



Provincia del MEDIO CAMPIDANO
Provincia di CAGLIARI

Comuni di Furtei, Guasila, Segariu e Serrenti

Località: area mineraria di Santu Miali

Attività di bonifica, messa in sicurezza e ripristino

PROGETTO DEFINITIVO - OPERATIVO



Elaborato SMF.10.00

PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI DI ESTRAZIONE PIANO DI EMERGENZA INTERNO

Rev. 00

Data: settembre 2017

Convenzione relativa a: Area mineraria denominata Santu Miali. Prosecuzione delle attività di custodia, gestione e messa in sicurezza d'emergenza. Avvio delle attività di progettazione definitiva, studio di impatto ambientale e monitoraggio ambientale. Proroga e atto aggiuntivo della convenzione del 08.07.2013, prot. n. 15876/13.



Gruppo di Lavoro

Responsabile del Progetto

Ing. Mario Cabriolu

Elaborazione dei Piani

Ing. Ornella Crobu

Geom. Stefano Cocco

Rag. Andrea Sassu

Consulenza specialistica

P. Ch. Giuseppe Saragat

P.I. Martino Dessì

Ing. Antonio Fanari

Gli allegati al Piano di Gestione dei rifiuti di estrazione che costituiscono parte integrante e sostanziale dello stesso Piano sono i seguenti documenti:

ELABORATI TECNICI

Elaborato SMF.01.01 Relazione Tecnica BS rev1.pdf
Elaborato SMF.01.02 Relazione Tecnica CM rev1.pdf
Elaborato SMF.01.03 Produttività dei mezzi operativi.pdf
Elaborato SMF.01.04 Piano di Monitoraggio.pdf
Elaborato SMF.01.05 Piano di Manutenzione.pdf
Elaborato SMF.03.02 Studio di Stabilità Bacino Sterili.pdf
Elaborato SMF.07.00 Relazione impianto trattamento acque rev1.pdf
Elaborato SMF.10.01 Computo Metrico - Quadro Economico rev2.pdf
Cronoprogramma.pdf

TAVOLE GENERALI

Tavola 1 - Inquadramento Geografico.pdf
Tavola 2 - Ortofotocarta.pdf
Tavola 8 - Stralcio PUC.pdf
Tavola 9 - Carta delle Proprietà pdf
Tavola 10 - Planimetria Generale delle Strutture Minerarie.pdf
Tavola 11 - Carta Della Viabilità Di Cantiere.pdf
Tavola 11.01 rev.01 - Carta Della Viabilità Di Cantiere Haule Road.pdf
Tavola 12.01 rev.01 - Macrofase 1.pdf
Tavola 12.02 rev.01 - Macrofase 2.pdf
Tavola 12.03 rev.01 - Macrofase 3.pdf
Tavola 12.04 rev.01 - Macrofase 4.pdf
Tavola 12.05 rev.01 - Macrofase 5.pdf
Tavola 13 rev.01 - Piano di Monitoraggio.pdf

Cantiere Bacino Sterili

Tavola BAS 01.01.pdf
Tavola BAS 01.02 rev.01.pdf
Tavola BAS 02.00.pdf
Tavola BAS 03.01 rev.01.pdf
Tavola BAS 03.02 rev.01.pdf
Tavola BAS 03.03 rev.01.pdf
Tavola BAS 04.01.pdf
Tavola BAS 04.02.pdf
Tavola BAS 04.03.pdf
Tavola BAS 05.00 rev.02.pdf
Tavola BAS 06.01 rev.01.pdf
Tavola BAS 06.02 rev.01.pdf
Tavola BAS 06.03 rev.01.pdf
Tavola BAS 06.04 rev.01.pdf
Tavola BAS 06.05 rev.01.pdf
Tavola BAS 06.06 rev.01.pdf

Cantiere Heap Leach

Tavola HEL 01.00.pdf
Tavola HEL 02.00.pdf
Tavola HEL 03.00.pdf

Cantiere Is Concas

Tavola ISC 01.00.pdf

Tavola ISC 02.00.pdf

Tavola ISC 03.00 rev.01.pdf

Tavola ISC 04.00.pdf

Cantiere Sa Fronti

Tavola SAF 01.00.pdf

Tavola SAF 02.00.pdf

Tavola SAF 03.00.pdf

Cantiere Santu Miali

Tavola SAM 01.00.pdf

Tavola SAM 02.00.pdf

Tavola SAM 03.00.pdf

Tavola SAM 04.00.pdf

Cantiere Su Masoni

Tavola SUM 01.00.pdf

Tavola SUM 02.01.pdf

Tavola SUM 02.02.pdf

Tavola SUM 03.00.pdf

Impianto Trattamento Acque

Tavola ITA 01.00 rev.02..pdf

Tavola ITA 02.00 rev 01.pdf

Tavola ITA 03.00.pdf

Tavola ITA 04.00 rev.01.pdf

Tavola ITA 05 00.pdf

Sommario

1	Premessa.....	7
2	Generalità sul documento.....	7
3	Piano di gestione dei rifiuti di estrazione.....	11
3.1	La struttura di deposito - bacino sterili dell'area mineraria di Santu Miali.....	11
3.1.1	Generalità.....	11
3.1.2	Estremi autorizzativi.....	12
3.1.3	Descrizione della struttura di deposito.....	13
3.1.4	Problemi riscontrati durante l'esercizio dell'impianto.....	14
3.1.5	Caratterizzazione dei rifiuti costituenti il bacino sterili.....	18
3.1.6	Classificazione della struttura di deposito - bacino sterili.....	20
3.1.7	Le attività previste per la "chiusura" della struttura di deposito.....	22
3.1.7.1	Indagini geostrutturali e di permeabilità.....	22
3.1.7.2	Integrazione barriera verticale impermeabile con jet grouting.....	22
3.1.7.3	Prosciugamento del lago d'acqua sulla spianata.....	23
3.1.7.4	Eliminazione delle acque ristagnanti a valle dell'argine est.....	24
3.1.7.5	Realizzazione di barriera impermeabile integrativa di base.....	24
3.1.7.6	Sistema di raccolta delle acque di drenaggio.....	25
3.1.7.7	Stesa dei materiali e realizzazione dello strato drenante.....	25
3.1.7.8	Compatibilità dei residui da abbancare - classificazione.....	26
3.1.7.9	Copertura finale.....	29
3.1.7.10	Canalette di raccolta delle acque meteoriche.....	30
3.1.7.11	Impermeabilizzazione e copertura finale degli argini est ed ovest.....	31
3.1.7.12	Interventi di rivegetazione.....	31
3.1.7.13	Attività di post-gestione.....	32
3.2	Attività ulteriori di gestione di rifiuti di estrazione.....	33
3.2.1	Discarica Sa Fronti.....	33
3.2.1	Caratterizzazione dei rifiuti costituenti la discarica di Sa Fronti.....	37
3.2.2	Classificazione della struttura di deposito - discarica di Sa Fronti.....	38
3.2.3	Heap Leach.....	39
3.2.3.1	Caratterizzazione dei rifiuti costituenti il cumulo dell'Heap Leach.....	42
3.2.3.2	Classificazione della struttura di deposito - cumulo Heap Leach.....	42
3.2.4	Cantiere di Su Masoni.....	43
3.2.4.1	Caratterizzazione dei rifiuti costituenti la discarica di Su Masoni.....	46
3.2.4.2	Classificazione della struttura di deposito - discarica di Su Masoni.....	46
4	Piano di emergenza interno.....	47
4.1	Scopo.....	47
4.2	Struttura del Piano di emergenza interno.....	48
4.2.1	Analisi degli incarichi e dei compiti.....	48
4.2.1.1	Incaricati.....	48
4.2.1.2	Compiti.....	49
4.2.1.3	Pronto Intervento.....	49

4.2.1.4	Emergenza	49
4.2.1.5	Incidenti.....	50
4.3	Formazione e informazione	50
4.4	Dispositivi di protezione individuale	50
4.5	Piano di protezione dei lavoratori.....	51
4.6	Contatti esterni	52
4.7	Tipologie di lavoro e di impianti.....	53
4.8	Scenari ipotetici.....	54
4.8.1	Area di scavo e carico su automezzo.....	55
4.8.2	Trasporto dall'area di scavo al bacino sterili.....	56
4.8.3	Scarico e sistemazione definitiva nel bacino sterili	56
4.8.4	Gestione post chiusura.....	56
4.8.5	Collettamento acque contaminate dalla spianata e dallo scarico del dreno del bacino sterili all'impianto di trattamento centralizzato ubicato nell'ex area impiantistica	57
4.8.6	Gestione della fase di chiusura del bacino sterili	57
4.9	Schede di intervento	62
5	Allegato 1 - Apparecchiature di sicurezza	91
6	Allegato 2 - Elenco degli incaricati e numeri di telefono.....	92
7	Allegato 4 - Recapiti telefonici Contatti Esterni	93
8	Allegato 3 - Modelli di comunicazione standard verso gli Enti esterni	94
9	Allegato 5. Aspetti idrologici area bacino sterili.....	95

1 Premessa

La presente documentazione è stata elaborata in base a quanto richiesto dall'Assessorato dell'Industria della Regione Sardegna - Servizio Attività Estrattive, con la nota prot. n. 10289 del 29 marzo 2017 che ha fatto seguito alla nota dello stesso Servizio prot. n. 10287 del 29.03.2017 con la quale si riconosce la legittimità formale e sostanziale dell'applicazione del D.Lgs. 117/2008 alle attività di chiusura e post gestione della struttura di deposito del bacino sterili.

Tale disposizione è conseguenza dell'analisi, per quanto riguarda le acque presenti nella spianata del bacino sterili di origine mista (acque industriali prodotte durante le lavorazioni minerarie, acque zenitali, acque di ricircolo dei permeati/percolati del bacino, acque provenienti dai vuoti minerari), della possibilità della loro assimilazione a rifiuti di estrazione ai sensi del D.Lgs. 117/08, così come prospettato dal Ministero dell'Ambiente, nella nota prot. 0022546 del 25.11.2017. Nella suddetta nota il Ministero, pronunciandosi a seguito di specifica richiesta dell'Assessorato dell'Ambiente della Regione Sardegna - Servizio Tutela dell'Atmosfera e del Territorio, ha ritenuto applicabili per le suddette acque presenti nella spianata del bacino sterili le pertinenti disposizioni del D.Lgs. 117/2008.

2 Generalità sul documento

Il Piano di Gestione dei rifiuti di estrazione è un documento prescritto dall'art. 5 del D.Lgs. 117/2008 che così recita:

“Art. 5. Piano di gestione dei rifiuti di estrazione

1. L'operatore elabora un piano di gestione dei rifiuti di estrazione per la riduzione al minimo, il trattamento, il recupero e lo smaltimento dei rifiuti stessi, nel rispetto del principio dello sviluppo sostenibile.

