Firmato digitalmente da
Tommaso Buschiazzo
CN = Buschiazzo Tommaso
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Imperia
C = IT

COMUNE DI SANREMO

Provincia di Imperia



INTERVENTO DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO NELL'AMBITO DELLA "SISTEMAZIONE DEL MOVIMENTO FRANOSO IN LOCALITA' LA VESCA - PISTA CICLABILE - BIVIO S.S. 1 AURELIA KM 667+800 - POGGIO" NEL COMUNE DI SANREMO (IM) CONSISTENTE IN UN TRATTO DI SCOGLIERA A MARE : LOTTO N. 1 - 2

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato

RELAZIONE DI CANTIERIZZAZIONE

n. Elaborato **R3**

PROGETTISTA:

Dott. Ing. Tommaso BUSCHIAZZO
Via Roma 119 - 18038 Sanremo (IM)
e-mail : tommaso.buschiazzo@gmail.com
Tel. 0184/532770 Fax. 0184/532771

Scala

Data 16 agosto 2022

Rev.

COMUNE DI SANREMO

PROVINCIA DI IMPERIA

———————

PROGETTO DEFINITIVO

INTERVENTO DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO NELL'AMBITO DELLA "SISTEMAZIONE DEL MOVIMENTO FRANOSO IN LOCALITÀ LA VESCA-PISTA CICLABILE-BIVIO S.S. N.1 AURELIA KM 667+800-POGGIO" CONSISTENTE NELLA REALIZZAZIONE DI UN TRATTO DI SCOGLIERA A MARE : LOTTO N. 1 - 2

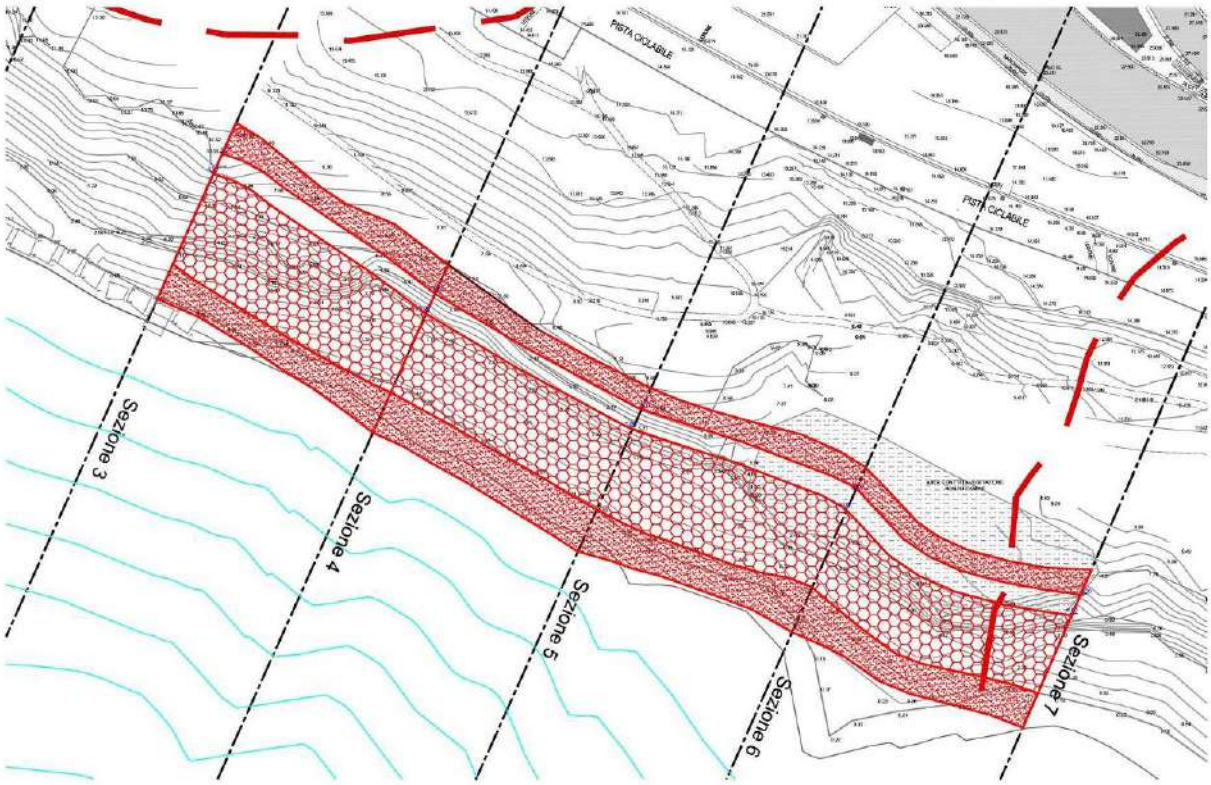
RELAZIONE DI CANTIERIZZAZIONE

PREMESSA

L'intervento previsto in progetto riguarda le opere finalizzate alla mitigazione del rischio idraulico e idrogeologico ed all'aumento del livello di resilienza delle strutture e infrastrutture interessate dal movimento franoso in località "La Vesca" in Comune di Sanremo (IM) consistenti nella realizzazione di una scogliera in massi naturali di lunghezza pari a circa 130 ml posta al piede del versante al fine di limitarne l'erosione progressiva della costa e garantire un incremento delle forze resistenti allo scorrimento lasciando invariate quelle destabilizzanti senza ostacolare il drenaggio delle acque di falda dalla scarpata a mare.

Tale opera sarà finanziata in parte con fondi regionali (lotto n. 1) ed in parte con fondi ministeriali di cui al Piano Nazionale di Resistenza e Resilienza PNRR (lotto n. 2); si evidenzia come il primo tratto dell'intervento sia stato oggetto di autorizzazione da parte

del Settore Valutazione Impatto Ambientale e Sviluppo Sostenibile della Regione Liguria con Atto n. 4272/2022 del 07/07/2022 (Protocollo Prot.-2022-478636).



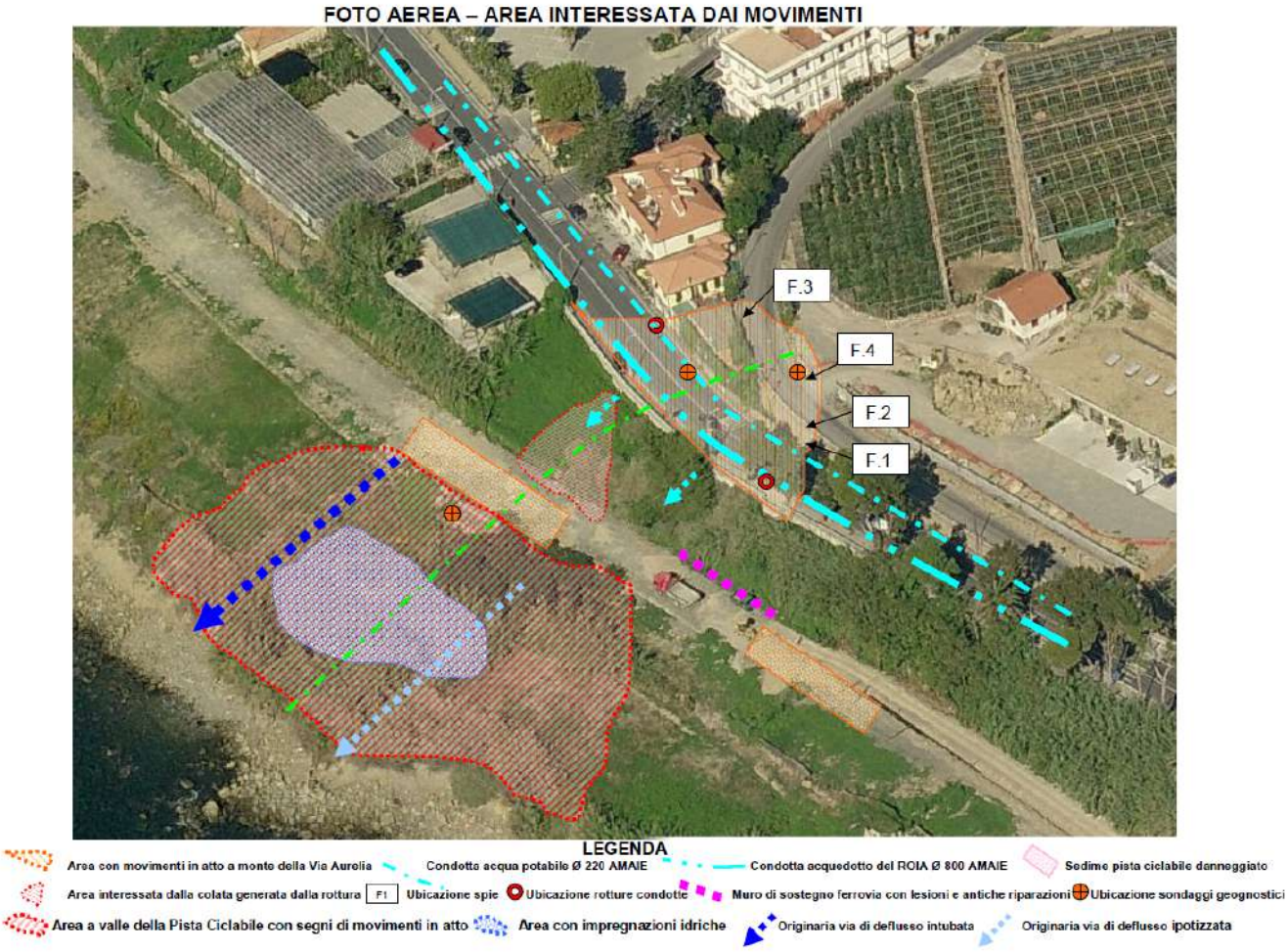
planimetria di progetto

Il sito denominato La Vesca è infatti da sempre soggetto a fenomeni di frana: una lapide del 1918 ricorda un evento catastrofico che coinvolse un'area più vasta di quella attuale ove furono interessate l'Aurelia, costruzioni private e fu interrotta la ferrovia (anno 1916-1917).

