

## INDICE

<b>RELAZIONE GENERALE</b> .....	<b>2</b>
<b>Introduzione e vincoli</b> .....	<b>3</b>
<b>Descrizione degli interventi</b> .....	<b>6</b>
<b>Modalita' esecutive degli interventi</b> .....	<b>9</b>
<b>Stima dei costi</b> .....	<b>16</b>
<b>VERIFICHE E DIMENSIONAMENTI</b> .....	<b>19</b>
<b>Dimensionamento briglie sez. 21bis e 24bis</b> .....	<b>20</b>
<b>Dimensionamento opera di sfioro</b> .....	<b>22</b>
<b>Dimensionamento statico muro opera di imbocco</b> .....	<b>25</b>

## RELAZIONE GENERALE

## Introduzione e vincoli

Il presente progetto definitivo riguarda la realizzazione di un canale scolmatore del lago derivante dal riempimento del bacino di coltivazione dell'ex miniera di amianto di Balangero e Corio.

Conseguentemente alla redazione del progetto di sistemazione idrogeologica ed idraulica del versante meridionale del sito è emersa, in fase autorizzativa, l'esigenza di realizzare l'opera di cui al presente progetto per garantire una eventuale tracimazione controllata delle acque dal lago, che non comporti rischi per il sottostante abitato di Balangero.

La R.S.A. S.r.l. – Società per il Risanamento e lo Sviluppo Ambientale dell'ex miniera di amianto di Balangero e Corio, ha incaricato della predisposizione del progetto di tale opera il gruppo di professionisti formato da: dott. for. Francesco Ciasca (PROTER Studio Associato Agronomico e Forestale - Torino) indicato come Capo Progetto, dott. geol. Marco Arecco (TERRA S.a.s. - Savona), dott. for. Guido Blanchard e dott. arch. Paolo Gallo (Studio Blanchard-Gallo - Chieri -TO), dott. geol. Sergio Restagno (S.G.G. S.n.c. - Cairo Montenotte - SV) e dott. ing. Bartolomeo Visconti (Studio di Ingegneria Idraulica - Robassomero -TO).

Per la redazione del presente progetto ci si è basati, oltre che su un attento studio dei luoghi, anche su quanto previsto dal progetto di massima di "Risanamento ambientale della miniera S. Vittore nei Comuni di Balangero e Corio" del giugno 1993 e dai progetti di "Sistemazione idrogeologica ed idraulica del lato meridionale del sito (versante Balangero)" del febbraio 1997 e del dicembre 1997. Detti studi e progetti precedenti, regolarmente approvati dall'R.S.A. S.r.l. e dagli Enti giuridicamente competenti, nonché le costanti verifiche e monitoraggi in situ dell'evoluzione dello stato dei luoghi, sono stati fonte certa e attendibile di dati idraulici, ambientali e geologici per la redazione del presente progetto.

Lo strumento urbanistico attuale è il P.di F. del comune di Balangero (tav. B1): gli interventi sono ubicati in area D1 (attività mineraria ed estrattiva connessa) ed E (area agricola).

L'area di intervento è gravata da vincolo idrogeologico ai sensi della L.R. 45/89 così come risulta dalla tavola B1.

Il Rio Pramollo non è di proprietà demaniale. Inoltre in conseguenza delle attività di coltivazione mineraria, il suo corso è oggi modificato e l'ubicazione risulta differente rispetto a quella riportata sulle planimetrie catastali (rif. tav. B3).

## Obiettivi del presente progetto

Come precedentemente anticipato, il presente progetto riguarda la realizzazione di un canale scolmatore che convogli verso valle, in sicurezza per l'abitato di Balangero, le acque in eccesso del lago derivanti dal riempimento dell'ex bacino di cava.

Tale risultato viene ottenuto facendo confluire le acque nel rio Pramollo, passando attraverso il canale artificiale scavato in roccia, già esistente, che parte dal lato meridionale del lago. Da qui le acque scendono in un'incisione naturale fino agli stabilimenti, dove vengono intubate in una tubazione esistente, per ritornare a defluire a cielo aperto in prossimità dell'attraversamento della strada provinciale per Coassolo ed immettersi all'interno dell'alveo del rio Pramollo.

Gli interventi previsti possono essere sostanzialmente suddivisi in:

- sistemazione del tratto di canale in roccia con creazione di un manufatto di sfioro ed adeguamento delle sezioni di deflusso in roccia (Intervento zona 1)
- sistemazione dell'incisione naturale a monte degli stabilimenti attraverso la realizzazione di opere trasversali (briglie in legname e pietrame e briglia filtrante a pettine) e opera di imbocco nelle tubazioni che passano sotto il piazzale degli stabilimenti (Intervento zona 2)
- sistemazione del tratto di corso d'acqua a valle degli stabilimenti e a monte dell'attraversamento della strada provinciale per Coassolo, tramite adeguamento delle sezioni di deflusso in roccia (Intervento zona 3)
- sistemazione dell'alveo del rio Pramollo, consistente in ripulitura generale e, lungo il tratto adiacente le vasche di sedimentazione esistenti a quota 495m circa, consolidamento della sponda sinistra, attraverso la realizzazione di una scogliera in massi con talee per un tratto di circa 160m (Intervento zona 4).

Da quanto suddetto risulta chiaro che il punto critico della sistemazione proposta è rappresentato dall'intubamento delle acque al di sotto degli stabilimenti, in tubazioni aventi diametro 100cm e pendenza massima 6%, in grado di far defluire al massimo 5.3mc/sec. In funzione di ciò l'opera di sfioro è stata dimensionata al fine di immettere all'interno del canale, in caso di evento di piena con tempo di ritorno 200 anni, una portata inferiore a 4mc/sec.

Tutti i dati relativi alle portate in entrata ed in uscita dal lago sono stati presi dal progetto di Sistemazione idrogeologica ed idraulica del versante meridionale del sito, di cui si parla nell'Introduzione.