2. Il piano di gestione di cui al comma 1 e' volto a:

a) prevenire o ridurre la produzione di rifiuti di estrazione e la loro pericolosità, in particolare:

1) tenendo conto della gestione dei rifiuti di estrazione nella fase di progettazione e nella scelta del metodo di estrazione e di trattamento dei minerali;

2) tenendo conto delle modifiche che i rifiuti di estrazione possono subire a seguito dell'aumento della superficie e dell'esposizione a particolari condizioni esterne;

3) prevedendo la possibilità di ricollocare i rifiuti di estrazione nei vuoti e volumetrie prodotti dall'attività estrattiva dopo l'estrazione del minerale, se l'operazione e' fattibile dal punto di vista tecnico e economico e non presenta rischi per l'ambiente, conformemente alle norme ambientali vigenti e, ove pertinenti, alle prescrizioni del presente decreto;

4) ripristinando il terreno di copertura dopo la chiusura della struttura di deposito dei rifiuti di estrazione o, se non fosse possibile sotto il profilo pratico, riutilizzando tale terreno altrove;

5) impiegando sostanze meno pericolose per il trattamento delle risorse minerali;

b) incentivare il recupero dei rifiuti di estrazione attraverso il riciclaggio, il riutilizzo o la bonifica dei rifiuti di estrazione interessati, se queste operazioni non comportano rischi per l'ambiente, conformemente alle norme ambientali vigenti e, ove pertinenti, alle prescrizioni del presente decreto;

c) assicurare lo smaltimento sicuro dei rifiuti di estrazione a breve e lungo termine, in particolare tenendo conto, nella fase di progettazione, della gestione durante il funzionamento e dopo la chiusura di una struttura di deposito dei rifiuti di estrazione e scegliendo un progetto che:

1) preveda, dopo la chiusura della struttura di deposito dei rifiuti di estrazione, la necessità minima e infine nulla del monitoraggio, del controllo e della gestione di detta struttura;

2) prevenga, o quanto meno riduca al minimo, eventuali effetti negativi a lungo termine, per esempio riconducibili alla fuoriuscita di inquinanti, trasportati dall'aria o dall'acqua, dalla struttura di deposito dei rifiuti di estrazione;

3) garantisca la stabilità geotecnica a lungo termine di dighe o di cumuli che sorgano sulla superficie preesistente del terreno.

3. Il piano di gestione di cui al comma 1 contiene almeno i seguenti elementi:

a) la caratterizzazione dei rifiuti di estrazione a norma dell'allegato I e una stima del quantitativo totale di rifiuti di estrazione che verranno prodotti nella fase operativa;

b) la descrizione delle operazioni che producono tali rifiuti e degli eventuali trattamenti successivi a cui questi sono sottoposti;

c) la classificazione proposta per la struttura di deposito dei rifiuti di estrazione conformemente ai criteri previsti all'allegato II ed in particolare:

1) se e' necessaria una struttura di deposito di categoria A, al piano deve essere allegato in copia il documento di sicurezza e salute redatto ai sensi dell'articolo 6, comma 1, del decreto legislativo n. 624 del 1996, integrato secondo quanto indicato all'articolo 6, comma 3, del presente decreto;

2) se l'operatore ritiene che non sia necessaria una struttura di deposito di categoria A, sufficienti informazioni che giustifichino tale scelta, compresa l'individuazione di eventuali rischi di incidenti;

d) la descrizione delle modalità in cui possono presentarsi gli effetti negativi sull'ambiente e sulla salute umana a seguito del deposito dei rifiuti di estrazione e delle misure preventivi da adottare al fine di ridurre al minimo l'impatto ambientale durante il funzionamento e dopo la chiusura, compresi gli aspetti di cui all'articolo 11, comma 3, lettere a), b), d) ed e);

*e) le **procedure di controllo e di monitoraggio** proposte ai sensi dell'articolo 10, se applicabile, e 11, comma 3, lettera c);*

*f) il **piano proposto per la chiusura**, comprese le procedure connesse al ripristino e alla fase successiva alla chiusura ed il monitoraggio di cui all'articolo 12;*

g) le misure per prevenire il deterioramento dello stato dell'acqua conformemente alle finalità stabilite dal decreto legislativo n. 152 del 2006, parte terza, sezione II, titolo I e per prevenire o ridurre al minimo l'inquinamento dell'atmosfera e del suolo ai sensi dell'articolo 13;

h) la descrizione dell'area che ospiterà la struttura di deposito di rifiuti di estrazione, ivi comprese le sue caratteristiche idrogeologiche, geologiche e geotecniche;

i) l'indicazione delle modalità in accordo alle quali l'opzione e il metodo scelti conformemente al comma 2, lettera a), numero 1), rispondono agli obiettivi di cui al comma 2, lettera a).

[...]

Nel caso in esame il Piano di gestione dei rifiuti di estrazione è relativo alle attività di chiusura e post gestione e pertanto, con riferimento al comma 2 dell'art. 5 del D.Lgs. 117/2008, prenderà in considerazione gli aspetti evidenziati precedentemente con sottolineatura.

Il **Piano di emergenza interno** è un documento previsto dalla normativa di riferimento per la gestione dei rifiuti estrattivi e rientra nel quadro generale degli adempimenti adottati al fine di prevenire gli incidenti rilevanti.

Così come prescritto dal D.Lgs. 117/2008, per ciascuna struttura di deposito di tipologia A è necessario redigere il Piano di emergenza interno e il Piano di emergenza esterno. Il primo è onere dell'operatore, il secondo dell'autorità locale competente per territorio.

Piano di emergenza interno (da qui in avanti denominato "Piano") viene redatto dall'operatore in fase di progettazione e deve garantire la sicurezza in fase di esercizio, di chiusura e di post chiusura della struttura stessa, individuando i potenziali rischi di incidenti rilevanti e adottando le misure necessarie per prevenire tali incidenti.

Il Piano deve contenere le indicazioni di cui all'art.6 del DLgs 117/2008:

Art. 6. Prevenzione di incidenti rilevanti e informazioni

[...]

*6. L'operatore e' tenuto a predisporre, previa consultazione del personale che lavora nello stabilimento, ivi compreso il personale di imprese appaltatrici a lungo termine, il **piano di emergenza interno** da adottare nello stabilimento nei seguenti termini:*

a) per le nuove strutture, prima di iniziare l'attività;

b) per le strutture esistenti, entro un anno dalla data di entrata in vigore del presente decreto; si considerano esistenti le strutture autorizzate o già in funzione alla data di entrata in vigore del presente decreto.

*7. Il **piano di emergenza interno** di cui al comma 6 contiene almeno le seguenti informazioni:*

a) nome e funzione delle persone autorizzate ad attivare le procedure di emergenza e della persona responsabile dell'applicazione e del coordinamento delle misure di intervento all'interno del sito;

b) nome e funzione della persona incaricata del collegamento con l'autorità responsabile del piano di emergenza esterno;

c) per situazioni o eventi prevedibili che potrebbero avere un ruolo determinante nel causare un incidente rilevante, descrizione delle misure da adottare per far fronte a tali situazioni o eventi e per limitarne le conseguenze; tale descrizione comprende le apparecchiature di sicurezza e le risorse disponibili;

d) misure atte a limitare i pericoli per le persone presenti nel sito, compresi sistemi di allarme e le norme di comportamento che le persone devono osservare al momento dell'allarme;

e) disposizioni per avvisare tempestivamente, in caso di incidente, l'autorità incaricata di attivare il piano di emergenza esterno; tipo di informazione da fornire immediatamente e misure per la comunicazione di informazioni più dettagliate appena disponibili;

f) disposizioni adottate per formare il personale ai compiti che sarà chiamato a svolgere e, se del caso, coordinamento di tale azione con i servizi di emergenza esterni;

g) disposizioni per coadiuvare l'esecuzione delle misure di intervento adottate all'esterno del sito.

All'art. 11 comma 6 è detto:

Art. 11. Costruzione e gestione delle strutture di deposito dei rifiuti di estrazione

6. L'operatore notifica con tempestività, e in ogni caso non oltre le 48 ore, all'autorità competente e, per i fini di cui all'articolo 18, comma 2, al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, tutti gli eventi che possano incidere sulla stabilità della struttura di deposito dei rifiuti di estrazione e qualsiasi effetto negativo rilevante per l'ambiente che emerga dalle procedure di controllo e di monitoraggio della struttura di deposito dei rifiuti di estrazione. L'operatore mette in atto il piano di emergenza interno, ove applicabile, e ottempera a qualsiasi altra istruzione dell'autorità competente sulle misure correttive da adottare. L'operatore e' tenuto a sostenere i costi delle misure da intraprendere.

All'art. 12, comma 5:

Art. 12. Procedure per la chiusura delle strutture di deposito dei rifiuti di estrazione e per la fase successiva alla chiusura

[...]

5. Dopo la chiusura di una struttura di deposito dei rifiuti di estrazione l'operatore notifica, senza ritardo, all'autorità competente e, per i fini di cui all'articolo 18, comma 2, al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, tutti gli eventi o gli sviluppi che possono incidere sulla stabilità della struttura di deposito dei rifiuti di estrazione e qualsiasi effetto negativo rilevante per l'ambiente che emerga dalle operazioni di controllo e monitoraggio di cui al comma 3. L'operatore mette in atto il piano di emergenza interno, ove applicabile, e ottempera a qualsiasi altra istruzione dell'autorità competente sulle misure correttive da adottare. L'operatore e' tenuto a sostenere i costi delle misure da intraprendere.

3 Piano di gestione dei rifiuti di estrazione

Il progetto operativo di bonifica dell'area mineraria di Santu Miali è volto in via prioritaria alla messa in sicurezza dei rifiuti di estrazione prodotti in fase di coltivazione mineraria e che costituiscono fonti di contaminazione per l'ambiente.

Sulla principale struttura di deposito, il bacino degli sterili mineralurgici, sarà attuato un intervento di messa in sicurezza permanente. A tal fine il bacino sterili potrà accogliere parte dei rifiuti di estrazione attualmente depositi in discariche minerarie prive di copertura e sottoposte all'azione degli agenti atmosferici. Si tratta delle discariche di Sa Fronti e dell'Heap Leach. Entrambe le discariche saranno integralmente rimosse.

I materiali costituenti la discarica di Sa Fronti saranno messi a dimora nel bacino sterili.

I materiali costituenti la discarica dell'Heap Leach saranno in parte impiegati per il colmamento del bacino sterili e in parte saranno impiegati per il ripristino dei vuoti minerari di Is Concas, Santu Miali est e Su Masoni.

La terza grande discarica di rifiuti di estrazione presente nell'area di Santu Miali, quella denominata di Su Masoni, sarà in parte impiegata per il ripristino dei vuoti di Santu Miali est e Su Masoni e sulla parte residua sarà effettuato un intervento di messa in sicurezza permanente.

Nel seguito si analizzeranno l'insieme delle attività volte alla messa in sicurezza permanente della struttura di deposito-bacino sterili e tutte le attività di rimozione e trasporto dei rifiuti di estrazione.

3.1 La struttura di deposito - bacino sterili dell'area mineraria di Santu Miali

3.1.1 Generalità

Il bacino di decantazione degli sterili al servizio dell'impianto di trattamento dei minerali estratti sorge nel tratto iniziale della valle del Rio S'Alluminu, chiusa a nord dal rilievo di Punta Sebera, a est da quello di Monte Tellura e a sud da quello di Monte Porceddu. Si sviluppa tra le quote 210 e 245 m slm, occupa complessivamente una superficie di circa 20 ettari e su di esso insiste un bacino imbrifero complessivo di circa 0,5 km².

L'ubicazione del deposito ha tenuto conto delle indicazioni derivanti da una serie di indagini geologico-strutturali, idrogeologiche e geofisiche avviate all'epoca di redazione del progetto per lo sfruttamento dei locali giacimenti auriferi.



Fig. 1. Ubicazione del bacino sterili all'interno della concessione mineraria (fonte Google Earth).