Più recentemente negli anni Ottanta lo stesso sito fu oggetto di interventi da parte del Comune di Sanremo (palificazioni e messa in opera di tiranti a tre trefoli a monte dell'Aurelia) e di ANAS (ricostruzione di nuovo muro in c.a. su micropali a valle dell'Aurelia) con l'esecuzione di interventi di consolidamento del versante; a difesa della allora rete ferroviaria (attuale percorso della pista ciclabile) furono realizzate - a cura delle FF.SS. - gabbionate e trincee drenanti con la posa di scogliera frangiflutti lungo la linea di costa.

La riattivazione del fenomeno franoso ha avuto inizio nell'anno 2010, quando si verificò una prima rottura della condotta dell'Acquedotto del Roia con conseguente smottamento superficiale lungo la pista ciclabile; da allora il fenomeno è proseguito riacutizzandosi ad ogni evento di pioggia intenso con conseguenti rotture dei sottoservizi. In generale però l'intera area oggetto di

indagine è costantemente in movimento con velocità misurate nel punto di massimo movimento intorno 30-40 mm annui (saliti a ben 80 mm nel 2014, anno caratterizzato da intense piogge a Sanremo ed in tutta la provincia di Imperia, con picco di ben 420 mm in 27 giorni tra il Dicembre 2013 ed il Gennaio 2014).



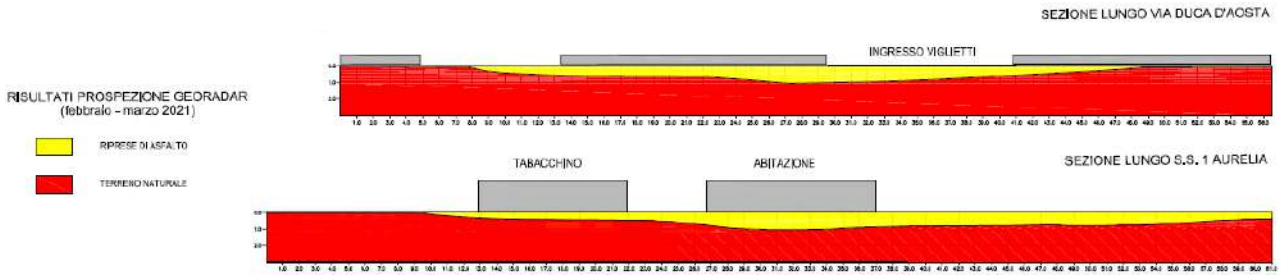
Continui e non risolutivi interventi si sono susseguiti negli anni, consistenti sostanzialmente nel ripristino della pavimentazione stradale lungo la S.S. n.1 Aurelia o la Via Duca D'Aosta (oppure in alcuni tratti della pista ciclopedonale posta più a valle) nonché dei sottoservizi; tale movimento incipiente ha ad ogni modo comportato nel tempo danni ad alcuni fabbricati limitrofi, assestamenti di muri e pavimentazioni stradali, rottura della rete fognaria e di adduzione dell'acqua potabile AMAIE.

Come si evince dalla fotografia aerea in precedenza riportata e dalla lettura del rapporto preliminare "SONDAGGI GEOGNOSTICI – PROVE DI LABORATORIO E MONITORAGGIO STRUMENTALE" redatto dal Settore LLPP del Comune di Sanremo è possibile in via preliminare classificare *"l'evento franoso come "complesso", con ridotta*

velocità delle masse in movimento "molto lento" (IUGS/WGL - 1995) in cui sono comprese litologie diverse "terra/roccia" (coltri e substrato roccioso fortemente fratturato e alterato), il contenuto di acqua nella massa in frana è generalmente basso, "secco/umido" ma in condizioni particolari è possibile la saturazione di parte della superficie di rottura (La falda è posta in profondità ma si ritiene possibile in condizioni di piogge intense e/o prolungate, una risalita del livello sino a livello della superficie di rottura, oppure si possono formare frange di sovrasaturazioni in corrispondenza della stessa, indotte dalle acque di infiltrazione). (…) ".
Si tratta sostanzialmente di un fenomeno "riattivato", che nella porzione a monte della S.S. n.1 Aurelia non presenta allo stato attuale ulteriori arretramenti, "costante" anche se presenta segni di "allargamento" laterale sia a destra (lato Ponente) sia a sinistra (lato Levante). La porzione dell'area in frana in prossimità della costa presenta inoltre evidenti fenomeni di arretramento della corona rispetto al movimento della massa "retrogressivo".



Il tratto strada S.S.1 Aurelia interessato da tale movimento franoso ha in particolare evidenziato negli ultimi tre anni un progressivo e diffuso cedimento fondazionale che ha causato il parziale dissesto di una parte della carreggiata (particolarmente evidente sul tratto di valle, in corrispondenza della giunzione tra la mensola di monte dell'opera di sostegno esistente ed il retrostante terrapieno) che – come evidenziato anche della indagine eseguita con un georadar da parte del Dott. Geol. Marco Benedetto nel gennaio 2021 – ha comportato un approfondimento dei sottoservizi variabile da qualche decina di centimetri a oltre un metro (seguendo di fatto lo stesso andamento dell'approfondimento dell'asfalto).



Si evidenzia come la periodica formazione di nuove fratture nel manto stradale potrebbe far presagire eventuali problematiche ai sottoservizi presenti nell'area (in particolare: la tubazione dell'acquedotto del Roja, la tubazione del gas lungo la S.S. 1 Aurelia, la tubazione del gas o la condotta fognaria lungo la pista ciclabile, la tubazione della fognatura comunale lungo la Via Duca d'Aosta) che potrebbero - se non oggetto di periodiche ispezioni e verifiche - innescare un improvviso cedimento del versante attualmente in frana.

Si tenga presente inoltre che la stabilità della strada S.S. 1 Aurelia (e quindi di tutti i manufatti posti a monte di essa, siano essi di proprietà pubblica o privata) è legata anche a tutti gli spostamenti delle fasce di terreno immediatamente a valle della stessa, dove l'accelerazione dei movimenti del fenomeno franoso ha comportato a inizio 2020 la rottura dei tubi inclinometrici I1 e I2 non permettendo più di ricavare nuovi dati nel settore di maggior movimento del corpo in frana.



planimetria dell'area con indicazione dei sondaggi eseguito nel periodo 2010 – 2019

Si sottolinea in ultimo come - sulla base delle informazioni raccolte - sia emerso che in occasione di eventi piovosi intensi l'attuale sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche del versante porta e convoglia velocemente verso valle le acque, arrivando ad interessare la pista ciclabile con arrivi d'acqua tipo "cascata".

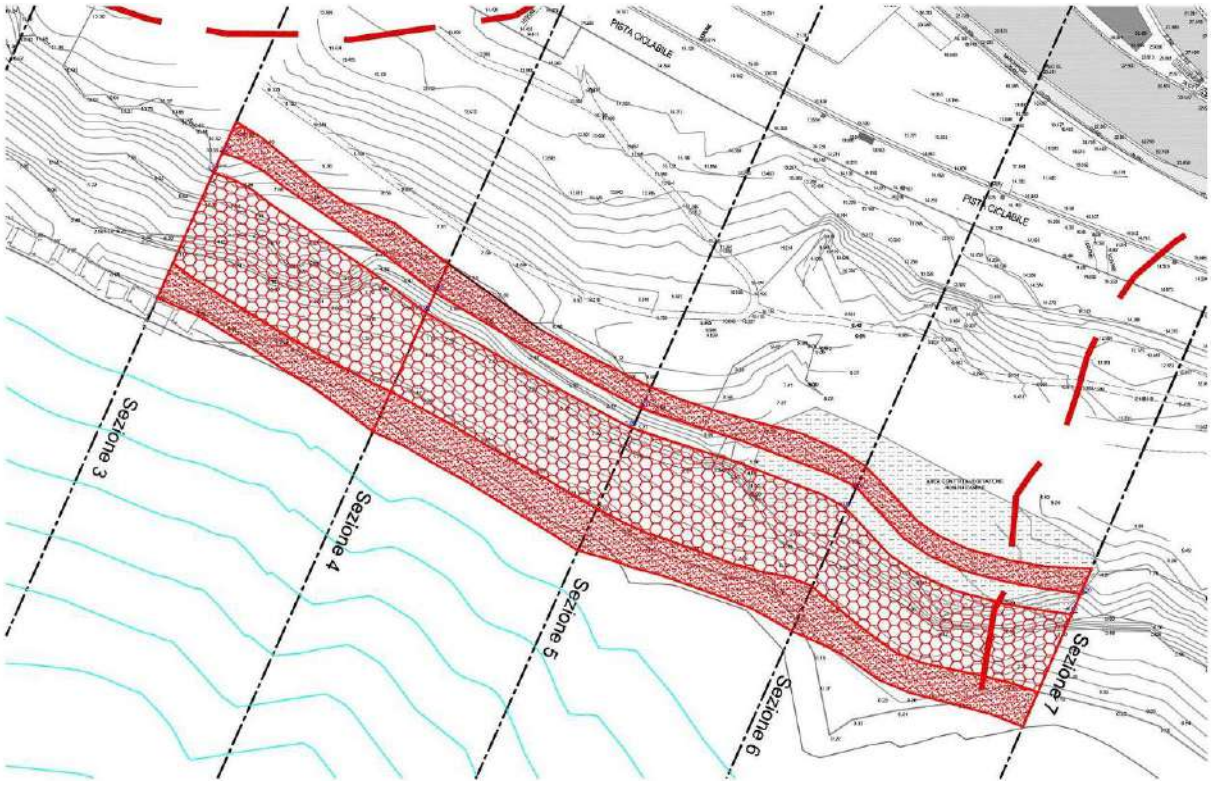
Questi fenomeni di arrivi massivi d'acqua possono nel medio-lungo periodo non solo provocare danni lungo il loro percorso vorticoso, ma portare anche grandi quantità d'acqua verso e dentro il piede della frana attiva (di fatto indebolendolo ulteriormente).

In conseguenza di ciò lo scrivente ritiene quindi molto importante programmare nel tempo, nel contesto di frana in esame soggetto a movimenti, una serie di accertamenti ed ispezioni/video ispezioni sullo stato di conservazione e di funzionamento dell'attuale sistema idraulico di smaltimento in modo da poter raccogliere le necessarie informazioni per il progetto di eventuali interventi di sistemazione e/o rifacimento/potenziamento delle attuali opere idrauliche.

