali e delle forniture occorrenti. La localizzazione della pista d'accesso alla spiaggia di retroriva sarà presso l'estremo nord-est dell'areale d'opera (Area Critica C), che meglio si presta a tale tipo scopo. L'opera avrà caratteristica provvisionale, pertanto alla fine delle realizzazioni progettuali la stessa sarà opportunamente rimossa e verrà riportato lo stato dei luoghi alla conformazione ante operam.

- Pista di servizio sulla spiaggia di retroriva del litorale di Marrittza occorrente al transito dei mezzi d'opera presso la base di falesia per la realizzazione appunto delle opere di presidio al piede di pendice. Per la realizzazione della pista si procederà mediante una semplice ricarica livellata e costipata dei materiali escavati dal fronte di falesia, che verranno posizionati e sistemati per la sola aliquota occorrente sull'attuale spiaggia ciottolosa al fine di proteggere gli elementi grossolani di cui la stessa spiaggia è ora costituita, lasciando poi all'azione meteo marina la funzione di ricondurre la stessa spiaggia ciottolosa alla sua condizione ante operam. Si precisa che gli spessori di ricarica saranno estremamente contenuti e solo se occorrente (per elargamenti contingenti) interesseranno in forma minimale anche la battigia di avan riva.
- Muro di consolidamento al piede della scarpa di falesia, da realizzarsi previa esecuzione dei relativi scavi di sbancamento, impianto e riconfigurazione dell'intera pendice. Gli scavi di impianto, oltre a riallineare sommariamente le linee di retro spiaggia, dovranno consentire anche il posizionamento del nuovo muro senza limitare le attuali larghezze di spiaggia. Il muro in c.a. sarà eseguito mediante getti di cls con classe di esposizione XS3 (per ambienti marini). Detta opera contenitiva avrà il paramento di estradosso visto fronte mare opportunamente sagomato ad iperbole incava al fine di favorire il rovescio dell'onda incidente, peraltro così come riportato nell'Atlante delle Opere di Sistemazione Costiera. Il muro di contenimento sarà opportunamente fondato su pali e tiranti. La struttura di progetto, con funzione frangiflutti, avrà altezza tale da superare i mt. 2.00-2.10 della cosiddetta altezza di interesse del moto ondoso attualmente frangente in falesia. Tutte le superfici viste di getto saranno opportunamente trattate con ossidi di colorazione e/o pitture colorate protettive anticarbonatazione, con tonalità nella cromaticità delle terre di falesia. Il

muro sarà protetto verso il fronte mare mediante una scogliera di base in massi ciclopici allo scopo di favorire la dissipazione energetica del moto ondoso. Anche in sommità al muro, se occorrente, si disporrà un corso di elementi lapidei di grosse dimensioni allo scopo di meglio proteggere l'aliquota di falesia non tutelata dal sopraddetto muro di contenimento. Sono ulteriormente previste tutte le opere di rinterro e rilevato eventualmente occorrenti per l'esatto inserimento dell'opera nello stato al contorno.

- Consolidamento della pendice di falesia per l'aliquota sommitale non interessata dalla realizzazione del muro di cui al precedente punto, da effettuarsi previa sagomatura di sbancamento della stessa pendice. La sequenza consolidativa a partire dall'estradosso di versante sarà realizzata con la seguente procedura esecutiva:
  - Biostuoia biodegradabile antierosione, aderente a terra,
  - Rete fine in filo d'acciaio inox Aisi 304; diametro filo Ø mm. 0.70, quadrettatura romboidale da mm. 16*16, del tipo aderente a terra,
  - Pannelli in fune d'acciaio inox Aisi 316L, del tipo a maglia quadra cm. 30*30÷40*40, realizzata con fune del diametro Ø mm. 8÷10, del tipo aderente a terra,
  - Rafforzamento corticale incrociato a 4÷5 punti di ancoraggio, realizzato mediante funi d'acciaio inox Aisi 316L, con diametro Ø mm. 12÷16, vincolate a terra mediante cambre armate Diwidag÷Gewi di opportuna lunghezza e diametro resistente; cambre opportunamente attrezzate di golfari sempre in acciaio inox Aisi 316L per l'apposita tessitura dei cavi,
  - Legature specifiche di cavi e reti mediante morsetti plurimi in acciaio inox Aisi 316L,
  - Tesatura di cavi e reti per la perfetta aderenza del *sistema* al sottostante piano sagomato di falesia.
- Rinverdimenti con idrosemina della pendice di falesia, relativamente all'aliquota sommitale di pendice trattata con i rafforzamenti corticali di cui al precedente punto, da effettuarsi mediante la seguente tipologia di intervento:
  - Idrosemina a tutta superficie su precedente biostuoia mediante seminagioni erbacee per ambienti ad elevata salinità (eseguita eventualmente anche con presemina),