3.1.2 Estremi autorizzativi

La SGM, il 5/10/1994, ha ottenuto con Decreto numero 397/A dell'Assessorato Industria della Regione Sardegna, la Concessione Mineraria Santu Miali.

Con tale decreto hanno avuto avvio i lavori di infrastrutturazione del sito minerario fra i quali la preparazione del bacino adibito alla decantazione dei residui industriali costituiti dalle torbide di flottazione.

La SGM infatti ha ottenuto dall'Assessorato Industria della Regione Sardegna il nulla osta alla costruzione del bacino sterili con Autorizzazione Prot. n. 4716/M del 7/12/1994.

Con il benestare della Regione la SGM ha inoltrato domanda di autorizzazione edilizia alla costruzione del muro principale del bacino sterili presso i comuni territorialmente competenti di Guasila e Serrenti.

Il comune di Guasila ha autorizzato la costruzione dell'opera con lettera Prot. 863 datata 01/09/1994 fino ad una quota massima di 250 m s.l.m., mentre il comune di Serrenti ha autorizzato la stessa con lettera prot. 448 datata 19/06/1994.

Il bacino sterili ha ricevuto fanghi sterili dal 1994 al 2003.

A partire dal 2009 nel bacino sono state inviate con continuità le acque di scarico del dreno alla base dello stesso bacino e nei periodi di maggior criticità le acque di origine sotterranea e zenitale presenti nei vuoti minerari.

3.1.3 Descrizione della struttura di deposito

Il bacino sterili è contenuto fra un rilevato di contenimento principale di valle e uno di monte. Il rilevato di contenimento principale, di valle, è costituito da un argine di 45 m di altezza (dislivello piede - cresta dell'argine) e di lunghezza massima pari a circa 190 m. E' stato costruito in due tempi utilizzando metodi costruttivi e materiali del tutto simili a quelli impiegati per una diga in terra.

Le inclinazioni dell'argine sono 20°, quella verso valle, e 30°, quella interna verso monte.

Nella sezione di massima altezza si riconoscono le due altezze (235 m slm e 250 m slm quest'ultima poi arrestatasi a quota 245 m slm), corrispondenti ad altrettante fasi di riempimento, e tre zone, composte con materiali di diverse proprietà.

Infatti, nella parte interna dell'argine, dove è richiesta bassa permeabilità, il progetto prevedeva l'utilizzo di materiale argilloso-roccia alterata ed ossidata (indicata come zona 1); nella parte esterna, dove invece si richiedono funzioni statiche, si prevedeva l'utilizzo di roccia non alterata (zona 3) caratterizzata da pezzatura superiore. Nella parte compresa tra le due era previsto l'utilizzo di roccia di proprietà intermedie (zona 2).

La sopraelevazione dell'argine è stata eseguita con sviluppo verso valle (downstream). In particolare il I stadio si è sviluppato tra le quote 201 m slm (piede) e 235 m slm (cresta dell'argine) e ha richiesto un volume complessivo di materiale pari a circa 120.000 m³; il II stadio si è sviluppato tra la quota 198 m slm e la quota 245 m slm e ha richiesto un volume aggiuntivo di circa 240.000 m³.

Il livello della superficie della spianata del bacino è attualmente in media pari a circa 242,5 m s.l.m.

Tab. 1. Principali caratteristiche dimensionali del bacino degli sterili mineralurgici

Elemento dimensionale	u.m.	Quantità
Superficie complessiva attuale	m ²	199.800
Superficie spianata attuale	m ²	120.000
Volume complessivo attuale	m ³	1.915.000
Superficie spianata corrispondente al livello di colmo	m ²	138.000
Volume complessivo fino a livello di colmo	m ³	2.345.000
Volume residuo disponibile fino a livello di colmo	m³	430.000
<i>Superficie specchio acqua spianata</i>	<i>m²</i>	<i>76.500</i>
<i>Volume laghetto superficiale</i>	<i>m³</i>	<i>91.900</i>

3.1.4 Problemi riscontrati durante l'esercizio dell'impianto

Il bacino sterili fu sottoposto a verifica tra il 13 e il 17 settembre 2004 dal signor Mike Cambridge della Cantab Consulting (Kent) Ltd.

L'impianto risultò essere in buone condizioni e ben mantenuto senza alcuna problematica di stabilità urgente. Furono comunque riscontrate alcune criticità legate alla costruzione dell'ampliamento del muro principale che destavano una qualche preoccupazione.

Infatti fu accertata la presenza all'interno dell'argine di materiale di riempimento ricco in solfuri. Tale materiale sviluppò un processo di ossidazione tale da innalzare la temperatura rilevata all'interno dei piezometri.

Il monitoraggio dei piezometri sul muro principale denunciò inoltre la presenza di infiltrazioni nel corpo del muro.

Nel corso del 2004 il problema delle alte temperature misurate all'interno del corpo del rilevato di contenimento destava particolare preoccupazione, tanto che si decise di prelevare dei campioni sui quali furono eseguite specifiche analisi per verificare la composizione e la presenza di solfuri. Le eseguite su sei campioni prelevati all'interno del corpo del rilevato, confermarono la presenza di solfuri fra l'1% e il 6%. Uno di tali campioni, il DMP1 06 in **Fig. 4**, non presentò alcuna potenzialità di generazione di acidità ed anzi, aveva caratteristiche composizionali tali da renderlo suscettibile di contribuire ad attenuare l'eventuale acidità generata da altri materiali collocati nelle vicinanze; un secondo, il DMP1 17 presentava discrete capacità neutralizzanti; i quattro restanti rivelarono un alto potenziale di generazione di acidità.

A seguito di tali verifiche il paramento esterno dell'argine principale del bacino sterili fu ricoperto con uno strato di terreno vegetale, opportunamente rinverdito, al fine di isolare maggiormente il corpo interno dell'argine stesso, in quanto i processi di ossidazione sono favoriti dal contatto con l'atmosfera e l'acqua.

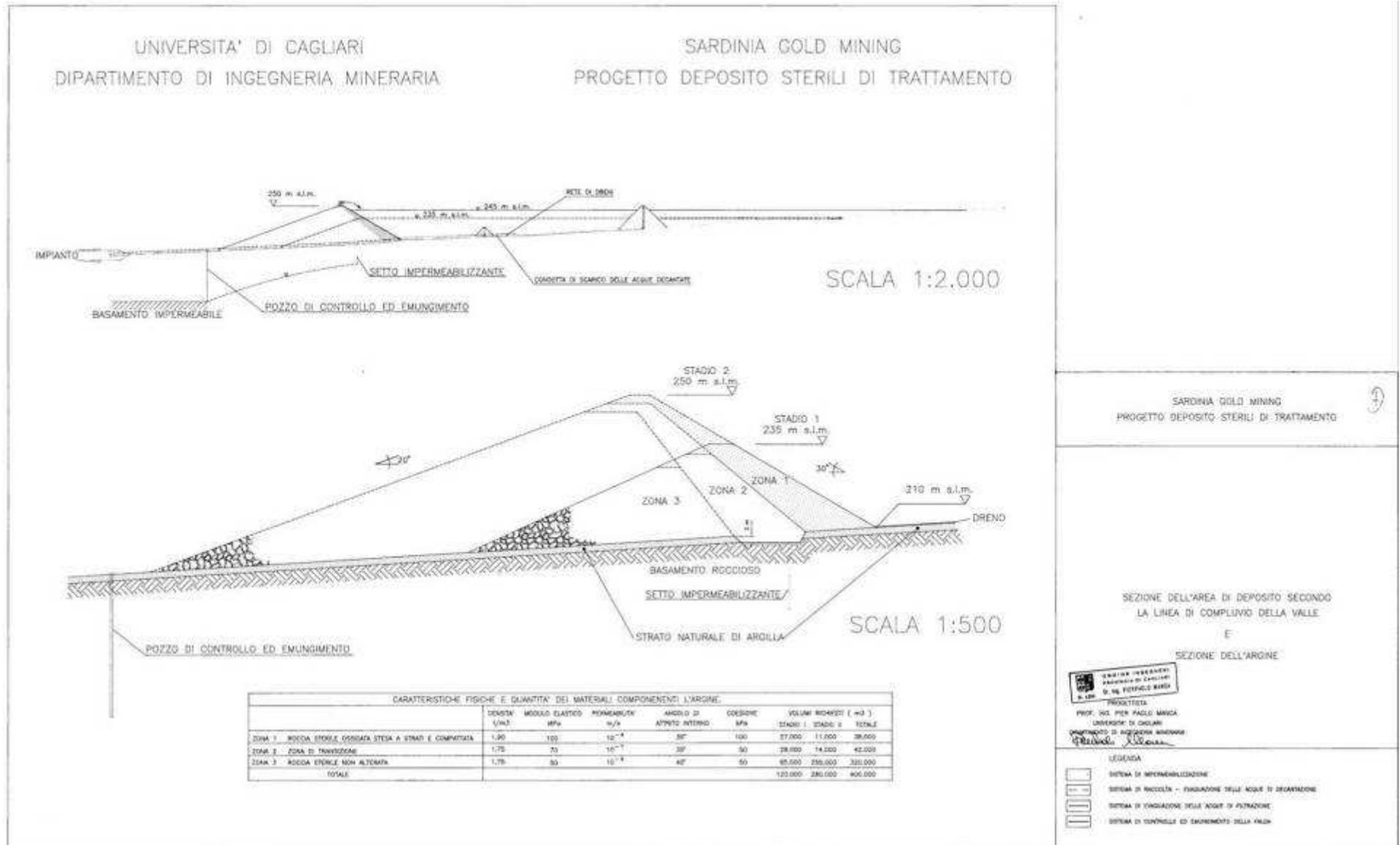


Fig. 2. Riproduzione della tavola di progetto del bacino sterili (1994)