Particolare attenzione dovrà essere inoltre posta nell'ispezione del sistema di smaltimento delle acque raccolte dalle trincee drenanti realizzate dalle FF.SS. dopo l'evento franoso del 1916, sul cui stato di conservazione e funzionalità non si hanno informazioni.

FINALITA' DELL'INTERVENTO DI MITIGAZIONE PROPOSTO

L'intervento descritto nella presente relazione riguarda le opere urgenti finalizzate alla mitigazione del rischio idraulico e idrogeologico ed all'aumento del livello di resilienza delle strutture e infrastrutture interessate dal movimento franoso in località "La Vesca" in Comune di Sanremo (IM). Tale proposta progettuale consiste nella realizzazione di una scogliera in massi naturali di lunghezza pari a circa 130 ml – posta al piede del versante – in maniera tale da limitarne l'erosione progressiva della costa e garantire la contestuale presenza di nuovi sovraccarichi al piede del versante in maniera tale da garantire un incremento delle forze resistenti allo scorrimento lasciando invariate quelle destabilizzanti senza ostacolare il drenaggio delle acque di falda dalla scarpata a mare.



planimetria di progetto

Tale opera sarà finanziata in parte con fondi regionali (lotto n. 1) ed in parte con fondi ministeriali di cui al Piano Nazionale di Resistenza e Resilienza PNRR (lotto n. 2); si evidenzia come il primo tratto dell'intervento sia stato oggetto di autorizzazione da parte del Settore Valutazione impatto ambientale e sviluppo sostenibile con Atto n. 4272/2022 del 07/07/2022 (Protocollo Prot.-2022-478636).

Si evidenzia infatti come la stabilizzazione di un pendio non si possa raggiungere con un solo tipo di intervento ma al contrario necessiti di più tipologie di interventi di stabilizzazione combinate tra di loro; non deve inoltre essere trascurata l'interferenza reciproca fra i diversi interventi: occorre infatti evitare che lo sfasamento temporale tra i singoli interventi strutturali si traduca nel trasferimento della criticità da un'area oggetto di intervento prioritario ad un'area ove l'intervento era stato, almeno in origine, ritenuto meno urgente.

L'intervento descritto nella presente relazione – pur non garantendo una soluzione risolutiva della problematica denunciata in quanto riguardante una porzione limitata di terreno posta al piede del pendio in frana – produrrà una mitigazione del rischio idraulico e idrogeologico presente nell'area in maniera tale da minimizzare il pericolo di attivazione di ulteriori dissesti; alla luce di quanto sopra l'intervento di seguito descritto sarà finalizzato alla riduzione delle problematiche locali riscontrate nel corso dei sopralluoghi preliminari (erosione della costa a seguito di moto ondoso rilevante, con conseguente indebolimento del piede del versante per effetto della progressiva asportazione di materiale), mirando allo stesso tempo a contribuire al consolidamento parziale di un'area – come quella a valle della pista ciclabile – caratterizzata da peculiarità geotecniche evolutive.

La mitigazione del rischio connesso al dissesto idrogeologico può essere attuato attraverso azioni finalizzate alla moderazione e/o riduzione delle perdite e dei danni materiali, vale a dire misure che – seppur non in grado di evitare – possano perlomeno "rallentare" oppure proteggere dal fenomeno.

Si noti in tale ottica come non siano escluse ricadute negative sulla efficacia dell'intervento proposto qualora si verificasse un eccessivo sfasamento temporale rispetto agli interventi da realizzarsi per il consolidamento del versante in frana o – caso ancora peggiore – qualora uno o più degli stessi non venisse realizzato : dall'analisi preliminare eseguita sulla stabilità del versante si è potuto infatti evincere come solamente la sinergia tra più interventi possa garantire la mitigazione del rischio attualmente riscontrabile e/o la sistemazione del fenomeno.

E' evidente infatti come – sia da quanto desunto da informazioni storiche sulle problematiche di stabilità della zona sia da quanto risultante dai risultati del monitoraggio inclinometrico del versante nel periodo 2019/2022 – risulti assolutamente necessario che l'intervento proposto sia inserito all'interno di una progettazione e realizzazione di lavori di sistemazione e consolidamento estesi alla scala del versante, con particolare riferimento a tutto il settore di piede instabile compreso tra la parte bassa della Via Duca d'Aosta ed il mare.

A seguito dell'ultimazione dei lavori si dovrà provvedere al ripristino della rete di monitoraggio inclinometrico e piezometrico presente lungo l'intero corpo di frana - eventualmente danneggiata dalla più recente evoluzione del dissesto e dalle attività di cantiere - nonché alla implementazione del sistema di monitoraggio dell'area: tale rete permetterà di controllare costantemente il comportamento meccanico e idrogeologico della frana e di conseguenza di valutare anche l'efficacia dell'intervento di mitigazione proposto.
Qualora si volesse provvisoriamente evitare l'esecuzione di nuove perforazioni e l'installazione di costosi nuovi tubi inclinometrici, si consiglia di installare almeno alcuni estensimetri a filo di superficie con lettura automatica da posizionarsi in alcuni punti significativi del pendio per fornire una misurazione continua dello spostamento superficiale del corpo di frana.
La messa a punto di un sistema di monitoraggio e di allarme sarà volta infatti a limitare la probabilità che la vita umana sia vulnerata dall'evento franoso (riduzione della probabilità di lesioni a persone) attraverso tutte quelle azioni volte a controllare - per mezzo di strumentazione idonea - l'evoluzione quantitativa del fenomeno naturale.

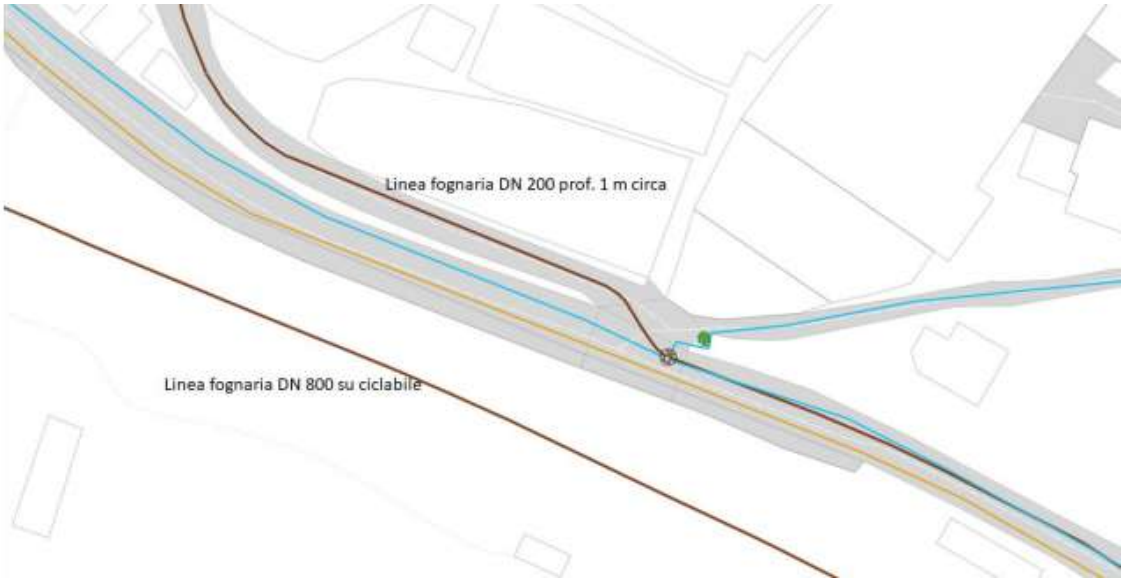
PROGETTO DI CANTIERIZZAZIONE DELL'INTERVENTO : MODALITA' OPERATIVE E MEZZI UTILIZZATI

Si evidenzia come attualmente il traffico veicolare lungo la sede stradale S.S. 1 Aurelia avvenga per motivi di sicurezza esclusivamente a senso unico alternato, con la viabilità regolamentata attraverso un impianto semaforico.

Alla luce di quanto sopra – come da indicazione della Stazione Appaltante nella persona del r.u.p. Dott. Arch. Anna Ricci – si procederà all'approvvigionamento via mare, con successivo accatastamento nell'area di cantiere a terra, dei mezzi e di tutto il materiale necessario per la realizzazione dell'intervento.

A tale scopo per l'accumulo/trasporto di materiale a mare l'impresa appaltatrice dovrà prevedere l'utilizzo di pontoni rimorchiati con gru girevole a grappo da almeno 50 t di portata con braccio di lunghezza minimo 25 ml; lo stesso pontone sarà adibito al trasporto degli escavatori nel sito di cantiere, in numero congruo con i volumi di materiale da movimentare e depositare.