- Rinverdimenti con nuclei verdi della pendice di falesia per l'aliquota sommitale trattata con rafforzamenti corticali di cui al precedente punto idroseminato, da effettuarsi mediante la seguente tipologia di intervento:
    - Creazione di aiuole in palizzate lignee di castagno (od altro legno duro), opportunamente trattato in autoclave e verniciato mediante impregnanti nautici e marini. Le palizzate saranno sostenute da apposite cambre armate Diwidag÷Gewi di opportuna lunghezza e diametro resistente. Le aiuole saranno poi ricolmate con terra vegetale emendata e sottoposte a piantumazione di essenze autoctone quali: giunco comune, euforbia arborea, lentischio, ginestra di corsica, erica scoparia, cipressina, elicriso e più; con particolare esclusione del carpobrotus acinaciformis essendo una specie non autoctona ed altamente infestante. Sulla scelta finale delle essenze sarà interpellato apposito esperto di settore (agronomo).
- Efficientamento del preesistente convogliamento principale di acque sommitali presente al vertice nord-est dell'Area Critica C) da effettuarsi sulla canalizzazione aperta esistente avente fondo e sponde in malta e pietrame. E' prevista la manutenzione straordinaria delle aliquote di fondo e sponde la ove deteriorate mediante il rifacimento dei piani di scolo ed il consolidamento delle relative pareti. Gli sversamenti finali in spiaggia avverranno su una nuova scogliera litoide di base allo scopo di evitare erosioni sulla spiaggia di retroriva.
- Intercetto delle acque spaiate sommitali in falesia mediante:
    - realizzazione preventiva di piste sterrate *alla francese* per l'intercettazione delle acque spaiate corrivanti ed il convogliamento delle medesime in appositi pozzetti di cui sarà meglio detto più avanti,
    - realizzazione di cunicoli interrati drenati, attrezzati di tubi in pvc micro fessurato, colmati con materiale arido di massicciata o scampoli di poliuretano espanso rigido; tutto in inviluppato entro appositi teli geotessili perimetrali.
- Allontanamento delle acque spiate di cui al punto precedente mediante la realizzazione di pozzetti di testa attrezzati di apposite griglie di deflusso sommitale e di relativa conduttura interrata in pvc strutturato per l'allontanamento delle acque di intercetto. Tali condutture sverseranno direttamente sulla spiaggia di retroriva fuoriuscendo dal paramento esterno del muro. I deflussi finali avverranno su una

scogliera litoide di base allo scopo di evitare erosioni sulla spiaggia. I pozzetti sopraddetti avranno al perimetro un piattaforma rigida in cls allo scopo di meglio intercettare le acque da raccogliere. Tale tipologia di esecuzione sarà comune a tutti gli impluvi regimentati, ad esclusione di quello più importante (proprietà Sabino) ove l'allontanamento delle acque non sarà mediante canalizzazioni in tubi di pvc ma avverrà mediante l'installazione di pozzetti plurimi affiancati a caduta, allo scopo di regolare e ridurre l'energia cinetica delle acque raccolte e convogliate verso la spiaggia.