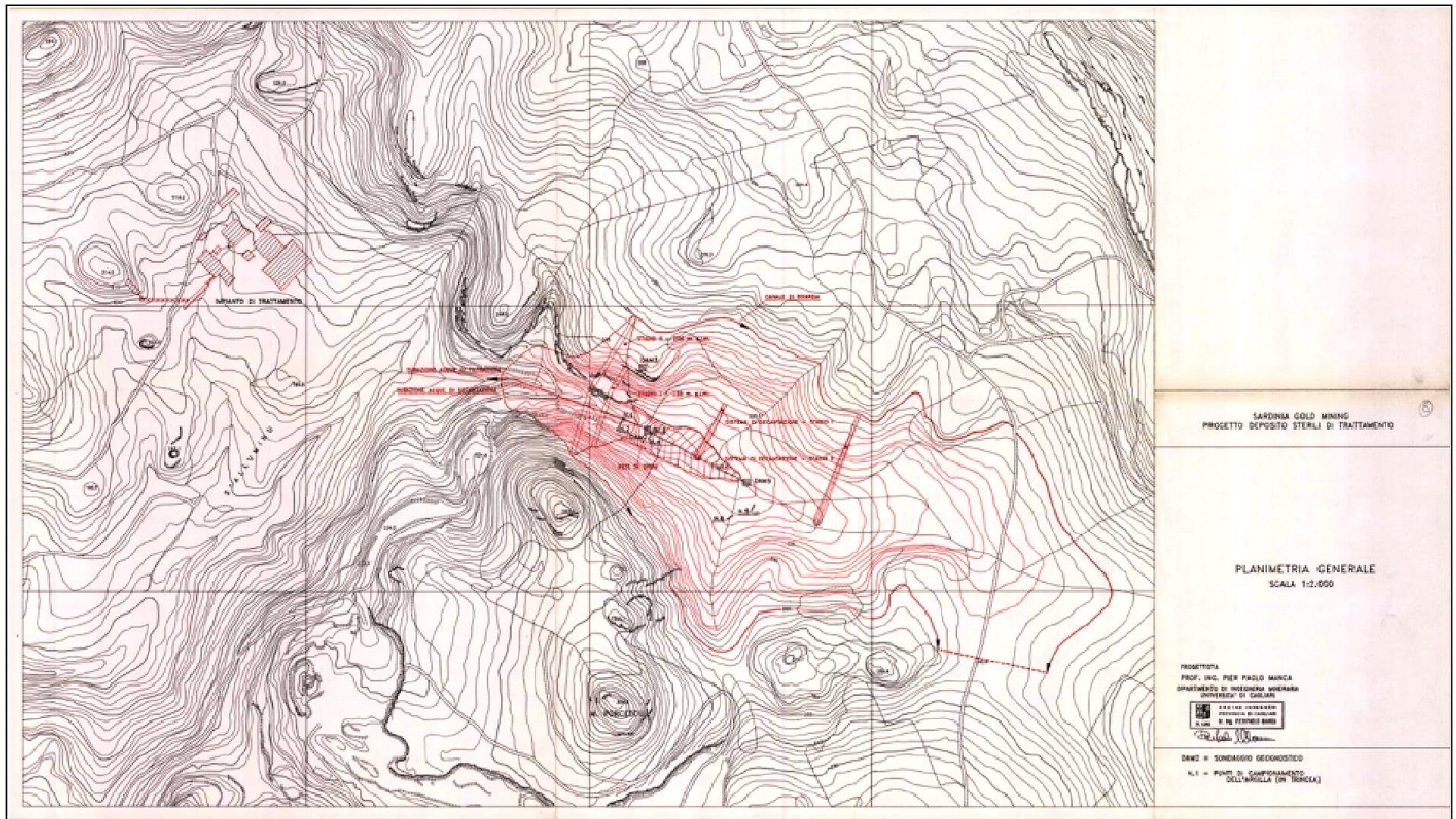


Fig. 3. Planimetria di progetto del bacino sterili (1994). Si osservi il profilo est, che segue le curve di livello verso monte

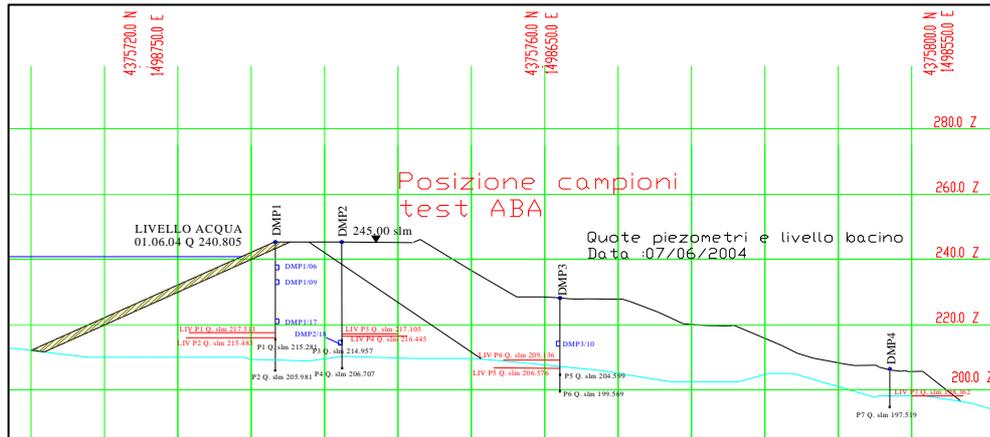


Fig. 4. Posizione dei campioni prelevati per l'esecuzione dei test acido-base (potenziale di neutralizzazione mediante l'applicazione del Sobek test)

Si riportano di seguito le considerazioni, tratte dalla relazione «*Il bacino sterili della miniera di Furtei - Relazione sulle condizioni di sopraelevabilità*» di cui all'incarico di consulenza che la *Sardinia Gold Mining* ha affidato al CINIGEO del 2008, che sono state fondamentali per impostare i monitoraggi successivi, gli studi geotecnici eseguiti di recente e le soluzioni progettuali adottate per la messa in sicurezza del bacino sterili.

«Le criticità del bacino sono rappresentate dai due argini che lo delimitano a valle e a monte. Per quanto riguarda il più importante dei due, l'argine a valle, i punti di incertezza sono rappresentati dalle molteplici conseguenze della sua composizione, non ben conosciuta e certamente diversa da quella prevista in progetto. Le parti dell'argine di incerta composizione sono: il corpo centrale, per il quale sono state utilizzate - almeno in parte - rocce acide, lo strato di argilla disposta a protezione del paramento interno, forse attraversata da un lento flusso di acqua proveniente dal bacino, il sistema di drenaggio la cui funzione è quella di intercettare e canalizzare le acque di infiltrazione, che non sembra intercettare tutte le acque che di fatto fuoriescono in più punti al piede.

Per quanto riguarda l'argine a monte (Est) le criticità sono rappresentate dalla progressiva formazione di un laghetto centrale al piede - che rappresenta anche la parte più depressa - la cui origine è incerta. Infatti, potrebbe trattarsi di fuori uscita d'acqua dal bacino rispetto al cui pelo libero esiste una differenza di quota di alcuni metri, tale da determinare un gradiente idraulico importante. Oppure, si potrebbe trattare dell'accumulo di acqua proveniente dalla falda - confinata - che proviene da monte e che sottopassa l'intero bacino, ma che in quel tratto è stata scoperta dai lavori di scavo per la costruzione dell'argine e che produce un'emergenza.

Un terzo aspetto di criticità è rappresentato dalla probabile assenza di copertura argillosa naturale sulla parte più elevata delle sponde del bacino. Infatti, mentre tale caratteristica fu accertata e indagata in corrispondenza del compluvio prima dell'entrata in esercizio, scarse informazioni furono a suo tempo assunte sull'effettiva continuità di tale protezione naturale. Si ha invece ragione di credere che tale protezione non sia più presente - o perlomeno non lo sia in misura sufficiente - alle attuali quote del pelo libero dell'acqua invasata. Da ciò ne deriverebbe l'alimentazione delle emergenze che fuoriescono dal piede dell'argine.

La relazione riprende ciascuno di questi punti cercando di mettere in luce le possibili interpretazioni e le loro conseguenze nel caso di sopraelevazione del bacino. Viene discusso, inoltre, il possibile sistema di monitoraggio da attuare per evidenziarne gli effetti. Le argomentazioni sviluppate sono di tipo

geotecnico ma sono in buona parte basate su misurazioni di tipo fisico, quale la temperatura delle acque nel corpo diga, o chimico, quali la concentrazione del CN ed il pH delle acque rilevati in più punti»

3.1.5 Caratterizzazione dei rifiuti costituenti il bacino sterili

Nel bacino sterili sono presenti due tipologie di rifiuti di estrazione:

- 1) La frazione solida
- 2) La frazione liquida

Per quanto riguarda la **frazione solida**, il volume complessivo del bacino sterili come detto è pari a circa 1.915.000 m³. Di questi, almeno 400.000 m³ sono costituiti dagli argini. Circa 1.500.000 m³ sono costituiti da rifiuti di estrazione, sterili di trattamento dell'impianto mineralurgico.

Non è prevista la loro rimozione e nessun tipo di trattamento atto a modificarne le caratteristiche chimico-fisiche. L'intervento previsto porterà alla realizzazione di una barriera atti ad isolarli rispetto all'ambiente circostante.

Si riporta di seguito la rappresentazione dello stato di contaminazione del bacino sterili così come ricavata dalle indagini eseguite in sede di caratterizzazione ambientale. La tabella di sintesi dei valori rappresentativi del CdP è riferita esclusivamente a quei contaminati inorganici per i quali si è evidenziato almeno un superamento dei valori di riferimento.

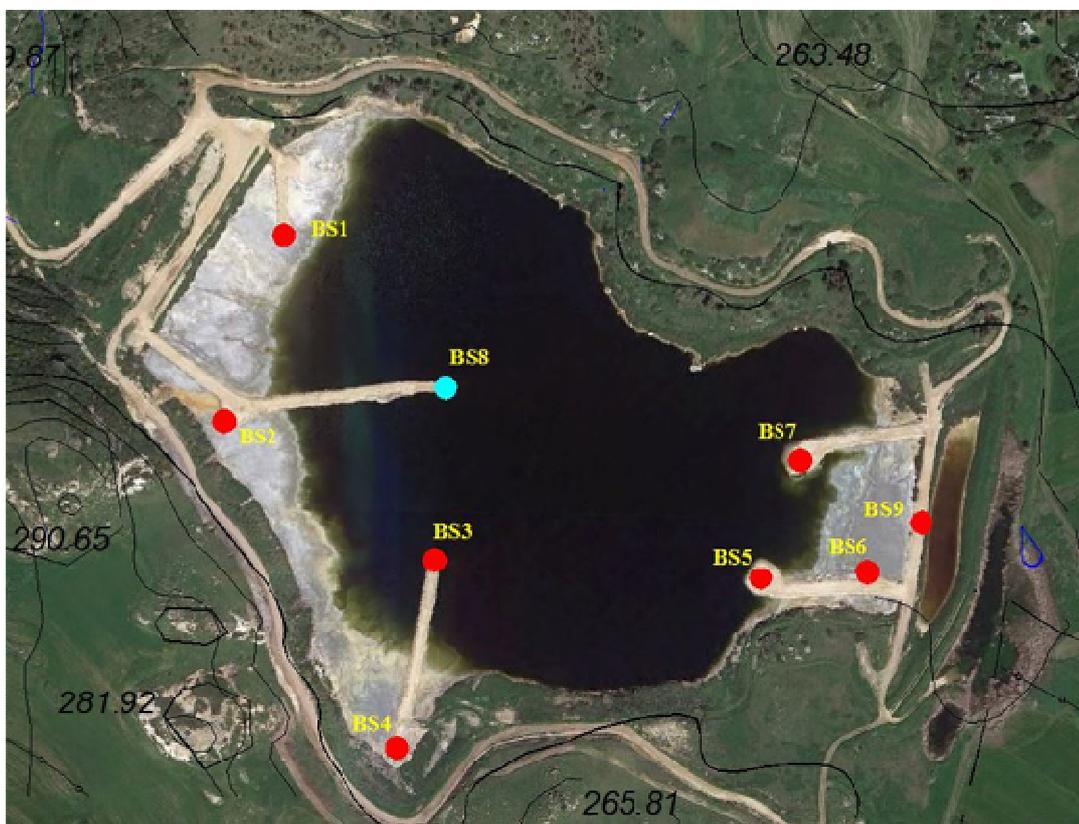


Fig. 5. Rappresentazione punti di campionamento del Bacino Sterili

Sigla Campione	As mg/kg	Cd mg/kg	CN _{Liberi} mg/kg	Cu mg/kg	Hg mg/kg	Pb mg/kg	Sb mg/kg	Zn mg/kg
BS1	361,56	2,30	0,05	732,24	3,81	408,81	27,97	95,36
BS2	1183,93	1,64	6,15	999,36	16,93	334,35	124,35	171,73
BS3	1261,00	1,07	9,36	344,55	30,55	306,97	152,78	34,97
BS4	1583,29	3,35	0,53	2743,59	9,58	427,32	110,69	186,99
BS5	781,90	3,81	0,59	2140,59	5,32	543,80	57,44	107,17
BS6	920,94	3,40	1,07	1145,13	22,87	460,46	130,47	393,40
BS7	624,03	2,30	0,55	1936,42	8,91	418,17	52,21	195,97
BS8	---	---	---	---	---	---	---	---
BS9	26,30	4,97	0,18	44,12	1,39	392,68	2,78	763,80
Proucl 95°	-	-	-	-	-	-	-	-
Valore_Max_Camp.	1583,29	4,97	9,36	2743,59	30,55	543,80	152,78	763,80
Valore Rapp. Cdp	1583,29	4,97	9,36	2743,59	30,55	543,80	152,78	763,80
Tab. 1 A D.Lgs 152/06	20,00	2,00	1,00	120,00	1,00	100,00	10,00	150,00
VVF unità piroclastica	56,38	2,26	-	40,03	1,92	213,50	-	55,39
Valore di riferimento	56,38	2,26	1,00	120,00	1,92	213,50	10,00	150,00