La scelta progettuale è stata quella di mantenere la medesima quota di sfioro del lago attualmente esistente (661.70m s.l.m.), al fine di:

- non modificare l'invaso attuale né per capacità, né per forma;
- ridurre al minimo gli scavi in roccia;
- evitare di realizzare grandi opere di contenimento e consolidamento sulle pendici dei versanti afferenti alla trincea, già piuttosto acclivi (soprattutto il versante in destra idrografica).

Si è verificato, a tal proposito, che possa esistere un franco di ampio respiro tra la quota di stramazzo e l'eventuale alternativa di sfioro esistente (il crinale che chiude il bacino in corrispondenza dell'attuale accesso al lago) pari a circa 4m. Ulteriori assaggi in sito hanno permesso di valutare la quota minima di imposta della roccia madre al di sotto del crinale stesso, che assicura un franco di tutta sicurezza di circa 3m.

## Descrizione degli interventi

### Intervento zona 1

1. Si prevede un rimodellamento generale del primo tratto del canale, tramite scavo in roccia, all'incirca tra le quote 659m e 657m s.l.m., per complessivi 480mc di scavo. La sezione di deflusso adeguata dovrà avere una larghezza media di 3.50m, con piccola savanella centrale per il deflusso delle portate di minima. Detto scavo, nel tratto compreso tra la sezione A e la sezione I, avrà una profondità media di circa 1 m rispetto al fondo attuale. Si prevede, quindi, di ridurre al minimo l'approfondimento dell'esistente trincea di sfioro e di conseguenza le quantità degli scavi, in quanto le caratteristiche morfologiche del sito, nonché le caratteristiche geomeccaniche dello strato roccioso in posto, offrono ampie garanzie di tenuta in funzione del carico idraulico.
2. L'opera di sfioro viene realizzata al solo scopo di migliorare lo stramazzo esistente e di assicurare un deflusso fin a circa 4 mc/sec. Essa è un'opera a gravità ed è costituita da un corpo unico di pietrame e cemento, con gaveta di 3,5 m di larghezza e altezza delle ali di 1 m, a fronte di un'altezza massima di carico idraulico, durante il periodo di onda di piena, di circa 0.4m.
3. Sui versanti prospicienti lo scavo, a cavallo dell'opera di sfioro, per un tratto di circa 65m, saranno realizzate delle opere di consolidamento a prevenzione del rischio di scoscendimento dei materiali non coerenti dai tratti più acclivi. Consisteranno in una riprofilatura dei versanti interessati, con disaggio degli elementi in equilibrio precario, quindi in una modellazione preparatoria del sito; nella messa in opera di tre file sovrapposte di palizzate (palificate semplici) facendo uso di picchetti in ferro (barre ad aderenza migliorata) di dimensioni almeno  $\phi = 20-24\text{mm}$  ed infissione  $> 1.00\text{m}$ ; verrà poi riportato e steso uno strato di terra agraria di circa 10cm o compost di circa 5cm, sopra il quale sarà stesa una georete in juta per un'altezza di fronte di circa 7 m; infine verrà effettuata un'idrosemina con apposito miscuglio, su una superficie complessiva stimata di circa 910mq.

Le piante vive da mettere a dimora nelle palizzate saranno scelte fra le specie di latifoglie autoctone, in grado di resistere alle condizioni di aridità e di inghiaimento; si potrà ricorrere alle seguenti specie: *Salix caprea*, *Betula pendula*, *Sorbus aria* mentre per lo strato arbustivo si utilizzeranno *Hyppophae ramnoides*, *Berberis vulgaris* (anche

in talea), *Cytisus scoparius*, *Genista tinctoria*, *Crataegus monogyna* e *Coronilla emerus*.

## **Intervento zona 2**

Nel tratto a valle, tra la strada di accesso e l'intubamento esistente in corrispondenza degli stabilimenti, verranno realizzate delle opere trasversali al corso d'acqua per migliorare la regimazione delle acque e per assicurare il corretto deflusso nell'intubamento esistente sulla sezione di imbocco.

Saranno perciò realizzate, procedendo da monte a valle:

- una prima briglia in legname e pietrame di circa 37mc con relativa platea a valle,
- una seconda briglia in legname e pietrame di circa 33mc con relativa platea a valle
- una briglietta selettiva "a pettine" per fermare eventuali ramaglie prima dell'imbocco nella tubazione esistente con platea e muri in c.a. di sponda;
- una rampa di accesso permanente, laterale all'intubamento, per le manutenzioni dell'opera di imbocco, con relativi muri in c.a. laterali.

Inoltre è prevista una scogliera in pietrame con inserimento di talee in sponda destra, tra le opere trasversali, lunga circa 35m, nonché una rampa di servizio per la costruzione della briglia di monte e una piccola opera di regimazione delle acque superficiali provenienti dalla strada in fregio al ciglio superiore in sponda destra, costituita da cunetta in pietrame e cemento (guado) e prolungamento sulla massima pendenza con fascinata viva drenante.

## **Intervento zona 3**

Subito a valle del tratto intubato esistente, di cui si è detto al punto precedente, si prevede una riprofilatura dell'alveo, per un tratto di circa 40m, mediante scavo in roccia, finalizzato al miglioramento dell'imbocco della tubazione esistente che attraversa la strada provinciale per Coassolo.

## **Intervento zona 4**

Nel tratto a valle della provinciale, il rio Pramollo scorre con alveo sufficientemente inciso e naturale fino all'incirca all'altezza della prima vasca di accumulo fanghi provenienti dall'ex stabilimento, costruita durante il periodo di attività della miniera. Nel tratto in cui scorre lateralmente alle vasche, il corso è stato artificializzato ed è pensile rispetto alla quota delle vasche stesse. Solamente un setto in terra (realizzato presumibilmente con la terra

proveniente dagli scavi del tracciato del nuovo corso d'acqua) divide il rio Pramollo dall'invaso delle vasche e, per un tratto considerevole, versa in cattive condizioni (erosioni spondali diffuse con progressivo arretramento della sponda e assottigliamento del setto in terra).