- Allontanamento delle acque di pendice presenti in falesia. Le poche acque corrivanti in pendice di falesia, anche grazie alla realizzazione degli interventi di cui ai punti precedenti, saranno notevolmente contenute e limitate. Le stesse saranno intercettate verso il basso dal capitello sommitale del muro di consolidamento che provvederà a spaiarle in spiaggia mediante opportuni fori di dreno presenti sulla sagomatura superiore del muro.
- Demolizione di manufatti antropici presenti in pendice di falesia quali: pozzetti, tubi, aliquote di recinzioni, scarichi, piccoli manufatti e più, la cui presenza costituisce punto di innesco per ulteriori fenomeni erosivi.
- Rimozione delle preesistenti discese a mare non autorizzate costituite da scalinate provvisorie, per lo più lignee, attualmente in condizioni di totale vetustà, la cui presenza costituisce punto di innesco per ulteriori fenomeni erosivi.
- Rifacimento di preesistenti recinzioni metalliche presenti in sommità di pendice, che dovranno essere rimosse per consentire l'esecuzione delle lavorazioni progettuali. Queste saranno realizzate per garantire sicurezza di fruizione delle pertinenze abitative presenti in sommità e saranno eseguite mediante elementi in materiale zincato, corticalmente trattato con rivestimenti plastici.
- Smaltimenti dei residui da demolizione da effettuarsi presso impianti e/o siti onerosi appositamente autorizzati.
- Gestione delle terre e rocce da scavo secondo quanto già riportato nel paragrafo "Problematiche correlate alla gestione degli esuberi di terre e rocce da scavo" il saldo tra i materiali escavati e quelli posti in reimpiego è pari a zero.

- Prestazioni particolari di cui al D.Lgs. 81/2008 ss.mm.ii. secondo quanto già riportato nel paragrafo *"Problematiche correlate alla messa in sicurezza del cantiere temporaneo mobile".*

INQUADRAMENTO URBANISTICO E CATASTALE CON VINCOLI TERRITORIALI

In appresso si riportano gli inquadramenti e le vincolistiche:

- P.U.C.

La zona di intervento è localizzata nell'agro di Sorso, in località Litorale Marritza. Urbanisticamente l'area è individuata dal Piano Urbanistico Comunale vigente in zona omogenea F2.5 Parte (zona turistica) e zona H2.1 Parte (zona di pregio paesaggistico – sottozona: sistemi di spiaggia, pineta, ginepreto e macchia mediterranea) con le prescrizioni risultanti in N.T.d.A.

- CATASTO

La zona di intervento è localizzata nell'agro di Sorso ed è catastalmente ubicata al Fg. 13 del comune censuario Sorso. I mappali interessati risultano come in apposita planimetria

- P.A.I.

La cartografia del P.A.I. individua l'areale di intervento in zona a pericolosità geomorfologica Hg3, con le prescrizioni risultanti in N.T.d.A.. L'area d'opera non è mappata come zona a pericolosità idraulica.

- P.P.R.

Nella cartografia del P.P.R. della Regione Sardegna le aree in questione ricadono all'interno dell'Ambito Costiero n°14 *"Golfo dell'Asinara";* risultano interne alla linea di fascia costiera e sono perimetrate e censite come segue:

- Aree dichiarate di notevole interesse pubblico,
- Campi dunari e sistemi spiaggia,
- Componenti di paesaggio ambientale: colture erbacee specializzate, aree agro forestali ed aree incolte.

- AREE TUTELATE REGIONE SARDEGNA

Nella cartografia delle aree tutelate della Regione Sardegna le aree in questione ricadono all'interno del territorio costiero dei 300 mt. dal mare; altresì risultano gravate da vincolo idrogeologico.

- D.G.R. 45/24 del 2017

L'intervento di che trattasi non è ascrivibile alle categorie di lavori di cui all'allegato B1 relativo alle opere da sottoporsi a procedura di verifica di assoggettabilità alla VIA.

AUTORIZZAZIONI ENTI SUPERIORI

Per gli interventi di progetto dovranno essere richiesti i pareri e/o i nulla osta di competenza ai seguenti Enti Superiori:

- ✓ Assessorato Difesa Ambiente, Servizio Tutela del Suolo e Politiche Forestali: Parere sulla fattibilità del progetto quale Ente finanziatore,
- ✓ Assessorato Difesa Ambiente, Servizio Valutazioni Ambientali SVA: Parere sulla assoggettabilità alle procedure in materia ambientale (D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii.),
- ✓ Assessorato Difesa Ambiente, Agenzia Regionale Protezione Ambiente Sardegna ARPAS: Parere ai sensi del D.Lgs 152/2006 ss.mm.ii.,
- ✓ Assessorato Enti Locali Finanze ed Urbanistica, Servizio Tutela del Paesaggio Province SS-OT: Nulla osta di competenza,
- ✓ M.I.B.A.C., Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio Province SS e NU: Nulla osta di competenza,
- ✓ Autorità di Bacino ADIS: Parere su studio di compatibilità geologica & geotecnica,
- ✓ Capitaneria di Porto Torres (SS): Eventuale parere di competenza,
- ✓ Ufficio delle Dogane di Sassari: Eventuale parere di competenza,
- ✓ M.I.T., Provveditorato Interregionale alle OO.PP., Ufficio Cagliari: Eventuale parere di competenza,
- ✓ Assessorato Enti Locali Finanze ed Urbanistica, Servizio Demanio e Patrimonio di Sassari: Eventuale parere di competenza,
- ✓ Agenzia del Demanio Filiale Sardegna Cagliari: Eventuale parere di competenza,
- ✓ Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale, Servizio Ispettorato Ripartimentale di Sassari: Eventuale parere di competenza e nulla osta per vincolo idrogeologico,
- ✓ Provincia di Sassari: Eventuale parere di competenza.