Tab. 2. Tabella di sintesi dei valori rappresentativi del CdP Campionatura Bacino Sterili

Le sostanze sono state valutate ai sensi del Regolamento UE 1272/2008, che ha abrogato le Direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE; la classificazione dei rifiuti è stata fatta ai sensi del decreto legislativo 4 aprile 2006, n. 152, così come aggiornato dal Regolamento UE 1272/2008, dal Regolamento della Commissione UE 17 dicembre 2014 n. 1342/2014/UE, dalla Decisione della Commissione UE 18 dicembre 2014 n. 214/955/UE e dal regolamento della Commissione UE 18 dicembre 2014 n. 1357/2014/UE.

Gli elementi e/o i composti presenti nei materiali che costituiscono il bacino sterili che possono costituire sostanze pericolose in concentrazioni tali da rendere pericolosi i corrispondenti rifiuti sono l'*arsenico* e il *rame*.

La **frazione liquida** è data dalle acque che formano il “laghetto” presente sulla spianata del bacino sterili (volumetria variabile stagionalmente e comunque pari a circa 90.000 m³) e dalle acque di scarico del drenaggio alla base del bacino sterili.

Si tratta di acque contaminate da metalli pesanti e soprattutto solfati che dovranno essere prelevate e inviate a trattamento in impianto.

Tab. 3. Contenuto in contaminanti nelle acque del “laghetto” e nelle acque di scarico del sistema drenante.

Sigla Campione	Cadmio Cd	Cianuri CNliberi	Ferro Fe	Fluoruri	Manganese Mn	Rame Cu	Selenio Se	Zinco Zn	Azoto nitroso NO ₂	Azoto nitrico NO ₃
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
laghetto	0,18	< 0,05	400,72	4,12	93,45	92,46	0,15	22,28	3,22	20,58
drenaggio	0,097	< 0,05		2,21	77,99	4,81		14,80		0,583
Valori di riferimento										
D. Lgs 52/06 Tab. 3 dell'allegato 5 alla parte terza	≤0,02	---	≤2	≤6	≤2	≤0,1	≤0,03	≤0,5	≤0,6	≤20

3.1.6 Classificazione della struttura di deposito - bacino sterili

In base all'Allegato II del D.Lgs. 117/2008:

«Una struttura di deposito dei rifiuti di estrazione è classificata nella categoria A se:

- 1) il guasto o cattivo funzionamento, quale il crollo di un cumulo o di una diga, potrebbe causare un incidente rilevante sulla base della valutazione dei rischi alla luce di fattori quali la dimensione presente o futura, l'ubicazione e l'impatto ambientale della struttura, oppure
- 2) contiene rifiuti di estrazione classificati come pericolosi ai sensi del decreto legislativo 4 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni, oltre un determinato limite, oppure
- 3) contiene sostanze o preparati classificati come pericolosi ai sensi delle direttive 67/548/CEE o 1999/45/CE oltre un determinato limite.»

Per quanto riguarda il punto 2, come detto nel paragrafo precedente, i rifiuti di estrazione contenuti nel bacino sterili sono classificabili come pericolosi in base al decreto legislativo 4 aprile 2006, n. 152.

Per quanto riguarda il punto 1) è stato eseguito una studio relativo alla valutazione, nella situazione attuale del bacino sterili pre-messa in sicurezza permanente, della possibilità che si verifichino incidenti rilevanti quali il crollo degli argini del bacino sterili, affidato al Consorzio Interuniversitario Nazionale per l'Ingegneria delle Georisorse (CINIGEO), a firma dei Prof. Ing. Battista Grosso e Prof. Ing. Andrea Saba.

I risultati sono riportati nella documentazione allegata costituita dai seguenti elaborati:

- *Valutazione delle condizioni di rischio connesse alla presenza della tailings dam della SGM nel territorio di Furtei - Relazione Idraulica*
- *Valutazione delle condizioni di rischio connesse alla presenza della tailings dam della SGM nel territorio di Furtei - Dettagli dei Risultati*

- *Valutazione delle condizioni di rischio connesse alla presenza della tailings dam della SGM nel territorio di Furtei - Planimetria delle aree allagabili*
- *Valutazione delle condizioni di rischio connesse alla presenza della tailings dam della SGM nel territorio di Furtei - Profilo Idraulico*

Alla luce degli studi effettuati, in base all'Allegato II del D.Lgs. 117/2008, il bacino sterili è classificabile come struttura di deposito di categoria A. sia in quanto:

- 1) il guasto o il cattivo funzionamento può causare un incidente rilevante sulla base della valutazione dei rischi effettuata e
- 2) contiene rifiuti di estrazione classificati come pericolosi ai sensi del decreto legislativo 4 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni, oltre un determinato limite.

3.1.7 Le attività previste per la “chiusura” della struttura di deposito

Le attività ricomprese nel progetto e finalizzate alla messa in sicurezza della struttura di deposito e quindi alla sua chiusura, constano, in estrema sintesi, dei seguenti interventi:

- Rimozione delle acque (rifiuti di estrazione) presenti sulla spianata della struttura mediante il loro pompaggio e scarico nell'idrografia naturale senza soluzioni di continuità previo trattamento decontaminativo sino allo scarico nel canale esistente a valle della diga Casa Fiume, che a sua volta si innesta nel rio Flumini Mannu;
- Realizzazione di una barriera impermeabile laterale lungo tutto il perimetro;
- lo scoticamento del terreno vegetale e realizzazione di strato di impermeabilizzazione nelle superfici superiori di riempimento;
- Regolarizzazione morfologica con il conferimento di oltre 430.000 m³ di rifiuti di estrazione depositati in discariche minerarie al fine di conformare la superficie con pendenza regolare da est verso ovest per consentire il deflusso delle acque superficiali verso l'alveo del rio s'Alluminu ed eliminare aree di depressione che possono fungere da zone di ristagno e accumulo di acque meteoriche
- Impermeabilizzazione delle superfici al fine di isolare il corpo della struttura di deposito ed impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche
- Realizzazione di canalette di drenaggio delle acque di corrivazione superficiale
- Copertura vegetale della struttura di deposito.

3.1.7.1 *Indagini geostrukturali e di permeabilità*

Nel periodo febbraio-marzo 2016 sono state eseguite delle prove di permeabilità di tipo Lefranc in alcuni punti del basamento lungo il perimetro della spianata del bacino sterili.

I punti di prova sono stati stabiliti sulla base degli esiti del rilievo geologico-strutturale di dettaglio dell'area di imposta del bacino e in modo tale da descriverne l'intero perimetro.

I sondaggi realizzati per l'esecuzione delle prove hanno attraversato il livello superficiale di terreno e le rocce alterate e la prova è stata condotta sulla formazione lapidea compatta.

Dai risultati acquisiti si evince che il basamento possiede una permeabilità che assume valori dell'ordine di 10⁻⁸ m/s a profondità compresa fra 5-10 m. Non ci sono sostanziali differenze fra la sponda destra e la sponda sinistra e non sono stati rilevati picchi di permeabilità nell'intorno della zona di imposta del muro principale del bacino sterili.

Nei primi metri la litologia del basamento è costituita da un livello di materiale limoso-argilloso, quindi da roccia alterata, a tratti argillificata.

3.1.7.2 *Integrazione barriera verticale impermeabile con jet grouting*

L'intervento consisterà nella realizzazione di iniezioni mediante la tecnica del *jet grouting* a colonne secanti, al fine di ottenere una conducibilità idraulica circa pari a 10⁻⁹ m/s. Ciò si realizzerà attraverso la perforazione di un foro del diametro di 100 mm fino alla profondità richiesta, a seguito del quale verrà effettuata l'iniezione del fluido viscoso, ad elevate pressioni,

con un movimento verticale rotatorio che permetterà la formazione di una colonna cilindrica cementata.

Nella seguente Tabella si riportano in sintesi le caratteristiche dimensionali della barriera perimetrale.

Zona di intervento	Tratto di intervento	Tipologia di intervento	Lunghezza barriera [m]	Spessore finale della barriera [m]	Interasse tra i fori [m]	Numero di fori [n°]	Profondità barriera [m]
Lato nord	1	Iniezione -Jet Grouting	204	0,80	0,50	408	5,00
	2	Iniezione -Jet Grouting	48	0,80	0,50	96	5,00 - 9,50
	3	Iniezione -Jet Grouting	276	0,80	0,50	552	9,50
	4	Iniezione -Jet Grouting	34	0,80	0,50	68	9,50 - 11,50
	5	Iniezione -Jet Grouting	108	0,80	0,50	216	11,50
Totale			670			1.340	
Lato argine est	1	Iniezione -Jet Grouting	63	0,80	0,50	126	11,50
	2	Iniezione -Jet Grouting	74	0,80	0,50	148	11,50 - 15,00
	3	Iniezione -Jet Grouting	57	0,80	0,50	114	15,00
	4	Iniezione -Jet Grouting	23	0,80	0,50	46	15,00 - 6,00
Totale			217			434	
Lato sud	1	Iniezione -Jet Grouting	198	0,80	0,50	396	6,00
	2	Iniezione -Jet Grouting	25	0,80	0,50	50	6,00 - 6,50
	3	Iniezione -Jet Grouting	150	0,80	0,50	300	6,50
	4	Iniezione -Jet Grouting	38	0,80	0,50	76	6,50 - 10,00
	5	Iniezione -Jet Grouting	99	0,80	0,50	198	10,00
	6	Iniezione -Jet Grouting	21	0,80	0,50	42	10,00 - 6,00
	7	Iniezione -Jet Grouting	335	0,80	0,50	670	6,00
Totale			866			1.732	
Totale barriera			1.753			3.506	

Tab. 4. Tabella 1 Riepilogo dell'intervento con jet grouting. (Sviluppo della Barriera in senso antiorario).

La tabella è stata aggiornata rispetto alla versione Rev.00 del marzo 2016 sulla base delle integrazioni presentate per ottemperare a quanto richiesto dalla Conferenza di Servizi del 20/09/2016.