Si prevede una risagomatura dell'alveo per quasi tutto il tratto pensile in corrispondenza delle vasche (circa 160m) con realizzazione di una scogliera in pietrame, con inserimento di talee di salice arbustivo, a difesa della sponda sinistra.

Si prevede, inoltre, la realizzazione di una pista temporanea di accesso, laterale al rio, in prosecuzione verso monte a partire dalla pista esistente, per poter accedere al cantiere.

E' comunque previsto lungo tutto il corso d'acqua interessato dalle opere in progetto, una pulizia con decespugliamento dell'alveo per circa complessivi 1000 m.

Si precisa infine che, nel rispetto delle indicazioni contenute nella L. 109/94 e s.m.i., art. 16, comma 3, le opere in legname potranno essere realizzate, in alternativa, o con legname in larice, castagno, robinia, oppure con materiali legnosi provenienti dalle attività di riuso o riciclaggio (ex pali SIP, traversine ferroviarie), nel rispetto delle condizioni e prescrizioni previste dal DM 5/2/1998 Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli art. 31 e 33 del D.Lgs 5/2/1997 n°22.



## **Modalita' esecutive degli interventi**

Palificate semplici (palizzate):

Si dovrà procedere con la regolarizzazione del piano di posa e con la formazione di un lieve incavo per la posa del tondone in legname. Una volta collocato il tondone e fissato con gli appositi picchetti, si dovrà riempire lo spazio a monte dello stesso formando un modesto riporto di terra, fino alla sommità del tondone. I picchetti dovranno essere saldamente infissi nel suolo, per profondità dipendenti dalla natura del suolo e comunque tali da non consentire alcuna traslazione del tondone, anche se dovesse essere destinato a totale interrimento.

Il materiale vegetale, costituito da talee, dovrà essere preparato in pezzi di circa 80 cm, con taglio netto e perpendicolare, appena prima della messa in opera e subito coperto da materiale terroso, avendo cura che lo sporto a vista sia contenuto in non più di 5 cm. Le piantine radicate con pane di terra saranno messe a dimora inframmezzate alle talee e saranno quindi reinterrate a totale scomparsa del pane di terra, mentre le piantine a radice nuda saranno coricate lungo il gradone ed adagate come le talee sul piano di posa inclinato, avendo cura di non danneggiare l'apparato radicale e di lasciare scoperto l'apparato epigeo.

Le palificate semplici (palizzate) dovranno essere effettivamente ubicate sul terreno rispettando le quantità previste in progetto e verificando che le distanze reciproche siano il più possibile omogenee. La disposizione sulla pendice dovrà essere a sesto irregolare in modo da non creare linee verticali libere fra più di due ricorsi sovrapposti.

Briglie in legname e pietrame:

Il piano di appoggio dovrà essere uniforme e privo di sporgenze, con una eventuale contropendenza compresa tra i 5° e i 10°.

Verranno posati prima i correnti quindi i traversi e così via per finire, secondo le altezze progettuali, con una fila di traversi.

I vari ricorsi dovranno essere preparati in modo tale che i legni siano perfettamente poggiati in tutti i punti di contatto con i legni sottostanti, previo eventuale costituzione di piccoli incavi.

Le chiodature avverranno con tondini in acciaio ad aderenza migliorata di lunghezza pari alla somma dei diametri che dovranno vincolare. I fori, del diametro del tondino, dovranno attraversare completamente i tondoni che si devono vincolare. L'utilizzo delle caviglie in

acciaio dovrà essere previamente concordato con la D.L. ed eseguito facendo attenzione che i lati da infiggere siano fatti penetrare completamente nel tondone e che non si determinino cricche o fratture nelle pieghe.

Il materiale di riempimento dovrà essere accuratamente collocato, in modo da evitare che possa fuoriuscire dalla struttura in legname.

Le ali della briglia potranno essere, su indicazione della D.L., ulteriormente riempite con terra e materiale vegetale vivo (talee di salice, ecc.), nel qual caso il materiale di riempimento dovrà essere compattato, ricorso dopo ricorso, per formare il piano di posa del materiale vegetale, il quale dovrà essere subito ricoperto da uno strato di terra che ne impedisca il movimento accidentale.

Le giunte dovranno essere fatte preferibilmente a fetta di salame, con una inclinata compresa tra i 45° e i 30°, secondariamente a sedia. Comunque i pezzi da unire dovranno essere perfettamente combacianti. Le giunzioni tra i correnti dovranno essere sempre eseguite in corrispondenza di un traverso inferiore e dovranno essere fra di loro sfalsate in altezza, per non creare una continuità di punti deboli nella struttura.

Il materiale vegetale, costituito da talee, dovrà essere preparato in pezzi da non meno di 80-100cm di lunghezza, con taglio netto e perpendicolare, appena prima della messa in opera e subito coperto da materiale terroso, avendo cura che lo sporto a vista sia contenuto in non più di 5 cm.

E' ammesso, previo benestare della stazione appaltante e tramite il Direttore dei lavori, il riutilizzo delle traversine ferroviarie in disuso o dei pali del telefono, ma con le prescrizioni e procedure di cui al DM 5/2/1998 e con le marchiature indelebili che indichino il divieto di utilizzo come combustibile domestico. La modalità di posa delle traversine ferroviarie dovrà garantire la perfetta stabilità dell'opera ultimata, pertanto correnti e traversi dovranno essere posizionati di piatto uno sull'altro e non di coltello. Il materiale di riempimento dovrà essere di dimensioni minime maggiori delle altezze libere delle finestrate fra un corrente e l'altro.