Quanto sopra eviterà il transito di mezzi pesanti lungo la attuale sede della pista ciclabile, che potrebbe comportare significativi danni sia al fondo stradale sia ai sottoservizi esistenti oltre che disagi per l'utenza che quotidianamente la percorre; si evidenzia in particolare come lungo la pista ciclabile sia stata posizionata una condotta fognaria di diametro DN800 in polietilene posta ad una profondità di circa 80 cm che – se soggetta a carichi rilevanti – potrebbe subire importanti assestamenti e/o deformazioni con conseguenti ricadute sul funzionamento della rete impiantistica.



planimetria rete sottoservizi presenti nell'area : rete idrica e rete fognaria

Si riassumono di seguito le fasi di lavoro previste per una corretta gestione del cantiere da mare, che dovranno ad ogni modo essere concordate con l'impresa appaltatrice prima dell'inizio dei lavori :

a) allestimento del cantiere (recinzioni, baraccamenti, cartellonistica, ecc) ;
b) escavazione di fondale e/o salpamento di massi al fine di conseguire un approfondimento minimo fino alla quota -1,5 m.s.l.m. tale da consentire la manovra di approdo di un pontone con pescaggio massimo di 1,5 metri ;
c) trasporto dei mezzi di cantiere (pale e escavatori) in numero congruo con i volumi di materiale da movimentare e depositare ;
d) scavo di pulizia generale dell'area di intervento ;
e) scavo di sbancamento del versante oggetto di intervento eseguito a campioni di circa 15/20 ml con mezzi meccanici del peso superiore a 5 t ;
f) trasporto di massi naturali di I-II categoria con chiatta pontata da almeno 50 t, posizionamento a mezzo natante per realizzazione del nucleo della scogliera in progetto ;
g) trasporto di massi ciclopici di III-IV categoria con chiatta pontata da almeno 50 t, posizionamento a mezzo natante per realizzazione della mantellata della scogliera in progetto ;
h) ripetizione delle fasi (b), (e), (f), (g) per i successivi campioni d'opera ;
i) trasporto via mare del materiale occorrente per la realizzazione del nuovo muro in gabbioni o materassi a scatola (rete a doppia torsione, materiale lapideo di idonea pezzatura, ecc) ;
j) trasporto al porto di Sanremo del materiale di risulta proveniente dalla precedente fase di scavo di sbancamento, fatto salvo quanto necessario per eseguire i successivi riempimenti previsti ;
k) trasporto a discarica dei materiali di risulta proveniente dalla precedente fase di scavo di sbancamento mediante autocarro in partenza dal porto di Sanremo ;
l) realizzazione di nuovo muro in gabbioni o materassi a scatola con materiale lapideo di idonea pezzatura e in rete a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10, tessuta con trafilato di ferro avente diametro pari a 2,70 mm (bordo esterno di diametro 3,70 mm) o 2,20 mm per i materassi, a forte zincatura per un quantitativo sul filo non inferiore a 245 g/mq e protetto da uno strato di 0,50 mm di pvc di colore grigio ;

m) riempimento a tergo del nuovo muro in gabbioni o materassi a scatola e al piede della scogliera con materiale di risulta ;

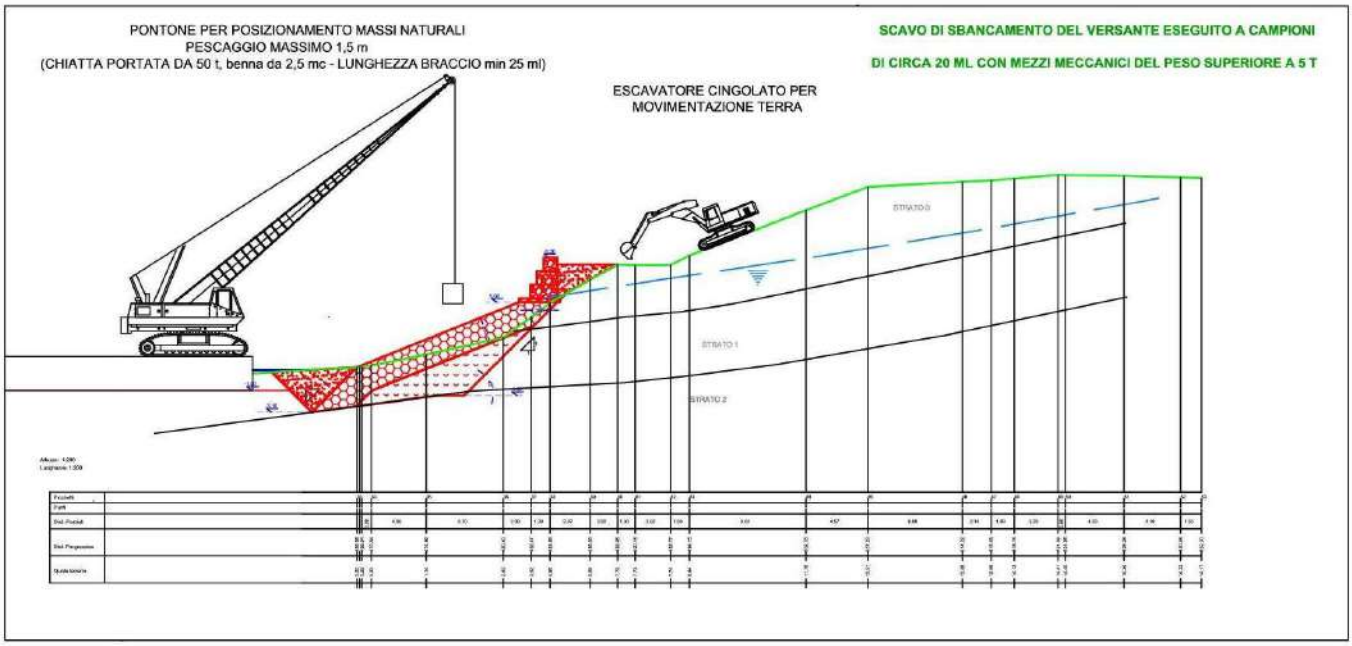
n) disallestimento del cantiere ;

Il progetto di cantierizzazione ha previsto la realizzazione di una area a terra da destinarsi alle lavorazioni, con apposite zone da destinarsi per il deposito dei materiali e per l'alloggiamento delle baracche di cantiere; le zone di accesso alle aree di lavoro dovranno essere precisamente individuate ed individuabili da parte degli operatori, con segnalazioni sia diurne sia notturne.

Durante l'intera durata dei lavori dovrà essere garantita in cantiere la corretta e sicura viabilità dei lavoratori, evitando possibili interferenze con la vicina pista ciclopedonale o con ostacoli vari tali da compromettere l'efficacia delle vie ed uscite d'emergenza.

La viabilità di cantiere dovrà rispondere a requisiti di solidità e stabilità e avere dimensioni ed andamento tali da non costituire pericolo ai lavoratori operanti nelle vicinanze; non è prevista la realizzazione di piste di cantiere in quanto tutti i mezzi di cantiere (pale e escavatori) saranno trasportati via mare con chiatta pontata da almeno 50 t.

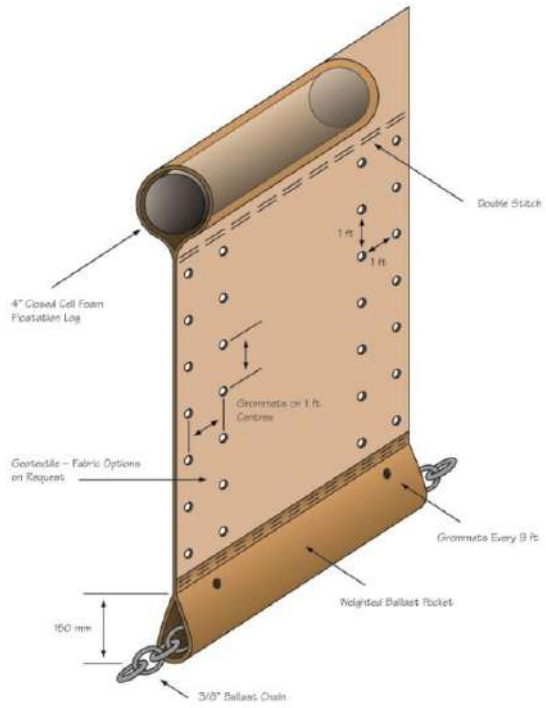
L'area a mare, interessata dalle lavorazioni e alle manovre della piattaforma mobile o di altro natante impiegato per le lavorazioni in appalto, dovrà essere delimitata da idonee boe di segnalazione (si dovrà altresì concordare preventivamente con l'autorità preposta le modalità ed i tempi di intervento).



schema intervento via mare

Dovrà essere prevista preliminarmente l'escavazione del fondale costituito da materiale sciolto (prevalentemente sabbioso) al fine di conseguire un approfondimento minimo fino alla quota -1,5 m.s.l.m. tale da consentire la manovra di approdo di un pontone con pescaggio massimo di 1,5 metri; tale materiale (circa 400 mc) sarà momentaneamente accatastato a lato della zona di approdo del pontone, per poter poi essere ricollocato in sito ripristinando la situazione originaria; durante le operazioni di ormeggio o ancoraggio dei mezzi nautici utilizzati dovranno essere messi in atto opportuni accorgimenti, se necessario anche tramite l'ausilio di operatori subacquei, per evitare danni meccanici alle aree marine colonizzate dalla presenza di Posidonia oceanica.

Durante la fase di realizzazione dello scanno di imbasamento della nuova scogliera, si prevederà la posa in opera di geotessile sospeso verticalmente nell'acqua (con materiale di galleggiamento nella tasca superiore e di una zavorra nella tasca più bassa), al fine di non incrementare la torbidità delle acque e proteggere l'ecosistema marino da particelle di limo eventualmente smosse dalle lavorazioni più prossime alla linea di costa.



esempio di posa di geotessile per protezione dell'ecosistema marino da eventuali fonti di inquinamento

In corso d'opera dovrà essere inoltre posto in atto un monitoraggio visivo della torbidità e dei solidi sospesi nell'intorno dell'area di intervento, finalizzato a verificare l'assenza di dispersione di sedimenti al di fuori dell'area di intervento: nel caso in cui il plume di

torbida sia rilevabile a distanze superiori a 50 metri dal sito di scavo le operazioni dovranno essere tempestivamente interrotte fino al ripristino delle condizioni ante operam.

Le operazioni a mare dovranno essere effettuate sempre in condizioni di buona visibilità e tempo discreto, verificando costantemente le condizioni meteo marine.

Il mezzo (pontone o altra imbarcazione) ed il personale imbarcato - compresi eventuali tecnici - saranno soggetti alle norme di sicurezza stabilite dal Codice della navigazione. In particolare il Comandante del mezzo dovrà attenersi a quanto riportato nel D.P.R. 14/11/1972, n. 1154 *"Approvazione del regolamento per la sicurezza della navigazione e della vita umana in mare";* le Capitanerie e gli organi autorizzati vigileranno affinché il natante rispetti quanto sopra descritto.