3.1.7.3 Prosciugamento del lago d'acqua sulla spianata

Per poter procedere con le attività di conferimento dei materiali di copertura del bacino è necessario preventivamente eliminare le acque del laghetto superficiale (rifiuti di estrazione) presenti nella parte centrale della spianata del bacino sterili.

Il laghetto ha attualmente un volume d'acqua pari a circa 91.200 m³, destinato a ridursi con la progressiva sistemazione degli scavi minerari e con l'avvio del trattamento delle acque in impianto.

E' previsto il montaggio di un impianto di pompaggio delle acque dal laghetto all'ex area industriale SGM, dove sarà installato l'impianto di trattamento.

Il prosciugamento del laghetto seguirà una tempistica legata alla capacità e al programma di trattamento acque dell'impianto. Tale fase avrà una durata complessiva pari a circa 1 anno e sarà eseguita nei primi 280 giorni con una pompa sommergibile su zattera galleggiante che dovrà garantire una portata equivalente a 2,1 l/s 24 h/24 e per il completamento una portata equivalente a 4,6 l/s 24 h/24.

La pompa sarà alimentata con energia elettrica fornita a mezzo di un cavidotto elettrico. Sarà installata una tubazione in polietilene di diametro 50 mm e della lunghezza di circa 1.400 m per il collettamento delle acque pompate all'impianto di trattamento.

3.1.7.4 Eliminazione delle acque ristagnanti a valle dell'argine est

Relativamente al rilevato di contenimento posto sul lato est del bacino sterili, la presenza delle acque di ristagno non comportano particolari problemi di stabilità, qualora il loro livello sia mantenuto entro certi valori, da accertare mediante misurazioni del livello piezometrico entro i piezometri di controllo PS2 e TS0.

Tale monitoraggio deve prevedere la possibilità di drenaggio delle acque. La bonifica dell'area deve essere eseguita anche per consentire la realizzazione della cinturazione perimetrale in corrispondenza della base dell'argine est del bacino e l'impermeabilizzazione esterna dello stesso argine.

Sarà garantito il drenaggio di tali acque verso valle attraverso l'installazione di una tubazione di drenaggio in PEAD avente diametro nominale pari a 140 mm, posta in opera attraverso una tecnologia di scavo chiamata *Horizontal Directional Drilling (H.D.D.)* che consente la posa di condotte senza effettuare trincee di scavo. Questa tecnologia è essenzialmente costituita da tre fasi: perforazione pilota, alesatura e tiro.

3.1.7.5 Realizzazione di barriera impermeabile integrativa di base

Gli sterili minerali conferiti nella struttura di deposito saranno depositati direttamente a contatto dei fini mineralurgici e in parte andranno ad appoggiarsi lateralmente, su una piccola fascia perimetrale di suolo naturale. Questa fascia di terreno dovrà essere preventivamente sistemata. Si dovrà predisporre la superficie mediante lo scoticamento del terreno vegetale e realizzazione di una barriera integrativa impermeabile costituita da 1,00 metro di argilla disposta in modo tale da conferirle un coefficiente di permeabilità inferiore a 10^{-9} m/s.

Sullo strato d'argilla sarà steso un telo geocomposito antipunzonamento. Su questo sarà disposto il primo strato di materiale con caratteristiche drenanti eventualmente selezionato fra quelli prelevati dall'heap leach o dalla discarica di Sa Fronti.

La superficie di intervento è di 14.710 m^2 , su cui verrà posizionato uno strato di argilla, come detto, pari ad 1 m, per un volume equivalente di 14.710 m^3 .

L'intervento si svolgerà sui due lati del bacino posti a nord e a sud. Nel primo caso l'intervento sarà eseguito su una superficie di 7.475 m^2 , su cui sarà steso e costipato un volume di argilla pari a 7.475 m^3 , mentre nel secondo caso l'intervento sarà eseguito su una superficie di estensione pari a 7.235 m^2 , su cui saranno stesi 7.235 m^3 di argilla.

La stesa e la compattazione dello strato impermeabile dovrà essere eseguita con opportuni mezzi compattatori dotati di rullo statico tipo "a piede di pecora", per strati successivi non superiori a 0,20 m, con un numero di passate tale da garantire i requisiti prestazionali richiesti.

3.1.7.6 Sistema di raccolta delle acque di drenaggio

Il bacino sterili è dotato di un sistema di drenaggio che convoglia le acque a valle, dove vengono raccolte nel sistema denominato F25, e da qui possono essere pompate e inviate all'impianto di trattamento acque previsto in progetto.

3.1.7.7 Stesa dei materiali e realizzazione dello strato drenante

Per la realizzazione degli interventi necessari per la chiusura, come detto in precedenza, si prevede il colmamento della superficie superiore del bacino sterili necessario per l'intervento di copertura, che verrà realizzato attraverso l'approvvigionamento di **426.150 m³** di sterili minerari aventi opportuna granulometria, su mezzi di carico tipo dumper e/o autocarri, steso e compattato attraverso bulldozer per strati di 0,40 m successivi, fino al raggiungimento delle quote previste in progetto e riportate nelle tavole allegate.

Il materiale sarà sistemato in modo da ottenere un profilo a due falde, il cui colmo, parallelo al lato nord, raggiungerà ad est la quota 246,30 m s.l.m. mentre ad ovest la quota di 244,30 m slm. La pendenza del terreno verso i lati nord e sud, dove saranno realizzate le canalette per il deflusso delle acque meteoriche zenitali, sarà pari a 0,1%.

Il riempimento sarà eseguito per fasce parallele a partire dal perimetro non bagnato verso la parte centrale attualmente occupata dalle acque (cfr. **Fig. 6**).

Le operazioni saranno avviate, per le parti asciutte, possibilmente già all'avvio della fase di pompaggio delle acque dal laghetto all'impianto di trattamento e proseguiranno contestualmente ad esse così da accelerare il consolidamento dei materiali costituenti il corpo del bacino e quindi le attività di messa in sicurezza.

Particolare cura dovrà essere posta nel colmamento della porzione centrale della spianata, caratterizzata dalla presenza di limi e argille saturi.

Nella fase iniziale di colmamento dell'area centrale saranno impiegati materiali provenienti dall'Heap Leach. Infatti per questi materiali i test di eluizione hanno restituito leggeri superamenti rispetto ai limiti di concentrazione accettabile per le acque sotterranee previsti dal *D.Lgs. 152/06, tabella 2 allegato 5 al titolo V della parte quarta*, diversamente da quanto registrato per i materiali della discarica di Sa Fronti.

Il colmamento dovrà produrre una superficie già conformata sulla quale sarà realizzata la copertura finale. La superficie dovrà presentare una pendenza dominante da est verso ovest e sarà caratterizzata da una linea di colmo centrale tale da favorire il deflusso delle acque meteoriche verso nord-est, per quanto riguarda la porzione nord, e verso sud-est, per quanto riguarda la porzione sud, e cioè verso i canali in progetto di raccolta e trasporto a valle delle acque superficiali.



Fig. 6. Fase iniziale del colmamento del bacino per fasce parallele dall'esterno verso l'interno

3.1.7.8 Compatibilità dei residui da abbancare - classificazione

Per il colmamento della struttura di deposito ai fini della sua riconfigurazione morfologica così come previsto in progetto saranno impiegati i materiali costituenti la discarica mineraria di Sa Fronti (, parte dei materiali costituenti il cumulo di lisciviazione, l'Heap Leach, i residui presenti in cumulo nell'area industriale e i materiali alla base della fossa di Is Concas.

Per quanto riguarda la **compatibilità dei residui da abbancare** con quelli già presenti nella struttura, il bacino degli sterili mineralurgici ha ricevuto nella prima fase di funzionamento i residui mineralurgici del trattamento di cianurazione (minerali *ossidati*) e successivamente quelli dei materiali sottoposti a flottazione (*solfuri*).

I materiali presenti sono quindi compatibili con tutti quelli abbancati nelle discariche e nei vari cumuli per i quali è auspicabile l'asportazione.

A ulteriore conferma si riportano nella tabella seguente gli esiti della caratterizzazione dei principali centri di pericolo presenti nell'area mineraria in termini di valore rappresentativo del contenuto in contaminanti inorganici. Sono stati riportati, ad eccezione del SO_4 , i soli analiti per i quali sono stati registrati superamenti rispetto ai limiti di riferimento.

Dall'analisi dei dati si rileva che i contaminanti presenti nel bacino sterili sono quelli tipici presenti negli altri centri di pericolo con valori analoghi di concentrazione.

Tab. 5. Valori rappresentativi del contenuto in contaminanti inorganici nei centri di pericolo

	Denominazione centro di pericolo	As	Cd	CNLib.	Cu	Hg	Pb	SO4	Sb	Zn
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	Valore rappresentativo discarica Sa Fronti	376,80	1,45	0,00	992,70	5,09	369,60	7 801,00	35,92	75,50
2	Valore rappresentativo abbancamento fini Sa Fronti	0,50	23,90	0,00	30,66	0,12	762,20	0,00	0,50	2 805,00
3	Valore rappresentativo abbancamento fini Riu Monti Craboni	212,70	1 295,00	0,00	421,80	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Valore rappresentativo discarica Su Masoni	407,23	2,85	<0,1	305,10	20,75	0,00	10 587,24	18,22	498,01
5	Valore rappresentativo strato riporto area impianti (comprende l'Heap Leach)	423,50	2,42	0,56	957,30	6,47	403,70	389,60	43,99	248,50
6	Cumulo C 1	1 771,00	2,41	< 0,1	5 541,00	16,13	586,30	5 688,80	145,30	69,52
7	Cumulo C 2	350,20	0,63	1,78	202,30	16,12	461,60	2 727,78	107,90	28,91
8	Cumulo C 3	564,30	1,76	< 0,1	1 601,00	12,67	393,00	5 837,87	36,67	132,90
9	Cumulo C 4	1 168,00	5,70	< 0,1	2 910,00	15,48	619,90	4 650,53	99,74	760,10
10	Cumulo C 5	669,60	1,21	< 0,1	1 664,00	16,55	366,10	7 007,61	62,82	80,64
	<i>Valore di riferimento per l'unità litologica andesitica</i>	<i>152,00</i>	<i>6,14</i>	<i>1,00</i>	<i>319,80</i>	<i>1,46</i>	<i>927,90</i>	<i>-</i>	<i>71,07</i>	<i>749,60</i>
11	Valore rappresentativo bacino sterili	1 583,29	4,97	9,36	2 743,59	30,55	543,80	2 336,28	152,78	763,80
	<i>Valore di riferimento per l'unità litologica piroclastica</i>	<i>56,38</i>	<i>2,26</i>	<i>1,00</i>	<i>120,00</i>	<i>1,92</i>	<i>213,50</i>	<i>-</i>	<i>10,00</i>	<i>150,00</i>

Nella seguente tabella si riportano i quantitativi dei materiali da conferire al bacino sterili.

Tab. 6. Materiali di riempimento della spianata del bacino sterili.

Sito di provenienza del materiale	Tipologia di materiale	Volume del materiale [m ³]
Discarica Sa Fronti	Sterili minerari	266.420
Abbancoamento Heap Leach	Sterili minerari	134.730
Area industriale	Sterili minerari	25.000
Totale		426.150

Per quanto riguarda i test di cessione riportiamo di seguito i risultati relativi alle analisi eseguite su campioni prelevati dalla discarica di Sa Fronti.