Scogliere di difesa intasate con terra agraria e materiale vegetale vivo:

Il materiale lapideo dovrà essere costituito da massi in pietra naturale, privi di fessurazioni o venature in atto, di volume non inferiore a 0.3mc e di peso superiore a ql 8.

Dovranno essere previamente realizzate opere di aggotamento del corso d'acqua interessato, in modo tale da poter lavorare sempre in assenza d'acqua. Successivamente si dovrà procedere con lo scavo di fondazione della scogliera che dovrà poi essere

immorsata per circa 1 m al di sotto del piano dell'alveo. Ogni singolo masso dovrà essere posizionato su apposito letto in terra vagliata e successivamente intasato con uno strato di terra che assumerà il ruolo della malta cementizia nelle murature.

La posa in opera del materiale vegetale vivo dovrà essere contestuale all'esecuzione della scogliera stessa. Dovrà essere inserito a tergo della struttura in massi un adeguato strato di terreno agrario con tessitura franco sabbiosa, così come tra un masso e l'altro. Fra i massi verranno adagiati e subito rinfiancati, con uno strato di terra adeguato, gli astoni, prima di procedere con il posizionamento dei massi successivi. Tale sistema deve garantire l'integrità dell'astone. Eventuali zolle erbacee provenienti da precedenti sbancamenti e/o piantine radicate arbustive, potranno essere collocate negli interstizi fra i massi successivamente alla costruzione dell'intera opera.

#### Georeti e geojute:

La posa delle georeti o geojute dovrà avvenire, previa lavorazione del terreno, sia in pendenza che in situazioni semipianeggianti, mediante adeguati spianamenti, livellamenti e spietramenti. Per una corretta funzionalità è necessario che il piano di posa sia il più possibile privo di sporgenze, spuntoni, rapida sequenza di depressioni o cumuli, e sia privo dunque di rocce acuminate o trovanti, nonché di ceppaie, a meno che la D.L. non consenta l'accerchiamento delle stesse. In ogni caso, prima dell'operazione di stesura dei teli (a procedere dall'alto verso il basso) è obbligatorio procedere ad una ricognizione con la D.L. per l'approvazione al prosieguo dell'opera. I teli dovranno essere giustapposti l'uno con l'altro con una leggera sovrapposizione (10-20cm). I vincoli con il terreno (picchetti, chiodature, ecc.) dovranno essere in numero adeguato per prevenire qualsiasi fenomeno di svuotamento, di strappo dei teli o apertura dei lembi e dovranno, per questo, essere infissi procedendo dall'alto verso il basso. Inoltre dovranno essere sufficientemente conficcati nel terreno in modo da penetrare negli strati più compatti e in modo che non sia possibile l'estrazione manuale. Le legature eventuali dovranno avvenire in modo radiale rispetto ad ogni picchetto almeno in sei direzioni dal centro e devono essere in grado, per numero e sezione, di contrastare il sollevamento del telo o dello strato eventualmente sovrapposto al telo stesso. Per ragioni anche inerenti la sicurezza dei lavoratori è necessario che le legature vengano eseguite in modo tale i cavi, funi o fili adoperati siano posti a diretto contatto del terreno in ogni punto, diversamente si dovrà procedere alla infissione di un ulteriore vincolo.

#### Idrosemina:

In particolare per quanto concerne l'idrosemina sui versanti prospicienti il canale scolmatore, dovranno essere seguiti i criteri, le modalità e i miscugli derivanti dalla sperimentazione sugli sterili di cava effettuata nel 1999, ovvero idrosemina semplice con miscuglio arricchito di ampia varietà di sementi di provenienza autoctona o di area geograficamente vicina su substrato di terra agraria con un buon tenore organico (> di qualche punto percentuale) o compost, con quantità di seme vicini a 20gr/mq. Dovrà inoltre adoperarsi concime e collante organico. Il Miscuglio arricchito sarà formato da:

#### Graminacee:

Festuca rubra 16.7%, Festuca arundinacea 5%, Bromus inermis 1.7%, Phleum pratense 8.3%, Lolium perenne 12.5%, Poa pratensis 5%, Dactylis glomerata 6.7%, Festuca pratensis 4.2%, Poa trivialis 1.7%

#### Leguminose:

Lotus corniculatus 0.8%, Medicago lupulina 4.2%, Trifolium hybridum 4.2%, Trifolium repens 4.2%, Trifolium pratense 1.7%, Medicago sativa 4.2%, Onobrichis sativa 1.7%, Vicia sativa 1.7%, Vicia villosa 1.7%.

#### Altre specie:

Coronilla varia 2,8%, Cynodon dactylon 2.8%, Holcus lanatus 2.8%, Molinia coerulea 2.8%, Plantago lanceolata 2.8%, Sanguisorba minor 2.8%.

#### Opera di sfioro:

L'opera di sfioro del bacino è costruita in pietrame e cemento a gravità, con le dimensioni previste negli elaborati grafici: dovrà essere eseguito il piano di posa scavato in roccia e dovrà essere impiegato materiale lapideo, privo di materiale organico, di circa 30cm di diametro medio, prelevato da cave di prestito all'interno della miniera, con le dovute cautele e accorgimenti per evitare di produrre polveri. Il pietrame dovrà essere posizionato in opera e distribuito eterogeneamente nel getto di cls: operazione che dovrà essere effettuata intervallandola con il getto del cls. Nel caso di riseghe della struttura, o in caso di intervalli nella esecuzione delle opere, è obbligatorio inglobare nel getto dei ferri di ripresa, in numero idoneo per consentire una adeguata saldatura fra i getti delle parti combacianti. La struttura a vista dovrà avere caratteristiche di muratura in pietrame cementato, dovrà quindi essere ben riconoscibile la pietra quale elemento preponderante e il cls quale elemento di coesione. Dovranno inoltre essere realizzate idonee cuciture in roccia costituite da ancoraggi formati da barre in acciaio ad aderenza migliorata del diametro di