Le principali misure di prevenzione che si dovranno adottare sono di seguito riportate :

a) il pontone, in previsione di mare grosso, fermerà le lavorazioni anticipatamente e sarà ormeggiato in luogo sicuro ;

b) nelle navigazione e nelle manovra di ormeggio bisognerà uniformarsi alle leggi e regolamenti della Polizia Portuale ;

c) si dovranno predisporre i carichi in modo da non provocare sbandamenti anomali e verificare costantemente l'assetto di galleggiamento ;

d) si dovranno predisporre i parabordi in numero adeguato da garantire effettiva protezione in caso di contatti anche violenti; il personale dovrà tenersi ad una distanza di sicurezza dagli organi in movimento del mezzo; non devono essere effettuate operazioni di manutenzione ordinaria quando il mezzo è in lavorazione; non rimuovere le protezioni e i dispositivi di sicurezza della macchina ;

e) il personale dovrà operare usando i dispositivi di protezione acustici ;

f) prima e durante le operazioni si dovrà verificare che non vi siano perdite di carburante; durante il rifornimento di carburante, o la ricarica delle batterie, evitare la presenza di fiamme libere e la produzione di scintille; vietato fumare nei pressi dei depositi di carburante ;

SEGREGAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE

Al fine di ridurre i rischi del cantiere verso l'esterno e quelli provenienti dall'ambiente circostante, tutte le aree di cantiere e di lavorazione dovranno essere opportunamente segregate e ben delimitate. Gli elementi interni al cantiere che possono costituire un rischio anche per l'ambiente esterno vengono valutati in relazione ai seguenti fattori :

- presenza del cantiere ;
- produzione di emissioni inquinanti ;
- presenza di agenti potenzialmente inquinanti il suolo e le acque ;
- presenza di materiali pericolosi ;
- interferenza con le viabilità limitrofe in esercizio.

La superficie individuata per l'area di cantiere è stata ipotizzata suddivisa in tre sotto-aree, ognuna delle quali aventi una specifica funzionalità, nel dettaglio: area uffici; area mezzi; area stoccaggio.

L'area uffici è dotata dei necessari prefabbricati ad uso ufficio, spogliatoio e degli indispensabili servizi igienici, oltre al prefabbricato contenete le attrezzature di emergenza. L'area mezzi è destinata per il rimessaggio notturno dei mezzi impegnati in cantiere (autocarri, pale meccaniche, escavatori, ecc.). L'area stoccaggio è adibita oltre alla raccolta e stoccaggio dei rifiuti, allo stoccaggio ed alle attività di carico e scarico dei materiali.

Si evidenzia come - al termine dei lavori - l'area di cantiere dovrà essere ripristinata o comunque si dovrà riportare lo stato dei luoghi almeno alle condizioni iniziali.

Recinzioni

L'accesso involontario di non addetti ai lavori nelle zone interne alle aree di cantiere dovrà essere impedito mediante recinzioni munite di scritte ricordanti il divieto di accesso e di segnali di pericolo.

Le recinzioni saranno realizzate in rete HDPE di colore arancio; qualora - per la natura dell'ambiente o altre problematiche relative all'area di cantiere - non fosse realizzabile la recinzione completa, sarà necessario provvedere almeno ad apporre sbarramenti e segnalazioni in corrispondenza delle eventuali vie di accesso alla zona proibita, nonché recinzioni in corrispondenza dei luoghi di lavoro fissi, degli impianti e dei depositi che possano costituire pericolo.



Ingressi pedonali all'area di lavoro

L'accesso pedonale al cantiere o alle aree di lavorazione sarà dotato di un cancello a battente in acciaio in corrispondenza del quale dovrà essere apposta la dovuta segnaletica. Gli accessi dall'esterno verranno sempre tenuti sorvegliati o chiusi durante il giorno e chiusi con catena e/o lucchetti di sicurezza durante la sera e comunque durante eventuali periodi di fermo del cantiere.

Accessibilità al cantiere

Elemento fondamentale per la funzionalità delle aree di cantiere è la loro accessibilità che generalmente viene definita in funzione della tipologia di mezzi di trasporto utilizzati.

Nel caso in esame le principali fasi lavorative che verranno svolte in cantiere prevedono l'approvvigionamento e la posa in opera del materiale ed il trasporto a discarica del materiale di risulta proveniente dagli scavi; tali lavorazioni verranno eseguite impiegando prevalentemente trasporto via mare, con impiego di mezzi marittimi: durante la fase esecutiva l'Impresa Appaltatrice deciderà di adottare la soluzione migliore per ottimizzare l'approvvigionamento di materiale sull'area in funzione della forza lavoro e del parco macchine / flotta marittima aziendale.

DISPONIBILITA' SITI DI CAVA E DI RACCOLTA DEI RIFIUTI

Il fabbisogno effettivo di materiale lapideo dovrà essere reperito presso idonei siti di cava, ubicati possibilmente nelle vicinanze delle aree di intervento al fine di minimizzare i tragitti stradali da percorrere nelle fasi di approvvigionamento; stesso discorso per quanto concerne i siti di raccolta dei rifiuti.

Per l'approvvigionamento dei materiali lapidei per la realizzazione dell'intervento di progetto si prevede quanto segue :

- i massi naturali di I-II categoria (peso 0,1 t – 1,5 t) previsti per la realizzazione del nucleo della scogliera dovranno essere reperiti in cave locali ;
- i massi ciclopici massi ciclopici di III - IV categoria (peso stimato : 3 t – 10 t) previsti per la realizzazione del nucleo della scogliera dovranno essere reperiti da cave dell'alto Piemonte (qualora non reperibili in cave locali) ;

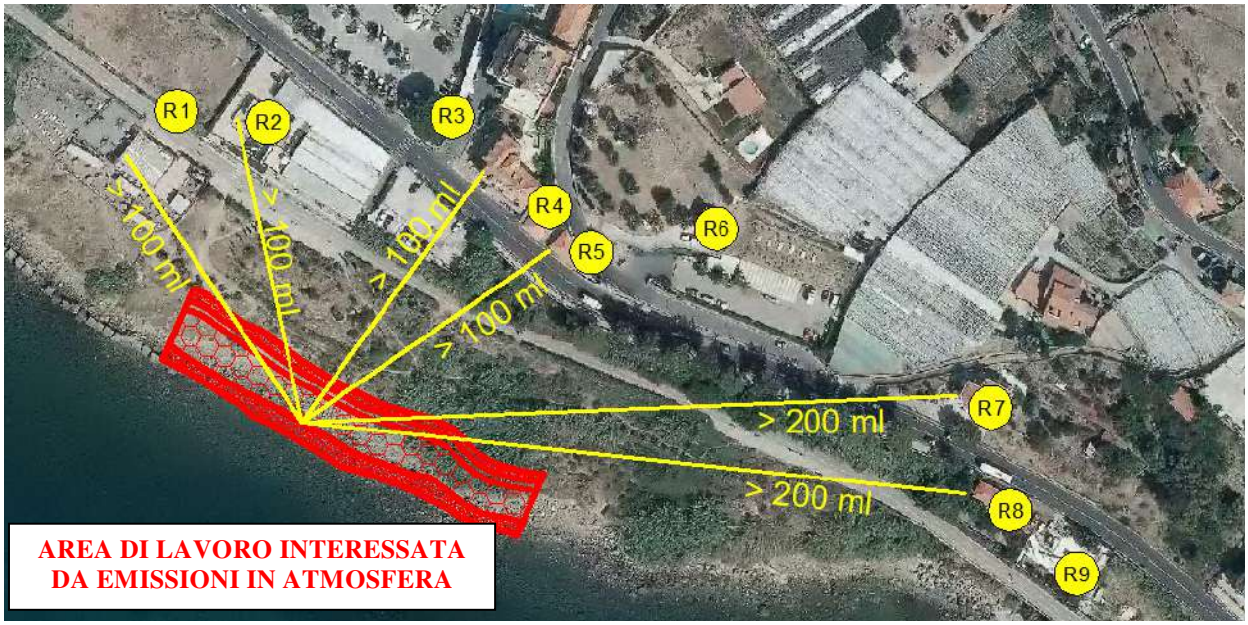
Tutto il materiale di risulta dalle lavorazioni previste in progetto (terre e rocce da scavo) dovrà essere conferito a discarica, fatto salvo quanto necessario per i riempimenti previsti a tergo del nuovo muro in gabbioni o materassi a scatola e al piede della scogliera.

Nella fase esecutiva l'impresa appaltatrice dovrà cercare di utilizzare cave o discariche con localizzazione – rispetto all'area oggetto di intervento – tale da non incrementare sensibilmente gli impatti (soprattutto ambientali) collegati al trasporto su gomma.

VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DELLE POLVERI NELL'ARIA

L'area interessata dalle opere in progetto è posta lungo la linea di costa a valle della pista ciclabile, in un contesto isolato caratterizzato da vegetazione rada e affioramenti puntuali di depositi di arenaree oppure di componenti di marna calcarea/marnosa e/o alle argilliti.

Le interferenze delle opere con l'ambiente sono valutate come molto limitate e comunque temporanee, in quanto limitate alla sola fase di cantiere; si evidenzia come il recettore più prossimo (R1) al cantiere sia rappresentato dalla attività commerciale posta a monte dell'area di intervento, lungo la pista ciclabile, ad una distanza di circa 100 ml in linea d'aria dalla zona di intervento.



Tutti i rimanenti recettori sono edifici residenziali posti lungo la S.S. 1 Aurelia e distano a più di 100 metri in linea d'aria dalle sorgenti di emissione del cantiere.

Al fine di meglio indagare gli aspetti legati alle emissioni aria-rumore legate all'attività di cantiere, sono riportati i calcoli eseguiti per la valutazione delle polveri sulla base delle lavorazioni precedentemente descritte.

Per la procedura di valutazione dell'emissione di polvere è stato fatto in particolare riferimento a linee guida per la valutazione delle emissioni di polvere provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali redatte secondo i modelli US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollulant Emission Factors).