CALCOLI EFFETTUATI

Tutte le opere strutturali e di carattere idraulico di cui alla presente relazione sono state attentamente dimensionate secondo i disposti normativi vigenti.

Tutti i calcoli sono allegati allo Studio di Compatibilità Geologica Geotecnica, nello specifica trattasi di:

- Calcoli Spinte da Onda Frangente;
- Calcoli Sollecitazioni;
- Calcoli Muro di Contenimento con Micropali e Tiranti;
- Calcoli Micropali di Fondazione;
- Calcoli Tiranti su Muro;
- Calcoli Scogliera di Sommità al Muro;
- Calcoli Scogliera di Presidio alla Base del Muro;
- Calcoli Rafforzamenti con Reti Metalliche, Cavi di Acciaio, Chiodature;
- Calcoli Palizzata Lignea;
- Calcoli Stabilità Globale;
- Calcoli Opere di Regimentazione Acque Meteoriche.

È stato altresì redatto un Piano Manutentivo, allegato allo Studio di Compatibilità, per garantire mediante operazioni da effettuarsi annualmente la durabilità dell'opera nel tempo, la sua vita nominale e pertanto la rispondenza dell'opera ai requisiti: progettuali, di sicurezza, efficienza e funzionalità richiesti.

Il concetto di durabilità dell'opera ha rivestito per il team progettuale notevole importanza in quanto la cura della scelta dei materiali impiegati e delle loro caratteristiche permette la conservazione delle caratteristiche fisico-meccaniche delle strutture per tutta la vita di servizio dell'opera.

Dai calcoli effettuati si evincono le caratteristiche tecniche dei materiali impiegati, caratteristiche che sono state valutate per eseguire una progettazione efficace, tenendo in considerazione la classe di esposizione del sito e l'azione esercitata sulle strutture dall'ambiante circostante (attacchi chimico – fisici), trattasi di ambiente marino.

STIMA DI SPESA

Al fine di determinare le opere realizzabili con il finanziamento di II Tranche (€.1.000.000,00) si è proceduto all'effettuazione di alcune analisi di prezzo, così come in dettaglio:

A) Analisi del costo di realizzazione della rampa provvisionale di accesso dalla sommità di falesia fino alla retroriva (spiaggia) nella sezione 0

Lavorazione	U.M.	Prezzo in €uro	Quantità	Importo in €uro
Scavo di sbancamento e risagoma in pendice	mc.	20,00	389,00	7.780,00
Scogliere di protezione al corpo stradale di pista	mc.	70*0.60=42,00 (trattasi di opera provvisionale con possibile reimpiego dei materiali; prezzo applicazione al 60% del valore unitario)	280.00	11.760,00
Rilevati vari di colmatura	mc.	25,00	36,00	900,00
Livellazione reiterata piani di transito pista	mq.	1,50	200,00	300,00
TOTALE			**€/corpo**	**20.740,00**

B) Analisi del costo di consolidamento a ml. di fronte (per uno sviluppo traverso ad intera superficie di pendio risagomata)

Lavorazione	U.M.	Prezzo in €uro	Quantità	Importo in €uro
Scavo di sbancamento e risagoma per l'intera pendice	mc.	20,00	10.00	200,00
Scavo a sezione obbligata per l'impianto del muro e della scogliera in base di falesia	mc.	30.00	5,50	165,00
Magrone per muro sost.	mc.	130,00	0,425	55,25
Calcestruzzo XS3 per muro di sostegno	mc.	235,00	4,00	940,00
Acciai per getti cls (incidenza kg/mc. 150)	kg.	1,70	600,00	1.020,00
Verniciatura anticarbonatazione su estradosso visto muro ciclopico in base pendice	mq.	5,50	5,25	28,88
Micropali (incidenza n°1 a ml. di muro; sviluppo singolo ml. 12.50)	ml.	75,00	12,50	937,50
Tiranti (incidenza n°1 ogni 5 ml. di muro ; sviluppo singolo ml. 9.50	ml.	80,00	1,90	152,00
Scogliera di base al muro di contenimento	mc.	70,00	2,25	157,50