almeno 24mm da immergere nelle pareti e sul fondo della matrice rocciosa per almeno 1 m e all'interno della struttura per almeno 50cm, previa perforazioni inclinate del diametro di circa 40mm, con successiva iniezione di boiaccia fluida di cemento eseguita attraverso i fori per tiranti. Particolare cura dovrà essere posta nella messa in opera del rivestimento della gaveta in lastre di sienite o diorite dello spessore minimo di circa 15cm, lavorati a superficie perfettamente piana ed a punta grossa sulla faccia a vista, della larghezza da 30 a 45cm, lunghezza complessiva 110 cm, sporgenti verso valle di 10 cm, posati di piatto sulla muratura e vincolati con malta di cemento 38.5 R e con barre in acciaio ad aderenza migliorata Feb44k (2 per ogni elemento) del diametro di 20 mm e della lunghezza di 40 cm fissati, previa perforazione, con malta antiritiro tricomponente a base di resine epossidiche ad alta resistenza. Le lastre dovranno essere perfettamente combacianti fra loro: dovrà comunque essere ridotto al minimo indispensabile la dimensione del giunto tra una lastra e l'altra.

Sistemazione delle scarpate prospicienti l'opera di sfioro:

Trattasi di un lavoro da effettuarsi sulle pendici sovrastanti il canale scolmatore. Consiste in una riprofilatura delle sconessioni esistenti (disgaggi eventuali compresi) per permettere la preparazione di un piano di posa sufficientemente regolare, quindi nella fornitura e stesa di uno strato di terra agraria di spessore medio di circa 10cm da spargere dall'alto verso il basso tramite l'utilizzo di eventuale pista di servizio da realizzare a monte (per la pendice in sponda dx idr.). Successivamente verrà posta in opera una georete in juta adeguatamente picchettata e vincolata al terreno, sopra la quale dovranno essere posizionate le palizzate vive. Da ultimo verrà eseguita un'idrosemina su tutta la superficie dei versanti interessati dall'intervento in questione. In sede di direzione lavori può essere modificata la successione dei lavori, in funzione delle pendenze effettive dei versanti e del materiale costituente il piano di posa: non si esclude la possibilità di realizzare prima le gradonature con le palizzate, quindi la stesa della terra agraria e successivamente la posa della geojuta. In questo caso i teli dovranno essere tagliati in corrispondenza dei tondoni delle palizzate affinché possano perfettamente aderire al piano di posa e per consentire la messa a dimora delle piantine sul gradone costituito dalle palizzate. Non sarà accettato che i tondoni in legname siano coperti dai teli. Tutti i movimenti terra dovranno essere eseguiti ad umido, in modo da evitare il sollevamento di polveri.

In sostituzione della terra agraria, previa accettazione della D.L. e agli stessi patti e condizioni economiche, sarà possibile utilizzare, come substrato, del compost di qualità e in spessori ridotti (>5cm).

Opera di imbocco in c.a.

E' un'opera che permette il convogliamento delle acque provenienti da monte all'interno della tubazione circolare esistente che sottopassa il piazzale di lato agli stabilimenti. Saranno eseguite diverse lavorazioni: livellamento del terreno alle quote di progetto e costruzione di muri in c.a. perimetrali previo lo scavo delle pareti (in roccia sp. sin. idr. e in materiale sciolto sp. dx. idr.). In particolare per la costruzione dei muri dovrà essere utilizzato regolare ponteggio o piano di lavoro (non saranno accettate scale o altri mezzi di sollevamento che non garantiscano requisiti di sicurezza assoluta per i lavoratori). Dovrà quindi essere realizzato il muro in c.a. di separazione tra la rampa di accesso e la platea di raccordo briglia-intubamento realizzata in pietrame cementato. A tergo dei muri perimetrali dovrà essere realizzato apposito drenaggio mediante messa in opera di materiale a pezzatura variabile in strati dal più grossolano (tipo ciottoloni, in basso) al più fine (tipo ghiaia, in alto) da prelevare da cumuli presenti all'interno della miniera. L'acqua proveniente dal drenaggio sarà convogliata all'interno dell'opera di sfioro, mediante barbacani, in misura non inferiore a 1 ogni 4mq. Sarà impiegato pietrame privo di materiale organico delle dimensioni di circa 30cm di diametro medio prelevati da cave di prestito all'interno della miniera, con le dovute cautele e accorgimenti per evitare di produrre polveri. Il materiale lapideo dovrà essere posizionato in opera distribuendolo eterogeneamente nel getto di cls: il pietrame che risulterà a vista dovrà essere immerso adeguatamente nel getto in modo da evitare l'estrazione del concio. La superficie finita dovrà risultare scabra ma regolare, priva di grosse sporgenze, e con un rapporto in superficie pietra-cemento pari almeno a 3/1. Anche la rampa di accesso dovrà essere rivestita con materiale lapideo legato con malta cementizia.

Briglia selettiva con pettine

Sarà costituita da una fondazione in c.a. nella quale saranno vincolati dei profilati tubolari trafilati in ferro zincato del diametro di 10cm. Il riempimento con malta cementizia avrà la funzione di impedire l'ingresso di acqua all'interno del profilato, pertanto dovrà essere garantito il perfetto intasamento ed eventualmente l'impermeabilizzazione con resine

idrorepellenti e antiritiro nella parte sommitale. Fondazione e platea dovranno formare, a opera finita, un corpo unico.

#### Cunetta in pietrame

Il materiale lapideo da reperire in loco all'interno dell'area della miniera, sarà costituito da pietrame il più possibile di forma allargata e appiattita. Le lastre dovranno essere infisse di taglio e giustapposte, in un sottofondo di magrone, con cordolatura longitudinale in pietrame con elementi dello stesso tipo; lo scavo dovrà essere realizzato con pareti laterali verticali, diversamente si dovrà ricorrere a casserature a perdere. Il magrone di base dovrà consentire l'operazione di inserimento manuale del materiale lapideo. In seguito (anche per tranches) dovrà essere realizzato l'intasamento con ulteriore malta cementizia degli interstizi. Dovranno essere particolarmente curate le pendenze sia longitudinali che trasversali nonché i raccordi a corda molle con la sede stradale.