Nel caso specifico sono state analizzate le singole lavorazioni, specificando per ogni tipo di

attività svolta le operazioni - associate al relativo Codice SCC (Source Classification Codes, codice identificativo delle attività considerate come sorgenti delle emissioni dell'AP-42 dell'USEPA) – in grado di produrre polveri diffuse in atmosfera :

- emissioni diffuse per attività di scotico e di sbancamento del materiale *"Crushed stone processing and pulverized mineral processing"* (SCC 3-05-010- 36) ;
- emissioni diffuse per la movimentazione dei materiali *"Aggregate handling and Storage Piles"* (EPA SC 13.02.04) ;
- emissioni diffuse per la erosione del vento dai cumuli (AP-42 13.2.5) ;
- emissioni diffuse per il transito di mezzi su strade non asfaltate (AP-42 13.2.2) ;
- emissioni dei gas di scarico (exhaust) degli automezzi e dei mezzi di carico e scarico materiali ;

Il calcolo del quantitativo di polveri emesse è state effettuato secondo la seguente equazione generale :

$$E = A \times EF \times (1-ER/100)$$

dove :

- E = emissione di polvere;
- A = tasso di attività. Con questo, secondo i casi, si può indicare ad esempio il quantitativo di materiale movimentato o soggetto a caduta piuttosto che l'area esposta soggetta all'erosione del vento;
- EF = fattore di emissione unitario;
- ER = fattore di efficienza per la riduzione dell'emissione. Può includere ad esempio attività di bagnatura strade per evitare l'alzarsi della polvere.

Vengono di seguito elencate le metodologie di calcolo delle emissioni di PM10 suddivise sulla base delle diverse tipologie di attività.

Si evidenzia come attività di cantiere saranno limitate alla fascia diurna (8-17), ponendo particolare attenzione al controllo dei gas di scarico delle macchine operatrici ed interrompendo temporaneamente le lavorazioni che possono produrre significative emissioni di polveri in atmosfera in maniera da adottare le eventuali misure di mitigazione necessarie.

Emissioni diffuse per attività di scotico e di sbancamento del materiale *"Crushed stone processing and pulverized mineral processing"* (SCC 3-05-010- 36)

L'attività di scotico (rimozione degli strati superficiali del terreno) e di sbancamento del materiale superficiale dovrà essere eseguita con ruspa e/o escavatore. Tali attività producono delle emissioni polverulente. Il calcolo del tasso emissivo totale si esegue secondo la formula :

$$E_i(t) = \sum AD_l(t) * EF_{i,l,m}(t)$$

dove :

- i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);
- l = processo;
- m = controllo;
- t = periodo di tempo (ora, mese, anno, ecc.);
- Ei rateo emissivo (kg/h) dell'i-esimo tipo di particolato
- ADl = attività relativa all'l-esimo processo (ad es. kg materiale lavorato/ora);
- EFi, l, m = fattore di emissione (kg/t).

I fattori di emissione sono presentati nel paragrafo 11.19.2 *"Crushed stone processing and pulverized mineral processing"* dell'AP-42 (US-EPA). Nella tabella seguente si riportano i fattori di emissione relativi al trattamento del materiale superficiale, proposti dalla Linee Guida per determinate attività con il relativo codice SCC. Tali valori sono disponibili sul database FIRE1.

1.a Fattori di Emissione per il PM10 Relativi alle Operazioni di Trattamento del Materiale Superficiale

SCC	operazione	Fattore di emissione in *kg*	note	Unità di misura
3-05-010-33	Drilling Overburden	0.072		*kg* per ciascun foro effettuato
3-05-010-36	Dragline: Overburden Removal	$\frac{9.3\times10^{-4}\times(H/0.30)^{0.7}}{M^{0.3}}$	H è l'altezza di caduta in m, M il contenuto percentuale di umidità del materiale	*kg* per ogni m^3 di copertura rimossa
3-05-010-37	Truck Loading: Overburden	0.0075		*kg* per ogni *Mg* di materiale caricato
3-05-010-42	Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden	0.0005		*kg* per ogni *Mg* di materiale scaricato
3-05-010-45	Bulldozing: Overburden	$\frac{0.3375\times s^{1.5}}{M^{1.4}}$	s è il contenuto di silt (vedi § 1.5), M il contenuto di umidità del materiale, espressi in percentuale	*kg* per ogni ora di attività
3-05-010-48	Overburden Replacement	0.003		*kg* per ogni *Mg* di materiale processato

Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti valori/assunzioni :

- durata = 198 giorni lavorativi;
- volume da scavare = 7500 m^3, calcolato sulla base della superficie da scavare e della profondità di scavo prevista ;
- Densità Terreno = 1.600 kg/m^3 ;
- Fattore Emissivo = 0,0075 (kg/t); tale fattore emissivo, identificato dal codice SCC-3-05-010-37 e riportato nella precedente Tabella 2.2.1a, è relativo alle emissioni polverulente generate dal carico dei camion di materiale superficiale trattato. Per tale attività non è stata prevista alcuna operazione di mitigazione.

per cui si ottiene una emissione specifica dell'attività pari a circa 60 g/h.
Prevedendo la realizzazione di opere di contenimento delle emissioni come barriere meccaniche e/o bagnatura delle superfici, si ritiene di poter ottenere un abbattimento delle emissioni dovute a tale attività pari a circa il 85-90 %, ottenendo quindi un'emissione specifica dell'attività in oggetto pari a circa 9 g/h.

Emissioni diffuse per la movimentazione dei materiali "Aggregate handling and Storage Piles" (EPA SC 13.02.04)

Un'attività suscettibile di produrre l'emissione di polveri è l'operazione di formazione e stoccaggio del materiale in cumuli. Il modello proposto nel paragrafo 13.2.4 *"Aggregate Handling and Storage Piles"* dell'AP-42 calcola l'emissione di polveri per quantità di materiale lavorato in base al fattore di emissione :

$$EF_i(kg/Mg) = k_i(0.0016)\frac{\left(\frac{u}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

dove :

i	particolato (PTS, PM_{10}, $PM_{2.5}$)
EF_i	fattore di emissione
k_i	coefficiente che dipende dalle dimensioni del particolato (vedi Tabella 5)
u	velocità del vento (m/s)
M	contenuto in percentuale di umidità (%)

Non avendo conoscenza dei dati anemometrici specifici del sito, si utilizza l'equazione semplificata di seguito riportata :

$$E_{i,diurno} = k_i \cdot (0.0058) \cdot \frac{1}{M^{1.4}} \qquad E_{i,notturno} = k_i \cdot (0.0032) \cdot \frac{1}{M^{1.4}}$$

con :

- Ki - costante Empirica : 0,35
- M - umidità materiale (%) : 2

L'espressione è valida entro il dominio di valori per i quali è stata determinata, ovvero per un contenuto di umidità di 0.2-4.8 %, non conoscendo la caratteristiche di umidità viene scelto un valore medio.

$E_{i,diurno}$ [kg/Mg]
0,000769

Il calcolo è stato effettuato nell'ipotesi di una movimentazione di circa 25 t/h, pari a circa 15 mc/h di terreno.

$E_{i,diurno}$ [kg/Mg]
0,000769
19,23 gr/h

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 *"Industrial Wind Erosion"*) queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. La scelta operata nel presente contesto è quella di presentare l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse.
Il rateo emissivo orario può essere calcolato tramite l'espressione semplificata :

$$E_i(kg/h) = EF_i \cdot a \cdot movh$$

dove :

- EF_i (kg/m^2) : fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato
- a : superficie dell'area movimentata in m^2
- *movh* : numero di movimentazioni/ora

Per il calcolo del fattore di emissione areale si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Per semplicità inoltre si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare. Nel caso di cumuli non a base circolare, si ritiene sufficiente stimarne una dimensione lineare che ragionevolmente rappresenti il diametro della base circolare equivalente a quella reale.
Dai valori di :
- altezza del cumulo (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta) H in metri ;
- diametro della base D in metri ;
si individua il fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato per ogni movimentazione attraverso la sottostante tabella :

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i(kg/m^2)$
PTS	1.6E-05
PM_{10}	7.9E-06
$PM_{2.5}$	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i(kg/m^2)$
PTS	5.1E-04
PM_{10}	2.5 E-04
$PM_{2.5}$	3.8 E-05

Nell'area oggetto dello studio è stata preliminarmente prevista un'area di stoccaggio cumuli pari a circa 400 mq dove verranno provvisoriamente stoccati nella varie fasi dei cumuli provenienti dallo scavo di sbancamento in attesa che siano trasportati alla loro destinazione futura. Risulta difficile fare una stima della tipologia e delle forme dei cumuli ma visto la grandezza dell'area

prevista per lo stoccaggio e i mc orari ipotizzati per lo scavo si ritiene possano essere cumuli alti ossia con H/D > 0,2.
In tale caso si assume :

- per i cumuli *EFi* (kg/m^2) = 7,9 10^$^{-6}$;
- la superficie di area movimentata è l'area adibita a stoccaggio del materiale (*a*) è pari a circa 400 mq ;
- la movimentazione dei cumuli giornaliera (*movh*) è stimata approssimativamente in circa 10 ;

$E_{i,impianto\ fisso}$ [gr/h]
31.6

Emissioni diffuse per il transito di mezzi su strade non asfaltate (AP-42 13.2.2)

Oltre ai precedenti contributi di produzione di polvere nell'area interessata dai lavori si considera anche la produzione classificata come "transito di mezzi su strade non asfaltate". Tale contributo è stato calcolato attraverso la formula :

$$EF_i(kg/km) = k_i \cdot (s/12)^{a_i} \cdot (W/3)^{b_i}$$

i particolato (PTS, PM_{10}, $PM_{2.5}$)
s contenuto in limo del suolo in percentuale in massa (%)
W peso medio del veicolo (*Mg*)

I valori di ki, ai e bi sono riportati nella tabella in funzione del tipo di particolato (PTS,PM10,PM2.5).

	k_i	a_i	b_i
PTS	1.38	0.7	0.45
PM_{10}	0.423	0.9	0.45
$PM_{2.5}$	0.0423	0.9	0.45

Per il calcolo dell'emissione finale, Ei, si deve determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo (numero di km/ora), sulla base delle dimensioni del cantiere (km); è richiesto quindi il numero medio di viaggi al giorno all'interno del sito ed il numero di ore lavorative al giorno. L'espressione finale utilizzata è quindi :

$$E_i(kg/h) = EF_i \cdot kmh$$

dove :

- i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);
- kmh = percorso di ciascun mezzo nell'unità di tempo (km/h).