I risultati dei test sono stati confrontati, secondo quanto previsto dal *D.Lgs. 152/06*, con i limiti di concentrazione accettabile per le acque sotterranee (*tabella 2 allegato 5 al titolo V della parte quarta*). Inoltre, in relazione all'accettabilità dei materiali in discarica, tali risultati sono stati confrontati con i valori delle *tabelle 5* (rifiuti non pericolosi) e *6* (rifiuti pericolosi) del *D.M.27.09.2010*.

Codice Campione	Strato m	Tipo	As	Cd	Cr Tot	Cu	Ni	Pb	SO ₄	Sb	CN Liberi
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DMF 7	0,00 - 1,50	R	0,436	0,002	0,045	5,010	0,107	0,014	2650,000	0,011	<0,05
DMF 7	1,50 - 2,90	R	<0,0010	0,001	<0,005	<0,010	0,039	0,009	1927,000	0,004	<0,05
DMF 7	2,90 - 5,10	R	0,006	0,007	0,014	9,230	0,082	0,003	1841,000	0,001	<0,05
DMF 7	5,10 - 6,30	R	0,025	0,003	0,067	5,590	0,106	0,022	2138,000	0,001	<0,05
DMF 7	6,30 - 9,50	R	<0,0010	0,003	<0,005	0,023	0,073	<0,001	2286,000	<0,0005	<0,05
DMF 7	9,50 - 13,50	R	<0,0010	<0,0005	<0,005	<0,010	0,016	<0,001	2517,000	0,001	<0,05
DMF 7	13,50 - 13,90	S	<0,0010	<0,0005	<0,005	<0,010	0,003	<0,001	592,000	<0,0005	<0,05
DMF 7	13,90 - 17,30	SU	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D. Lgs 152/06 Tab. 2			0,010	0,005	0,050	1,000	0,020	0,010	250,0	0,005	0,050
DM 27.09.2010 Tab. 5			0,200	0,100	1,000	5,000	1,000	1,000	5000,0	0,070	-
DM 27.09.2010 Tab. 6			2,500	0,500	7,000	10,000	4,000	5,000	5000,0	5,000	-

Tab. 7. Test di Cessione discarica Sa Fronti

I test di cessione eseguiti sui cumuli dell'area impianti restituiscono generalmente dei valori di concentrazione dei contaminanti inferiori rispetto a quanto riscontrato per i materiali costituenti la discarica di Sa Fronti.

I rifiuti che costituiscono i cumuli dell'area impianto sono classificabili con il codice CER 01.03.07* - Residui di lavorazione, mentre i rifiuti che costituiscono la discarica di Sa Fronti sono classificabili col codice CER 17.05.03* - Terre e rocce con sostanze pericolose.

3.1.7.9 Copertura finale

Il sistema di impermeabilizzazione superiore e copertura finale è stato progettato sulla base di quanto prescritto nelle *Linee guida per la caratterizzazione e la bonifica delle aree minerarie dismesse R.A.S. (2009)*.

Tale intervento prevede la messa in opera di una struttura multi livelli costituita da:

- strato impermeabile composto da uno strato di argilla di spessore pari a 0,30 m
- telo in HDPE di 2 mm
- geotessuto antipunzonamento
- strato drenante costituito da 0,30 m di sabbia
- strato di terreno vegetale di spessore 50 cm.

Lo strato impermeabile è costituito in argilla, che verrà stesa per strati successivi non superiori a 0,2 m e successivamente compattata attraverso opportuni mezzi compattatori dotati di rulli statici del tipo “a piede di pecora” fino al raggiungimento di un coefficiente di conducibilità idraulica minimo di 10^{-8} m/s e fino allo spessore richiesto (0,30 m).

Al di sopra dell'argilla e a protezione della stessa nei confronti dell'apparato radicale di alberi e arbusti che costituiranno la copertura vegetale, si prevede la posa in opera di una geomembrana in HDPE da 2 mm, i cui requisiti prestazionali dovranno essere quelli previsti dalle norme UNI 8898-6. La posa della geomembrana dovrà essere realizzata in modo che non si formino grinze o pieghe. I teli saranno sovrapposti per almeno 0,20 m e saldati in modo continuo come indicato dalla norma UNI 10567.

A protezione della geomembrana dall'azione dei mezzi meccanici adibiti al trasporto e alla stesa degli strati successivi, verrà posizionato uno strato di geotessuto antipunzonamento.

Il geotessuto dovrà avere massa areica non inferiore a 500 g/m^2 e rispondere ai requisiti prestazionali previsti dalle norme UNI 13254.

Lo strato drenante, posto superiormente la copertura impermeabile, sarà composto da un materiale sabbioso con granulometria passante al vaglio 200 ASTM < 5%. Tale strato verrà steso e compattato fino al raggiungimento dello spessore richiesto (0,30 m) attraverso rulli compattatori lisci vibranti.

A completamento del sistema di copertura verrà posto in opera uno strato di terreno vegetale che avrà uno spessore non inferiore a 0,50 m.

Per garantire la tenuta del terreno vegetale nel primo anno di sviluppo dell'apparato radicale delle specie arbustive e/o arboree da mettere a dimora, si ritiene necessario il rivestimento delle superfici con teli di biostuoia opportunamente fissati.

Il terreno vegetale sarà in parte approvvigionato dall'esterno e, in parte, dal cumulo di terreno vegetale presente nell'area del bacino sterili sul lato nord rispetto ad esso.

3.1.7.10 Canalette di raccolta delle acque meteoriche

A seguito della copertura finale del bacino sterili è necessario regimare le acque meteoriche ricadenti sul bacino idrografico individuato nell'area oggetto di intervento. Tale operazione si effettuerà attraverso la realizzazione di canalette di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche verso il reticolo idrografico a valle del bacino.

Nella seguente tabella vengono riassunte le caratteristiche dimensionali dei due canali.

Tab. 8. Caratteristiche dimensionali del canale di guardia del cantiere di Is Concas

Codice canalizzazione	Lunghezza[m]	Base minore[m]	Base maggiore[m]	Altezza[m]	Pendenza fondo[%]
Canale Nord	605,00	0,80	2,45	0,98	0,33
Canale Sud	945,00	0,80	2,37	0,94	0,25

Nella sponda laterale, a contatto con lo strato drenante della copertura del bacino, verranno posizionate delle tubazioni di drenaggio in PEAD (DN 100) per una lunghezza di 1,00 m all'interno dello stesso, che favorirà il deflusso delle acque dallo strato drenante verso le canalette. I tubi, ciechi nella sezione di colmo e fessurati lateralmente, saranno posizionate ad interasse di 5,00 m lungo tutto il percorso delle canalette.

I canali che raccolgono le acque meteoriche ricadenti sulla copertura finale del bacino sterili, andranno a riversarle in un unico punto di raccolta che scaricherà nel reticolo idrografico naturale, mediante l'installazione di una tubazione interrata in lamierato di acciaio ondulato avente diametro $D = 1.400$ mm e lunghezza 90 m, necessaria per attraversare la parte sommitale dell'argine ovest che non dovrà presentare alcuna interruzione.

Il punto di scarico sarà realizzato in prossimità del reticolo idrografico naturale con una gabbionata. Al fine di proteggere da eventuali erosioni il punto di scarico, verrà realizzata una platea in gabbionata, che permetterà di dissipare l'energia dell'acqua effluente.

Tab. 9. Sistema di copertura e opere accessorie: quantitativi dei materiali necessari.

Tipologia di opera	Fase lavorativa	Materiale	Spessore [m]	Superficie [m ²]	Volume [m ³]	Quantità [kg]
Impermeabilizz. Copertura	Stesa e compattazione dell'argilla	Argilla	0,30	142.042	42.613	-
	Installazione geomembrana HDPE	Geomembrana HDPE 2 mm	-	142.042	142.042	-
	Installazione geotessuto antipunzonamento	Geotessuto	-	142.042	142.042	-
Strato drenante	Stesa e compattazione strato drenante	Sabbia	0,3	142.042	42.613	-
Copertura finale	Stesa e compattazione terreno vegetale	Terreno vegetale	0,5	142.042	71.021	-
	Canalette di raccolta delle acque meteoriche	Calcestruzzo	0,25	-	1.587	-
		Ferro armat.	-	-	-	-

3.1.7.11 Impermeabilizzazione e copertura finale degli argini est ed ovest

L'intervento di chiusura del bacino sterili si concluderà con l'impermeabilizzazione e copertura finale degli argini est ed ovest del bacino sterili.

Data la conformazione degli stessi e la morfologia del bacino, tale intervento si attuerà attraverso la posa in opera dello strato impermeabile costituito da un geocomposito bentonitico, previa regolazione ed eliminazione delle asperità presenti nella superficie degli argini.

Al di sopra del geocomposito si porrà in opera un geocomposito drenante e quindi un geotessuto su cui verrà abbancato uno strato di terreno vegetale di 0,30 m, che si ricollegherà al profilo risultante dalla copertura del bacino. Per la protezione del terreno vegetale dall'erosione delle acque meteoriche verrà posta in opera una biostuoia preseminata, opportunamente vincolata.

Tab. 10. Computo dei materiali impiegati per la copertura dei due argini est e ovest.

Area di intervento	Tipologia di intervento	Materiale	Spessore [m]	Superficie [m ²]	Volume [m ³]
Argine est	Impermeabilizzazione	Geocomposito bentonitico	1 cm	8.665	-
	Strato drenante	Geocomposito drenante	-	8.665	-
	Strato di collegamento	Geotessuto grimpante	-	8.665	-
	Copertura	Terreno vegetale	0,30	8.665	2.600
	Strato antierosivo	Biostuoia	-	8.665	-
Argine ovest	Impermeabilizzazione	Geocomposito bentonitico	-	23.300	-
	Strato drenante	Geocomposito drenante	-	23.300	-
	Strato di collegamento	Geotessuto grimpante	-	20.000	-
	Copertura	Terreno vegetale	0,30	20.000	6.000
	Strato antierosivo	Biostuoia	-	20.000	-
	Rimozione sottofondo della pista esistente	-	0,25	3.300	825
	Ripristino sottofondo della pista	Inerte stabilizzato per sottofondo stradale	0,25	3.300	825

Sull'argine ovest dovrà essere garantito il mantenimento in uso della pista d'accesso al colmo del bacino, per l'esecuzione di tutte le attività di monitoraggio, di controllo e di manutenzione post-operam.

3.1.7.12 Interventi di rivegetazione

Le attività di ricostituzione della copertura vegetale prevedono la piantumazione di specie autoctone da vivaio con una densità di 0,6 piantine/m² da effettuarsi sulla sola superficie sub-orizzontale di copertura e non sugli argini, dove sarà eseguita la sola idrosemina.

Sull'ampia spianata sarà possibile la ricostituzione della macchia mediterranea, introducendo le specie arbustive maggiormente frequenti nell'area. Le piante vive, previste in numero di circa **85.225** unità, dovranno essere prodotte a partire da germoplasma locale.

3.1.7.13 Attività di post-gestione

Le opere di progetto saranno oggetto di monitoraggio e manutenzione programmata sulla base di quanto illustrato nei documenti:

- *Elaborato SMF.01.04 - Piano di Monitoraggio*
- *Elaborato SMF.01.05 - Piano di Manutenzione*

Che sono da considerarsi allegati del presente *Piano*.

3.2 Attività ulteriori di gestione di rifiuti di estrazione

Le altre attività di rimozione e trasporto dei rifiuti di estrazione nell'ambito del progetto operativo di messa in sicurezza e bonifica dell'area mineraria di Santu Miali riguardano i materiali costituenti l'Heap Leach e parte dei materiali costituente la discarica mineraria di Su Masoni.