#### Piste di servizio

Saranno costruite nel rispetto delle norme vigenti e corrispondenti all'utilizzo che se ne deve fare. Nel prezzo sono compresi, oltre agli scavi, livellamenti, stabilizzazione del fondo, pulizie e tagli dei polloni, anche eventuali piccole opere d'arte in legname e pietrame che risultassero necessarie per la stabilità dell'opera (anche se provvisoria) e idrosemine per il consolidamento dei versanti. Sarà cura dell'Impresa evitare la formazione di polveri causate dai movimenti terra, intervenendo con adeguati bagnamenti.

## Stima dei costi

Relativamente alle considerazioni economiche riguardanti gli interventi in progetto, si allega, un computo metrico estimativo, suddiviso in opere a corpo e a misura e opere in economia, derivanti, per le voci elementari, da prezziari regionali e, per le voci composte, da specifiche analisi.

### *Costi della sicurezza*

Ai sensi dell'art. 31 comma 2 della L. 109/94 e s.m.i. gli oneri relativi alla sicurezza vanno evidenziati nei bandi di gara e non sono soggetti a ribasso d'asta.

Detti costi sono così individuati:

O.D. – Oneri considerati direttamente nelle voci di elenco dei lavori –

Questi oneri derivano dall'incidenza percentuale del fattore K rispetto alle voci dei lavori computati in fase di progetto dell'opera (riconducibili alle effettive lavorazioni relative alla realizzazione dell'opera) che contemplano anche una quota-parte relativa alla sicurezza. La determinazione avviene con l'applicazione di un coefficiente variabile a seconda delle caratteristiche esecutive e degli apprestamenti necessari alla realizzazione dell'opera e che indicativamente si attesta su una forbice compresa tra 0 e 8%, e quindi con valori massimi poco più alti di 1/3 delle spese generali previste nei prezziari e indicanti la quota relativa alla sicurezza.

Questi oneri, inclusi nelle spese generali dell'impresa, derivano dall'incidenza percentuale della logistica, dell'organizzazione del cantiere e apprestamenti, della gestione del personale sia direzionale che amministrativo che operativo (formazione ed informazione, riunioni periodiche, ecc.), della dotazione dei dispositivi di protezione individuale, del coordinamento e consultazione del RLS e/o RLST. Sono valutati attraverso l'analisi della stima delle opere dove per ogni singola voce sui individua l'incidenza delle misure di sicurezza previste.

I criteri mediante i quali sono individuati i valori min. e max. dell'indice k sono:

- statistiche infortuni, fonte INAIL (quando disponibili)
- indice di frequenza infortuni, fonte INAIL (quando disponibili)
- attività lavorativa presa in considerazione
- rischi insiti nell'attività lavorativa presa in considerazione

Sulla base delle categorie dei lavori si è formulata una percentuale della manodopera relativa a ciascuna di esse. Il coefficiente k tiene in considerazione il rischio specifico di



ogni lavorazione in misura necessariamente dipendente dalla maggiore o minore influenza della manodopera.

Si tenga conto che per i lavori di ingegneria naturalistica la manodopera è elevata anche rispetto la categoria dei lavori edili e si aggira sul 60%, dunque anche i rischi sono mediamente più elevati.

O.S.C. – Oneri specifici compresi nelle voci di computo –

Sono oneri dovuti al cantiere specifico, ma non aggiuntivi in quanto sono già stati valutati e compresi all'interno dei costi delle opere previste nel computo delle opere.

O.S.A.– Oneri specifici ed aggiuntivi dell'opera -

Questi oneri derivano da stima analitica dei costi per lavori e/o apprestamenti aggiuntivi alle voci dei lavori da computare in fase di progetto dell'opera. Sono costi indispensabili al fine di conseguire la massima sicurezza; esulano dall'ordinario di cantiere e pertanto derivano da situazioni proprie e particolari del cantiere in oggetto.

I totali degli O.D., O.S.C. ed O.S.A. costituiranno i parziali da sommare al fine di poter ricavare il definitivo costo della sicurezza.

In conclusione, l'incidenza media della sicurezza intesa come il rapporto tra la somma degli oneri diretti, indiretti, speciali e il costo di costruzione dell'intervento è pari a **17.90%**.

I costi relativi alla presenza dell'AMIANTO in cantiere, sono stati valutati direttamente dall'Amministrazione Appaltante tramite uno studio approfondito. Essa prevede di assumersi direttamente e con fondi specifici l'onere della tutela e salute dei lavoratori dipendenti della Società stessa e anche eventualmente quelli dipendenti da imprese esterne. Sono valutati nei costi a carico dell'amministrazione gli impianti di decontaminazione (docce e spogliatoi), l'acquisto e la fornitura dei D.P.I. specifici, le apparecchiature e le procedure di decontaminazione (depuratori, impianti di lavaggio, ecc).

Inoltre si precisa che si è tenuto conto di interventi specifici all'interno delle fasi operative e delle tipologie esecutive (es. bagnamento preventivo e contestuale ai movimenti terra, ecc.), della presenza di fibra di amianto.

Si precisa che non sono stati considerati oneri relativi alla direzione dei lavori, ai collaudi ed al coordinamento per la sicurezza, in quanto si presume che questi compiti vengano svolti direttamente dalla R.S.A., attraverso personale dipendente.