Scogliera in sommità al muro di con. (eventuale)	mc.	70,00	1,00	70,00
Drenaggi aridi in tergo al muro di contenimento	mc.	40,00	0,50	20,00
Geotessile per inviluppo drenaggi aridi in tergo al muro di contenimento	mq.	5,00	3,50	17,50
Rilevato di sistemazione in tergo muro e per sagomatura pendice	mc.	25,00	1,25	31.25
Biostuoia in pendice	mq.	5,00	6,50	32,50
Rete fine inox con pannello di rafforzamento in fune inox	mq.	122,50	6,50	796,25
Rafforzamento corticale a 4-5 punti in cambre + cavi inox	mq.	70,00	6,50	455,00
Idrosemina su biostuoia	mq.	2,50	6,50	16,25
Aiuole in legno per realizzazione nidi verdi in pendice (n°1 ogni ml. 4,50 di fronte)	cad.	550,00	0,225	123,75
Varie	cad.	1,00	1,37	1,37
TOTALE			**€/ ml di fronte**	**5.220,00**

C) Analisi del costo di consolidamento per la realizzazione del setto traverso in retroriva alla sezione 0 (sviluppo ml. 4,00; sezione resistente b*hmedia = mt. 1.00*2.25)

Lavorazione	**U.M.**	**Prezzo in €uro**	**Quantità**	**Importo in €uro**
Scavo di sbancamento (a stima)	mc.	20,00	3,00	60,00
Scavo a sezione obbligata per l'impianto del setto (a stima)	mc.	30.00	2,00	60,00
Magrone per setto	mc.	130,00	0,50	65,00
Calcestruzzo XS3 per setto	mc.	235,00	9,00	2.115,00
Acciai per getti cls (incidenza kg/mc. 100)	kg.	1,75	900,00	1.575,00
Verniciatura anticarbonatazione su estradosso visto setto	mq.	5,50	13,00	71,50
Micropali (n°3; sviluppo singolo ml. 8,00)	ml.	75,00	24,00	1.800,00

Tiranti (n°1; sviluppo singolo ml. 7,50)	ml.	80,00	7,50	600,00
Scogliera di base ed inviluppo al setto	mc.	70,00	7,00	490,00
Drenaggi aridi in tergo al setto	mc.	40,00	4,50	180,00
Geotessile per inviluppo drenaggi aridi in tergo al setto	mq.	5,00	13,50	67,50
Rilevato di sistemazione in tergo al setto	mc.	25,00	1,50	37,50
Varie	cad.	1,00	33,50	33,50
TOTALE			**€/corpo**	**7.155,00**

D) Analisi del costo di realizzazione della pista provvisionale di transito sulla retroriva (spiaggia) (sezione media ricarica reiterata b*h = mt. 5.50*0.75)

Lavorazione	**U.M.**	**Prezzo in €uro**	**Quantità**	**Importo in €uro**
Ricarica materiale arido	mc.	20,00	4,125	82,50
Livellazione reiterata	mq.	1,50	5.50	8.25
Varie	stima	1,00	0,25	0,25
TOTALE			**€/ml.**	**91,00**

E) Analisi del costo per la manutenzione del canale di scolo preesistente alla sezione 0

Lavorazione	**U.M.**	**Prezzo in €uro**	**Quantità**	**Importo in €uro**
Pulizie vegetative	mq.	1,50	70,00	105,00
Rifacimento piano di scolo canale mediante rappezzi in pietrame e malta	mc.	235,00	6,00	1.410,00
Rifacimento pareti d'argina del canale di scolo mediante rappezzi in pietrame e malta	mc.	235,00	7.50	1.762,50
Varie	stima	1,00	0,50	0,50
TOTALE			**€/corpo**	**3.278,00**

F) Analisi del costo per la realizzazione della pista sterrata di intercetto acque corrivanti in sommità di pendice (larghezza utile mt. 2.75)