Si specifica che l'espressione è valida per un intervallo di valori di limo (silt) compreso tra l'1.8% ed il 25.2%. Tuttavia, poiché la stima di questo parametro non è semplice e richiede procedure tecniche e analitiche precise, in mancanza di informazioni specifiche si è deciso cautelativamente di considerare un valore all'interno dell'intervallo 12-22%. Si osserva che la scelta del valore del parametro risulta incidere significativamente sulle emissioni: a parità degli altri parametri, raddoppiare il valore del silt corrisponde a quasi raddoppiare l'emissione (più precisamente a moltiplicarla per un fattore 1.9).
In merito a quanto sopra riportato si considera :

W = peso medio di un mezzo di cantiere = 30.000 Kg
S = contenuto in limo = 22% (si assume il valore massimo a favore di sicurezza non conoscendo il reale valore)

$$EF_i\left[\frac{kg}{km}\right] = 0{,}423 \cdot \left(\frac{22\%}{12}\right)^{0{,}9} \cdot \left(\frac{30{,}0}{3}\right)^{0{,}45} = 2{,}06$$

Nell'ipotesi che transitino mediamente al massimo due mezzi di cantiere che caricano e/o scaricano, con numero di viaggi ipotizzati in 8 al giorno (ossia 1 ogni ora circa) per una distanza di circa 120/130 metri (pari al fronte di intervento) si ha

E_i [gr/h]
247,20

Tale valutazione risulta essere oltremodo cautelativa, in quanto le modalità di lavoro e di approvvigionamento dei materiale nell'area di intervento via mare ridurrà di fatto in maniera significativa il transito di mezzi di cantiere; è stata inoltre trascurata la percentuale di abbattimento delle polveri da risollevamento ottenuta per bagnatura delle superfici, misura di

mitigazione ambientale in fase di cantiere che l'impresa esecutrice dovrà obbligatoriamente adottare nello svolgimento delle attività più rilevanti.

Emissioni totali e valori limite ammissibili

Dai calcoli sopra riportato il valore totale di emissione risulta essere :

	Ei, [g/h]
Scotico e scavo di sbancamento (compreso inaffiamento dello scavo)	***9 g/h***
Formazione e stoccaggio di cumuli	***19,23 g/h***
Erosione del vento dai cumuli	***31,6 g/h***
Transito di mezzi su strade non asfaltate al'interno dell'area di cantiere	***247,20 g/h***
TOTALE	***307,03 g/h***

Viste le caratteristiche dell'opera da realizzare si è ipotizzato l'utilizzo di 3 escavatori/giorno, contemporaneamente operativi per 8 ore/giorno; la durata stimata delle lavorazioni in grado di produrre rilascio di polveri in atmosfera è di circa 60 giorni, mentre la durata totale dei lavori è di circa 9 mesi (pari a circa 198 giorni lavorativi) come desunto dal cronoprogramma dei lavori.
Le attività di cantiere saranno limitate alla fascia diurna (8-17), ponendo particolare attenzione al controllo dei gas di scarico delle macchine operatrici ed interrompendo temporaneamente le lavorazioni che possono produrre significative emissioni di polveri in atmosfera in maniera da adottare le eventuali misure di mitigazione necessarie.

Scopo del presente studio è quello di quantificare e stimare le emissioni di particolato prodotte dalle lavorazioni in cava e di valutarne gli effetti ai fini del rispetto presso i recettori sensibili dei valori limite di PM10 come individuato dal D.Lgs 155/2010. In assenza di altri riferimenti - per il confronto dei valori di proporzionalità - si è scelto di riferirsi alla Tabella 17 riportata dalle *"Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti"* elaborata dall'Agenzia Regionale di Protezione della Toscana del 2009.
Nelle seguente tabella sono riportati i valori limiti espressi in g/h al variare delle distanza del recettore e dei giorni di emissione :

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<83	Nessuna azione
	83 ÷ 167	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 167	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<189	Nessuna azione
	189 ÷ 378	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 378	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<418	Nessuna azione
	418 ÷ 836	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 836	Non compatibile (*)
>150	<572	Nessuna azione
	572 ÷ 1145	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 1145	Non compatibile (*)

Tabella 1: Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività compreso tra 200 e 150 g/anno

Assumendo come distanza del recettore una lunghezza superiore a 100 metri, la soglia di emissione di PM10 assunta è pari a 418 g/h, superiore rispetto alle emissioni totali sopra calcolate, per cui non si ritiene necessario adottare eventuali sistemi di monitoraggio presso il ricettore più prossimo al cantiere in quanto la fase di cantiere può essere ragionevolmente considerata compatibile con l'ambiente.

Come in precedenza evidenziato, si è trascurato cautelativamente il contributo della bagnatura giornaliera delle aree interessate dai lavori (limitata alla sola fase di scavo di sbancamento), da eseguirsi secondo i dati elaborati nello allegato C.1 e C.2 del documento AP 42 dell'US EPA.

Tabella 1 – Intervallo in ore di bagnatura delle superfici per ottenere un determinata percentuale di abbattimento delle emissioni di polveri da risollevamento.

Efficienza di abbattimento Quantità media del trattamento applicato I (l/m^2)	50%	60%	75%	80%	90%
0.1	4-2	3-1	2-1	1	1
0.2	7-4	6-3	4-2	3-1	1
0.3	11-5	9-4	5-3	4-2	2-1
0.4	15-7	12-6	7-4	6-3	3-2
0.5	18-9	15-7	9-5	7-4	4-2
1	37-18	30-15	18-9	15-7	7-4
2	74-37	59-30	37-18	30-15	15-7

In particolare dalla tabella sopra riportata si evince come - per ottenere una percentuale di abbattimento delle polveri pari a circa il 75 % del totale - occorra bagnare con almeno 1 l/m^2 ogni giorno di lavoro le superfici più prossime alle aree di

intervento.

Non sono inoltre previste attività di frantumazione e/o macinazione dei materiali e/o agglomerazione degli stessi, che possano produrre significative emissioni di polveri nell'atmosfera.

EMISSIONI DI POLVERI DEI GAS DI SCARICO DEGLI AUTOMEZZI E DEI MEZZI DI MOVIMENTAZIONE

Le emissioni di polveri dei gas di scarico degli automezzi e dei mezzi di movimentazione terra (o altre macchine operatrici) sono state valutate tramite i fattori di emissione calcolati dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) e riportati nel documento "*EMEP/EEA 2006*"; dalla tabella seguente è possibile desumere i fattori di emissione, la potenza massima dei mezzi (autocarri e pala caricatrice) ed il fattore di utilizzo della potenza massima dei motori (load factor).

Tipologia mezzi	**fattori di emissione * (g/kWh) secondo EMEP/EEA, 2006**					
mezzo	**autocarri**	**fresa**	**pala caricatrice**	**escavatore**	**dozer**	**rullo compressore**
load factor *US-EPA-42, 2002*	**0.21**	**0.59**	**0.59**	**0.59**	**0.59**	**0.59**
KWh	**315**	**200**	**162**	**112**	**335**	**101**
NOx	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
PM_{10}	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
$PM_{2.5}$	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19

Viste le caratteristiche dell'opera da realizzare si è ipotizzato l'utilizzo di 3 escavatori/giorno, contemporaneamente operativi per 8 ore/giorno; la durata stimata delle lavorazioni in grado di produrre rilascio di polveri in atmosfera è di circa 60 giorni, mentre la durata totale dei lavori è di circa 9 mesi (pari a circa 198 giorni lavorativi) come desunto dal cronoprogramma dei lavori.
Moltiplicando i fattori di emissione per il numero di mezzi operativi e, in maniera cautelativa, considerando la totalità di mezzi attiva per tutta la durata del cantiere, si ottiene una stima delle emissioni generate dal cantiere che risulta trascurabile.

Emissioni	NOx	PM2.5	PM10
Cantiere (kg/anno)	14,63	0,80	0,85

Le interferenze dei mezzi d'opera con l'ambiente sono state pertanto valutate come molto limitate e comunque temporanee, in quanto limitate alla sola fase di cantiere. Non sono previste interferenze dirette dei mezzi di cantiere con strade suscettibili al traffico.

MITIGAZIONE AMBIENTALE IN FASE DI CANTIERE

Durante le fasi di cantiere saranno adottati opportuni accorgimenti tecnici volti a mitigare i possibili impatti che dalle lavorazioni si possono determinare. Per il contenimento del disturbo e dell'inquinamento acustico saranno da preferirsi macchinari più silenziosi.

Le lavorazioni ad elevata generazione di polveri riguarderanno gli scavi, la movimentazione di terre e le perforazioni. Sarà cura dell'impresa limitare il più possibile il livello di polverosità trasmesso all'esterno del cantiere mediante l'abbattimento delle polveri generate da scavi e demolizioni e la pulizia dei percorsi di cantiere.

Misure per contenere le emissioni inquinanti in atmosfera (sistemi di controllo o abbattimento delle emissioni di polveri in atmosfera)

Allo scopo di evitare la potenziale alterazione degli attuali livelli di qualità dell'aria, che può essere determinata dall'emissioni delle polveri prodotte in seguito allo svolgimento delle attività di esecuzione degli interventi nonché alla movimentazione di materiali da costruzione e di risulta lungo la viabilità di cantiere e sulle sedi stradali ordinarie, dovranno essere previste le modalità operative e gli accorgimenti di seguito indicati :

• frequente bagnatura delle superfici per ottenere un adeguato abbattimento delle emissioni di polveri da risollevamento ;

• copertura dei cumuli di materiale sia durante la fase di trasporto sia nella fase di accumulo temporaneo nei siti di stoccaggio, con teli impermeabili e resistenti; bagnatura delle superfici sterrate e dei cumuli di materiale ;

• ottimizzazione delle modalità e dei tempi di carico e scarico, di creazione dei cumuli di scarico e delle operazioni di stesa ;

• barriere mobili antipolvere, da disporre - in caso di necessità - lungo le direttrici di interferenza con i ricettori sensibili ;

Misure per contenere le emissioni acustiche

Allo scopo di contenere gli incrementi degli attuali livelli sonori in corrispondenza dei ricettori localizzati nei pressi delle aree di lavorazione e/o lungo la viabilità di cantiere, saranno previste delle modalità operative e gestionali delle attività finalizzate al contenimento delle emissioni sonore. In particolare, al fine di limitare la rumorosità delle macchine e dei cicli di lavorazione, nella fase di realizzazione delle opere di progetto dovranno essere adottati i seguenti accorgimenti :

• Corretta scelta delle macchine e delle attrezzature da utilizzare, attraverso:

a) la selezione di macchinari omologati, in conformità alle direttive comunitarie e nazionali;
b) l'installazione di silenziatori sugli scarichi ;
c) l'utilizzo di impianti fissi schermati ;
d) l'uso di gruppi elettrogeni e compressori insonorizzati di recente fabbricazione ;

• Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature, nell'ambito delle quali provvedere :
a) alla eliminazione degli attriti, attraverso operazioni di lubrificazione ;
b) alla sostituzione dei pezzi usurati ;
c) al controllo ed al serraggio delle giunzioni, ecc.