<b>QUADRO RIASSUNTIVO</b>		
TOTALE LAVORI A MISURA	146 498 128	
TOTALE LAVORI A CORPO	34 408 000	
TOTALE LAVORI IN ECONOMIA	6 674 740	
<b>IMPORTO TOTALE DEI LAVORI</b>	<b>187 580 868</b>	
ONERI DI SICUREZZA SPECIFICI AGGIUNTIVI	29 900 000	
<b>COSTO COMPLESSIVO DELL'INTERVENTO</b>	<b>217 480 868</b>	<b>217 480 868</b>
Importo lavori soggetto a ribasso d'asta	<b>176 592 094</b>	
Oneri di sicurezza non sottoposti a ribasso d'asta	40 888 774	
<b>SOMME A DISPOSIZIONE:</b>		
Spese tecniche di progettazione	17 473 109	
Contrib. Previdenziale	348 742	
IVA su lavori e spese tecniche	41 073 344	
Imprevisti (compresa IVA)	3 523 937	
<b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE</b>	<b>62 419 132</b>	<b>62 419 132</b>
<b>TOTALE GENERALE</b>		<b>279 900 000</b>

## VERIFICHE E DIMENSIONAMENTI

## Dimensionamento briglie sez. 21bis e 24bis

PROGETTO DELLA BRIGLIA A GRAVITA' IN LEGNAME E PIETrame SU SCOLMATORE

calcoli validi per larghezza unitaria convenzionale

PORTATA DI PROGETTO	Q =	5.00 Mc/sec.	per Tr. = 200 anni
altezza totale della briglia	z =	2 m	
larghezza media della gaveta	l =	2.66 m	
spessore gaveta	g =	1.00 m	
altezza d'acqua a monte	h =	0.98 m	
altezza d'acqua sulla gaveta	h' =	0.65 m	$h' = h * 2/3$
larghezza base briglia	b' =	1 m	
larghezza della fondazione	b =	2.50 m	
profondità della fondazione	pr =	0.80 m	
peso specifico dell'acqua	gamma =	1100 kg/mc	
peso specifico dell'opera	gamma' =	2500 kg/mc	

### VERIFICA STATICA

spinta idrostatica sul paramento	s =	7315 kg	$s = \text{gamma} * ((z+h+pr+h)/2) * (z+pr) * 1$
coeff. di riduzione sottospinta	m =	0.20	
sottospinta sulla fondazione	ss =	1038 kg	$ss = 1/2 * \text{gamma} * (z+h+pr) * b * m$

### VERIFICA A RIBALTAMENTO

#### FORZE RIBALTANTI

spinta idrostatica sul paramento	s =	7315 kg
braccio vert.	bs =	1.13 m
sottospinta sulla fondazione	ss =	1038 kg
braccio orizz.	bss =	1.88 m
momento ribaltante	Mr =	10218 kg*m

#### FORZE STABILIZZANTI

peso acqua sopra copetina	pac =	715 kg	
braccio orizz.	bpac =	1 m	
peso rettangolo d'acqua	pra =	3272.5 kg	
braccio rettangolo d'acqua	bpra =	2 m	
peso corpo briglia	P'	5000 kg	
braccio orizz.	bP' =	1 m	
peso fondazione	Pf =	5000 kg	
braccio orizz.	bPf =	1.25 m	
momento stabilizzante	Ms =	18510 kg*m	
coeff. di sicurezza		1.81 >= 1.50	verificato

### VERIFICA A SCORRIMENTO

coeff. di attrito spinta or. resistenza	f =	0.8 7315 kg 11190 kg	
coeff. di sicurezza		1.53 >= 1.30	verificato

#### VERIFICA A SCHIACCIAMENTO

somma vettoriale dei momenti	Ms-Mr=	10244 kg*m	
forze verticali	N=	13988 kg	
braccio		0.73 m	
larghezza base	b =	2.50 m	
eccentricità		0.52 m	
pressione massima sigma terreno	sigma'= sigma t =	1.27 kg/cmq 20.0 kg/cmq	
coeff. di sicurezza		15.75 > 1.50	verificato

## Dimensionamento opera di sfioro

PROGETTO DELLO SFIORO DEL CANALE  
SCOLMATORE

calcoli validi per larghezza unitaria convenzionale

PORTATA DI PROGETTO	Q =	5.00 mc/sec.	per Tr. = 200 anni
altezza totale della briglia	z =	1 m	
larghezza media della gaveta	l =	3.50 m	
spessore gaveta	g =	1.00 m	
altezza d'acqua a monte	h =	0.98 m	valore cautelativo sopra il massimo
altezza d'acqua sulla gaveta	h' =	0.65 m	h'=h*2/3
larghezza base briglia	b' =	1 m	
larghezza della fondazione	b =	2.00 m	
profondità della fondazione	pr =	0.80 m	
peso specifico dell'acqua	gamma =	1100 kg/mc	
peso specifico dell'opera	gamma' =	2500 kg/mc	

### VERIFICA STATICA

spinta idrostatica sul paramento	s =	3069 kg	$s = \gamma * ((z+h'+pr+h)/2) * (z+pr) * 1$
coeff. di riduzione sottospinta	m =	0.20	
sottospinta sulla fondazione	ss =	0 kg	non esiste (roccia compatta)

### VERIFICA A RIBALTAMENTO

#### FORZE RIBALTANTI

spinta idrostatica sul paramento	s =	3069 kg
braccio vert.	bs =	0.88 m
sottospinta sulla fondazione	ss =	0 kg
braccio orizz.	bss =	0.00 m
momento ribaltante	Mr =	2710 kg*m

#### FORZE STABILIZZANTI

peso acqua sopra copertina	pac =	715 kg	
braccio orizz.	bpac =	1.5 m	
peso corpo briglia	P' =	2500 kg	
braccio orizz.	bP' =	1.5 m	
peso fondazione	Pf =	4000 kg	
braccio orizz.	bPf =	1 m	
momento stabilizzante	Ms =	8823 kg*m	
coeff. di sicurezza		3.26 >= 1.50	verificato