Lavorazione	**U.M.**	**Prezzo in €uro**	**Quantità**	**Importo in €uro**
Scavo di sbancamento	mc.	20,00	1,375	27,50
Livellazione piani di corrivazione pista	mq.	1,50	2,75	4,125
Varie	stima	1,00	0,375	0,375

TOTALE	**€/ml.**	**32,00**

G) Analisi del costo di realizzazione della trincea drenante (cm. 70*150) in sommità di pendice

Lavorazione	**U.M.**	**Prezzo in €uro**	**Quantità**	**Importo in €uro**
Scavo a sezione obbligata	mc.	30,00	1,05	31,50
Pozzetti piccoli per ispezione reti dreno inclusi scavi e demolizioni (n° 1 ogni ml. 25.00 di trincea)	cad.	1.000,00	0,040	40,00
Tubi micro fessurati in pe DNI 160 mm.	ml.	1,00	12,00	12,00
Materiale arido drenante	mc.	37,00	1,05	38,85
Geotessile di inviluppo	mq.	5,00	4,50	22,50
Varie	stima	1,00	0,15	0,15
TOTALE			**€/ml.**	**145,00**

H) Analisi del costo di realizzazione del sistema raccolta ed allontanamento acque superficiali c/o proprietà Canopoli dalla sommità di falesia fino alla retroriva

Lavorazione	**U.M.**	**Prezzo in €uro**	**Quantità**	**Importo in €uro**
Pozzetti di ispezione e salto inclusi scavi e demolizioni	cad.	2.250,00	4,00	9.000,00
Tubi pe strutturato DNI 600 mm. per collegamento pozzetti; scavi e demoliz. inclusi	ml.	250,00	3.00	750,00
TOTALE			**€/corpo**	**9.750,00**

Determinati i precedenti parametri unitari di costo, si è ipotizzata la realizzazione di un fronte d'opera pari a ml. 110 circa, estendentesi a partire dalla Sezione 0 fino ad oltre il confine tra le proprietà Morittu e Dessole; ottenendo il seguente computo di spesa:

Stima Sommaria

Lavorazione	**U.M.**	**Prezzo in €uro**	**Quantità**	**Importo in €uro**
Pista provvisionale di accesso alla sezione 0	corpo	20.740,00	1,00	20.740,00
Consolidamento falesia con muro di base e rafforzamento corticale pendice	ml.	5.220,00	109,75	572.895,00

Setto di consolidamento alla sezione 0	corpo	7.155,00	1.00	7.155,00
Pista provvisionale per transito su retroriva	ml.	91,00	109,75	9.987,25
Manutenzione canale scolo acque piovane preesistente alla sezione 0	corpo	3.278,00	1,00	3.278,00
Pista sterrata di intercettazione e convogliamento acque corrivanti in sommità di pendice	ml.	32,00	92,00	2.944,00
Trincea drenante in sommità di pendice	ml.	145,00	54,00	7.830,00
Sistema raccolta ed allontanamento acque superficiali c/o proprietà Canopoli (da sommità pendice fino a retroriva)	corpo	1,00	9.750,00	9.750,00
Varie	cad.	1.00	420,75	420,75
TOTALE			**€.**	**635.000,00**

Sulla base di quanto sopraesposto il costo unitario per ml. di intervento vale circa €./ml. 5.772,00.
Conseguentemente per il trattamento complessivo dell'intero fronte afferente all'Area Critica C) (ml. 215) occorre una disponibilità residua per soli lavori pari ad €. 1.241.000,00-€. 635.000,00= €. 606.000,00.

Il quadro economico di spesa relativo al finanziamento di II Tranche è così come già stabilito nel provvedimento regionale; nel dettaglio:

QUADRO ECONOMICO	
Importo dei Lavori	€. 635.000,00
Oneri per la Sicurezza	€. 30.000,00
IMPORTO TOTALE	€. 665.000,00
SOMME A DISPOSIZIONE DELLA AMMINISTRAZIONE	
Spese Tecniche (comprese di Cassa e Iva)	€. 120.000,00
Iva sui Lavori (22%)	€. 146.300,00
Rilievi ed Indagini	€. 10.000,00
Spese Generali	€. 20.000,00
Imprevisti	€. 38.700,00
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELLA AMMINISTRAZIONE	€. 335.000,00
IMPORTO TOTALE DELL'INTERVENTO	€. 1.000.000,00