• Corrette modalità operative e di predisposizione del cantiere, quali ad esempio:
a) l'orientamento degli impianti che hanno una emissione direzionale (quali i ventilatori) in posizione di minima interferenza ;
b) la localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici ;
c) l'utilizzo di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione delle vibrazioni ;
d) l'imposizione all'operatore di evitare comportamenti inutilmente rumorosi e l'uso eccessivo degli avvisatori acustici, sostituendoli ove possibile con quelli luminosi ;
e) la limitazione, allo stretto necessario, delle attività più rumorose nelle prime/ultime ore del periodo di riferimento diurno indicato dalla normativa (vale a dire tra le ore 6 e le ore 8 e tra le 20 e le 22) ;

• Barriere mobili antirumore, da disporre - in caso di necessità - lungo le direttrici di interferenza con i ricettori sensibili, antropici e faunistici.

Misure per la salvaguardia della qualità delle acque e del suolo

Vengono di seguito indicate le lavorazioni e le attività che potrebbero determinare l'alterazione della qualità delle acque nella fase di realizzazione delle opere di progetto, che riguardano in particolare :

• il drenaggio delle acque ed il trattamento delle acque reflue ;
• lo stoccaggio temporaneo dei rifiuti ;
• lo stoccaggio delle sostanze pericolose ;
• il deposito del carburante ;
• la manutenzione dei macchinari di cantiere ;
• il verificarsi di incidenti in sito ;

Si prevedono quindi i seguenti accorgimenti, elencati in maniera riassuntiva :

• corretta gestione dei materiali e liquidi di risulta, attraverso raccolta trattamento e smaltimento in linea con le vigenti normative. In particolare :

a) i fluidi ricchi di idrocarburi ed olii oltre che di sedimenti terrigeni, derivanti da lavaggio dei mezzi meccanici, prima di essere immessi nell'impianto di trattamento generale, dovranno essere sottoposti ad un ciclo di disoleazione ;

b) i residui del processo di disoleazione dovranno essere smaltiti come rifiuti speciali in discarica autorizzata ;

c) le acque nere, provenienti dagli scarichi di tipo civile, dovranno essere trattate a norma di legge in impianti di depurazioni, oppure immessi in fosse settiche a tenuta, spurgate periodicamente ;

• corretto stoccaggio dei rifiuti, in maniera tale che nelle aree di deposito temporaneo siano adeguatamente organizzati lo stoccaggio e l'allontanamento dei detriti, delle macerie e dei rifiuti prodotti:

a) differenziando il deposito per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle relative norme tecniche, nonché - per i rifiuti pericolosi - nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute ;

b) garantendo adeguate modalità di trattamento e smaltimento, al fine del recupero o dello smaltimento dei materiali; ubicando le aree destinate a deposito di rifiuti lontano dai baraccamenti di cantiere e in apposite aree recintate e protette (in funzione della tipologia dei rifiuti) in modo da evitare la dispersione di odori o polveri.

• corretta esecuzione delle attività di scavo per evitare la dispersione di materiale di risulta ;

Modalità di stoccaggio dei rifiuti

Lo stoccaggio temporaneo dei rifiuti è regolamentato dal D.Lgs. n.4 del 16 gennaio 2008, recante "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale". A tale proposito nelle aree di cantiere dovranno essere organizzati lo stoccaggio e l'allontanamento dei detriti, delle macerie e dei rifiuti prodotti garantendo adeguate modalità di trattamento e smaltimento per :

• i rifiuti assimilabili agli urbani ;

• gli imballaggi ed assimilabili in carta, cartone, plastica, legno, ecc. ;

• i rifiuti speciali non pericolosi derivanti dall'uso di sostanze utilizzate come materie prime ;

• i rifiuti speciali pericolosi originati dall'impiego, dai residui e dai contenitori di sostanze e prodotti chimici utilizzati in cantiere, il cui grado di pericolosità può essere esaminato utilizzando le schede di sicurezza e l'etichettatura ;

• i rifiuti liquidi pericolosi, quali ad esempio gli olii esausti, i disarmanti utilizzati nei trattamenti delle casseforme (acidi grassi in olii minerali), i liquidi di lavaggio delle attrezzature, ecc.
Il raggruppamento dei rifiuti è effettuato, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti, alle seguenti condizioni :
• i rifiuti depositati non devono contenere policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani, policlorodibenzofenoli in quantità superiore a 2,5 parti per milione (ppm), nè policlorobifenile e policlorotrifenili in quantità superiore a 25 parti per milione (ppm) ;
• i rifiuti devono essere raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito, quando il quantitativo di rifiuti in deposito raggiunge complessivamente i 10 metri cubi nel caso di rifiuti pericolosi, ovvero i 20 metri cubi nel caso di rifiuti non pericolosi; in ogni caso, allorché il quantitativo di rifiuti pericolosi non superi i 10 metri cubi l'anno ed il quantitativo di rifiuti non pericolosi non superi i 20 metri cubi l'anno, il deposito temporaneo non può avere durata superiore ad un anno ;
• il deposito temporaneo deve essere effettuato per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle relative norme tecniche; nonché, per i rifiuti pericolosi, nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute ;
• devono essere rispettate le norme che disciplinano l'imballaggio e l'etichettatura delle sostanze pericolose.

Si ricorda che costituiscono rifiuto tutti i materiali di demolizione, i residui fangosi del lavaggio betoniere, del lavaggio ruote e di qualsiasi trattamento delle acque di lavorazione. Le aree destinate a deposito di rifiuti non devono essere poste in vicinanza dei baraccamenti di cantiere e, inoltre, devono essere adeguatamente cintate e protette, in funzione della tipologia dei rifiuti, in modo da evitare la emissione di odori o polveri.

Misure per la salvaguardia della poseidonia oceanica

Nella fase di cantierizzazione la movimentazione del fondo ed il posizionamento dei massi naturali causeranno torbidità delle acque, che interesserà modeste frazioni di prateria di Posidonia oceanica; questo impatto è di natura temporanea, poiché limitata alla sola fase realizzativa delle opere, e produrrà impatti limitati al contesto esistente.
A circa 300 metri a largo della costa si trova la presenza dei *"fondali di Arma di Taggia Punta San Martino"* che ricadono nel SIC marino IT1315973, composto di tre sub-siti : il primo rientra nel tratto costiero confinante a ponente ("Sanremo") e gli altri due subsiti - appartenenti al tratto

costiero in questione - si estendono per circa 80 ha e le praterie in essi comprese presentano segni di degrado e densità fogliari abbastanza basse.



inquadramento area di intervento

Pertanto si ritiene che le scelte progettuali, la limitata estensione dell'opera e la distanza dell'area di intervento rispetto alla Zona Speciale di Conservazione Z.C.S con codice IT1315973, nonché la celerità nei processi costruttivi potranno attenuare significativamente l'incidenza dell'opera sull'ambiente circostante.

Nel caso specifico **le modalità di esecuzione prescelte risultano essere in grado di garantire un minimo impatto ambientale sull'ecosistema costiero: le attività di realizzazione dell'opera in progetto sono state infatti pensate per ridurre al minimo l'impatto ambientale di questa fase, mentre in fase di esercizio l'impatto ambientale può essere considerato praticamente nullo (anzi addirittura migliorativo nei confronti della zona)** fatte salve le seguenti prescrizioni operative :

- prima dell'inizio dei lavori dovrà essere presentato un piano di monitoraggio naturalistico in relazione alla formazione di Posidonia oceanica presente a distanza di circa 120 metri dal sito di intervento, conforme a quanto previsto dalla D.G.R. 1793/2005, da concordare con il Settore Valutazione impatto ambientale e sviluppo della Regione Liguria; tale

monitoraggio dovrà essere realizzato con le stesse modalità prima dell'inizio dell'intervento e al termine dello stesso ;

- in corso d'opera dovrà essere posto in atto un monitoraggio visivo della torbidità e dei solidi sospesi nell'intorno dell'area di intervento, finalizzato a verificare l'assenza di dispersione di sedimenti al di fuori dell'area di intervento: nel caso in cui il plume di torbida sia rilevabile a distanze superiori a 50 metri dal sito di scavo le operazioni dovranno essere tempestivamente interrotte fino al ripristino delle condizioni ante operam ;
- durante le operazioni di ormeggio o ancoraggio dei mezzi nautici utilizzati dovranno essere messi in atto opportuni accorgimenti, se necessario anche tramite l'ausilio di operatori subacquei, per evitare danni meccanici alle aree marine colonizzate dalla presenza di Posidonia oceanica.

Modalità di stoccaggio delle sostanze pericolose

Qualora occorresse nel corso delle lavorazioni provvedere allo stoccaggio di sostanze pericolose, il Responsabile del cantiere - di concerto con il Direttore dei Lavori e con il Coordinatore per la Sicurezza in fase di esecuzione - provvederà ad individuare un'area adeguata, che dovrà essere recintata e posta lontano dai baraccamenti e dalla viabilità di transito dei mezzi di cantiere; inoltre essa dovrà essere segnalata con cartelli di pericolo indicanti il tipo di sostanze presenti.
Lo stoccaggio e la gestione di tali sostanze verranno effettuati con l'intento di proteggere il sito da potenziali agenti inquinanti. Le sostanze pericolose dovranno essere contenute in contenitori non danneggiati; questi dovranno essere collocati su un basamento in calcestruzzo o, comunque, su un'area pavimentata e protetti da una tettoia.

Sanremo (IM), lì agosto 2022

Il progettista

(Dott. Ing. Tommaso BUSCHIAZZO)