### VERIFICA A SCORRIMENTO

coeff. di attrito	f =	0.8	
spinta or.		3069 kg	
resistenza		5772 kg	
coeff. di sicurezza		1.88 >= 1.30	verificato

## VERIFICA A SCHIACCIAMENTO

somma vettoriale dei momenti forze verticali	Ms-Mr=	6113 kg*m	
Braccio	N=	7215 kg	
larghezza base		0.85 m	
Eccentricità	b =	2.00 m	
		0.15 m	entro il terzo medio
pressione massima	sigma' =	0.57 kg/cmq	
sigma terreno	sigma t =	20.0 kg/cmq	
coeff. di sicurezza		35.09 > 1.50	verificato





## Dimensionamento statico muro opera di imbocco

Il presente capitolo tratta il dimensionamento delle opere in c.a. del canale scolmatore del lago formatosi all'interno dell'ex bacino di coltivazione. Le opere in c.a. previste sono collocate all'interno della zona d'intervento n. 2 (opera d'imbocco) e consistono in muri di contenimento.

Il dimensionamento statico del muro in c.a. è stato eseguito per il muro più alto, avente altezza pari a 3,10m.

### Caratteristiche terreno

Angolo di attrito interno  $\varphi = 30^\circ$

Peso specifico  $\gamma_t = 1,8 \text{ t/mc}$

$\sigma_{am} = 1,5 \text{ kg/cmq}$

### Caratteristiche materiali

Acciaio FeB 44K  $\sigma_{am} 2.600 \text{ kg/cmq}$

Calcestruzzo Rck 250 con  $\sigma_{am} 85 \text{ kg/cmq}$

### Dimensionamento muro

Riferimento fig. 1

$$P_1 = 0,30 \times 3,10 \times 2,5 \times 1,00 = 2.340 \text{ kg} \quad a_1 = 1,15 \text{ mt}$$

$$P_2 = 1,90 \times 0,40 \times 2,5 \times 1,00 = 1.900 \text{ kg} \quad a_2 = 0,95 \text{ mt}$$

$$P_3 = 0,60 \times 1,8 \times 1,00 \times 3,10 = \underline{3.370 \text{ kg}} \quad a_3 = 1,60 \text{ mt}$$

$$\text{Totale} \quad 7.610 \text{ kg}$$

$$S_a = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot h^2 \cdot \text{tg}^2(45 - \varphi/2) = 3.675 \text{ kg} \quad h/3 = 1,16 \text{ mt}$$

$$S'_a = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot h_1^2 \cdot \text{tg}^2(45 - \varphi/2) = 9975 \text{ kg} \quad h_1 = 0,27 \text{ mt}$$

### VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

#### Verifica al ribaltamento

$$M_R = S_a \cdot \frac{h}{3} = 4.263 \text{ kgm}$$

$$M_S = P_1 \cdot a_1 + P_2 \cdot a_2 + P_3 \cdot a_3 = 9.888 \text{ kgm}$$

$$\eta_r = \frac{M_S}{M_R} = 2,31 > 1,50$$

### **Verifica allo scorrimento**

$$\eta_s = \frac{\Sigma P \cdot kg \varphi + S_a \cdot \frac{1}{2}}{S_a} = 1,33 > 1,3$$

nella verifica allo scorrimento si è considerata solo la metà della spinta attiva a favore di sicurezza; essendo infatti il fondo vasca e rampa pavimentato, non sono possibili scalzamenti e quindi la spinta attiva dovrebbe essere considerata per intero.

### **Verifica tensioni sul terreno**

$$e = \frac{M_S - M_R}{\Sigma P} = 0,74 \text{ nt}$$

$$\text{quindi } e_1 = 0,95 - 0,74 = 0,21 < 0,31$$

$$\text{quindi: } \sigma_{T \max} = \frac{\Sigma P}{100 \times 190} \left( 1 + \frac{6,91}{190} \right) = 0,79 \text{ kg/cmq} < 1,50$$

### **Verifica armatura fusto**

Consideriamo il fusto del muro incastrato nella fondazione secondo lo schema statico indicato in figura 2; e a favore di sicurezza consideriamo la spinta totale  $S_a = 3.675 \text{ kg}$

$$M_{\max} = \frac{P \cdot L}{3} = 3.797 \text{ kgm}$$

avendo disposto un'armatura di  $1\phi 16/20$  si ottiene  $A_f = 10 \text{ cmq}$      $b = 100 \text{ cm}$      $h = 28 \text{ cm}$

$$\text{quindi } x = \frac{m \cdot A_f}{b} \sqrt{1 + \frac{b \cdot h}{m \cdot A_f}} = 7,78 \text{ cm}$$

$$\sigma_c = \frac{2M}{b \cdot x \left( h - \frac{x}{3} \right)} = 38,38 \text{ kg/cmq} < 85$$

$$\sigma_t = \frac{M}{A_f \left( h - \frac{x}{3} \right)} = 1494 \text{ kg/cmq} < 2600$$

FIGURA 1

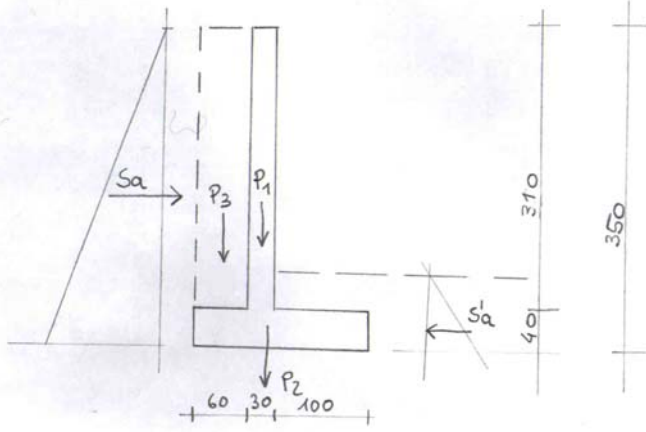


FIGURA 2