La tabella seguente riporta la sintesi dei quantitativi di materiali movimentati.

Tab. 11. Materiali di riempimento della spianata del bacino sterili.

Sito di provenienza del materiale	Volume complessivo [m ³]	Conferiti al bacino sterili [m ³]	Impiegati per il ripristino di vuoti minerari [m ³]
Abbanamento Heap Leach	388.000,00	134.730,00	253.270,00
Discarica Su Masoni	562.400,00	0	46.150,00
Totale			299.420,00

Si fornisce di seguito la sintesi delle attività previste in progetto per la messa in sicurezza definitiva di tali materiali. Per il dettaglio delle stesse si rimanda alla documentazione progettuale e in particolare all'Elaborato SMF01.02 Relazione Tecnica Cantieri Minerari.

3.2.1 Discarica Sa Fronti

La discarica Sa Fronti è ubicata nel territorio comunale di Furtei (VS), nella parte S.O. della concessione mineraria Santu Miali, all'interno della conca risultante tra i rilievi di Santu Miali, Monti Craboni e Su Nuncu e Sa Fronti.

La discarica fu progettata per accogliere quantitativi maggiori di rifiuti minerari rispetto a quelli attualmente in posto. L'area individuata avrebbe potuto contenere fino a 4 milioni di tonnellate di rifiuti minerari, pari a oltre 2.000.000 m³. L'estensione in elevazione e in direzione est è stata però bloccata a seguito dell'esecuzione, da parte di SGM, degli interventi di ripristino di quelle aree.

L'area fu scelta come sito di discarica di sterili minerari sulla base dei seguenti requisiti:

- superficie utile per accogliere fino a 4 milioni di tonnellate di materiale (pari a 2.000.000 di m³) provenienti dagli scavi di approfondimento per la coltivazione dei solfuri di Santu Miali Cima, Santu Miali Est e Is Concas;
- le ricerche realizzate esclusero la presenza di mineralizzazioni aurifere, anche profonde;
- i terreni confinanti, caratterizzati da bassa macchia mediterranea, non ospitano colture agricole che possano risentire della presenza della discarica;
- la morfologia dei versanti consentiva una gestione ottimale delle acque superficiali;

- risultava decisamente lontana dal bacino idrico dell'E.A.F;
- il substrato lapideo è costituito dalla sequenza vulcanoclastica dell'Unità di Monte Craboni" avente permeabilità per fratturazione di grado basso.



Fig. 7. Ubicazione dell'area di Sa Fronti all'interno della concessione mineraria (fonte Google Earth).

L'inizio del deposito e la successiva gestione furono caratterizzati da interventi di rimozione dello strato di terreno superficiale per il suo riutilizzo nella futura riabilitazione.

Il materiale stoccato è stato opportunamente compattato per ridurre il volume interno. In progetto, ad ogni progressivo aumento in altezza del deposito, la scarpata doveva essere sagomata con una pendenza di 20°, ricoperta da 3 metri di materiale ossidato, mineralogicamente inerte, e infine da uno strato di terreno vegetale proveniente dai cumuli di quello precedentemente rimosso.

Durante la costruzione della discarica, le acque meteoriche circolanti, drenate dalle strutture di scolo provvisorie, furono monitorate per misurarne l'eventuale carico metallico. A seguito dell'abbandono del cantiere e in assenza di barriere protettive, le acque meteoriche di

corrivazione superficiale hanno dato luogo a fenomeni erosivi e di trasporto delle frazioni più fini mineralizzate.

L'Igea ha realizzato delle barriere permeabili in ghiaie calcaree che riescono solo a tamponare i fenomeni legati a piccole portate d'acqua.

Allo stato attuale la discarica Sa Fronti si estende su una superficie complessiva di circa 30.500 m² con un perimetro pari a 760 m.

Il deposito è costituito da materiali provenienti dai cantieri Santu Miali Cima, Santu Miali Est e Is Concas, abbancati su diverse gradonature sul pendio posto a SE rispetto al cantiere Santu Miali. Sono presenti due abbancamenti fini ubicati nel lato Ovest e Sud-Ovest della discarica, denominati, rispettivamente, abbancamento fini Sa Fronti e abbancamento fini Riu Monti Craboni.

Le analisi di laboratorio effettuate sui campioni prelevati in fase di caratterizzazione hanno registrato i seguenti risultati: i materiali del deposito sono risultati contaminati in As, Cu, Hg e Pb (Cd e Zn nei fini dilavati a valle dalle acque meteoriche superficiali); il substrato è risultato contaminato in As, Cd, Cu, Hg, Pb, Sb, Te, Zn; i suoli superficiali limitrofi sono risultati contaminati in soli 5 campioni su 24 complessivi raccolti nell'intorno dell'abbancamento, con lievi superamenti per Cr, Cu, As.

Sono stati realizzati due piezometri nell'area della discarica: il PZ24 nel corpo dell'abbancamento e il PZ25 a circa 400 m di distanza a valle del limite della discarica. Le acque campionate nel PZ24 sono risultate fortemente contaminate per contenuto in As, Cd, Cu, Ni, SO₄, Sb, Zn, Al, Co, Fe, Mn, Se, NO₂. La cosa è giustificata dal fatto che la falda interferisce direttamente con i rifiuti minerari costituenti l'abbancamento. Le acque campionate nel PZ25 sono risultate contaminate per contenuto in As, Cd, Hg, Ni, SO₄, Al, Co, Fe, Mn. La falda è stata intercettata all'interno del corpo delle andesiti e la sua soggiacenza è a circa 20 m di profondità rispetto al livello del suolo.

L'intervento previsto per l'area di Sa Fronti consiste nella bonifica del sito conseguibile attraverso la rimozione dei materiali presenti.

L'area in esame è costituita dalla discarica mineraria (DMF) e dagli abbancamenti fini del Riu Monti Craboni (AFR) e dell'abbancamento fini discarica mineraria Sa Fronti (AFD).

Le attività di bonifica prevedono:

- rimozione dei materiali abbancati nella discarica mineraria;
- riabilitazione dell'area di discarica, con ripristino della copertura vegetale;
- rimozione dell'abbancamento fini discarica mineraria Sa Fronti AFD;
- rimozione dell'abbancamento fini del Rio Monti Craboni AFR.

I materiali rimossi verranno impiegati ai fini della messa in sicurezza permanente in situ del bacino sterili.

Il volume totale dei materiali abbancati è pari a 266.420 m³, di cui 2.446 m³ relativi agli abbancamenti fini AFD e AFR.

Computo dei materiali da rimuovere destinati al bacino sterili.

Materiali	Volume [m ³]	Superficie [m ²]
DMF	263.954	30.504
AFD e AFR	2.466	2.641
Totale	266.420	33.145

Le operazioni di sbancamento dei materiali verranno effettuate con un escavatore al servizio di una pala gommata che effettuerà il carico su dumper. L'asportazione dei materiali procederà per strati successivi a partire dai materiali abbancati sulla superficie a monte del deposito, fino al raggiungimento del basamento roccioso. Attraverso supporto di software CAD si è proceduto con una simulazione dell'intervento di rimozione dei materiali. Il risultato ha consentito una stima della pendenza media e massima del versante dopo l'intervento di asportazione dei materiali, dati utili per il progetto dei successivi interventi di riabilitazione dell'area.



Fig. 8. Percorsi alternativi di trasporto dei materiali dalla discarica Sa Fronti al bacino sterili (fonte Google Earth).

L'asportazione dei materiali, in base alle indicazioni disponibili dedotte dalla stratigrafia dei sondaggi effettuati nel corpo discarica nel corso del Piano di Caratterizzazione ambientale, proseguirà fino al basamento roccioso sottostante la discarica.

3.2.1 Caratterizzazione dei rifiuti costituenti la discarica di Sa Fronti

Si riportano nella tabella seguente gli esiti della caratterizzazione del centro di pericolo in oggetto in termini di valore rappresentativo del contenuto in contaminanti inorganici. Sono stati riportati, ad eccezione del SO₄, i soli analiti per i quali sono stati registrati superamenti rispetto ai limiti di riferimento.

Tab. 12. Valori rappresentativi del contenuto in contaminanti inorganici nei centri di pericolo

Denominazione centro di pericolo	As	Cd	CNLib.	Cu	Hg	Pb	SO ₄	Sb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Discarica Sa Fronti	376,80	1,45	0,00	992,70	5,09	369,60	7 801,00	35,92	75,50
Abbanco finis Sa Fronti	0,50	23,90	0,00	30,66	0,12	762,20	0,00	0,50	2 805,00
Abbanco finis Riu Monti Craboni	212,70	1 295,00	0,00	421,80	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Valore di riferimento per l'unità litologica andesitica</i>	<i>152,00</i>	<i>6,14</i>	<i>1,00</i>	<i>319,80</i>	<i>1,46</i>	<i>927,90</i>	<i>-</i>	<i>71,07</i>	<i>749,60</i>

I materiali costituenti la discarica di Sa Fronti sono stati valutati ai sensi del Regolamento UE 1272/2008, che ha abrogato le Direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE; la classificazione dei rifiuti è stata fatta ai sensi del decreto legislativo 4 aprile 2006, n. 152, così come aggiornato dal Regolamento UE 1272/2008, dal Regolamento della Commissione UE 17 dicembre 2014 n. 1342/2014/UE, dalla Decisione della Commissione UE 18 dicembre 2014 n. 214/955/UE e dal regolamento della Commissione UE 18 dicembre 2014 n. 1357/2014/UE.

Gli elementi e/o i composti presenti nei materiali costituenti la discarica in esame che possono costituire sostanze pericolose in concentrazioni tali da rendere pericolosi i corrispondenti rifiuti sono l'**arsenico** (almeno 4 campioni hanno restituito concentrazioni superiori a 800 mg/kg, con valore massimo pari a 2346 mg/kg), il **rame** (concentrazione massima rilevata in fase di caratterizzazione 4778 mg/kg) e il **piombo** (concentrazione massima rilevata in fase di caratterizzazione 3828 mg/kg).

Riportiamo di seguito i risultati dei test di cessione relativi alle analisi eseguite su campioni prelevati dalla discarica di Sa Fronti.

I risultati dei test sono stati confrontati, secondo quanto previsto dal *D.Lgs. 152/06*, con i limiti di concentrazione accettabile per le acque sotterranee (*tabella 2 allegato 5 al titolo V della parte quarta*). Inoltre, in relazione all'accettabilità dei materiali in discarica, tali risultati sono stati confrontati con i valori delle *tabelle 5* (rifiuti non pericolosi) e *6* (rifiuti pericolosi) del *D.M.27.09.2010*.

Codice Campione	Strato m	Tipo	As	Cd	Cr Tot	Cu	Ni	Pb	SO ₄	Sb	CN Liberi
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DMF 7	0,00 - 1,50	R	0,436	0,002	0,045	5,010	0,107	0,014	2650,000	0,011	<0,05
DMF 7	1,50 - 2,90	R	<0,0010	0,001	<0,005	<0,010	0,039	0,009	1927,000	0,004	<0,05
DMF 7	2,90 - 5,10	R	0,006	0,007	0,014	9,230	0,082	0,003	1841,000	0,001	<0,05
DMF 7	5,10 - 6,30	R	0,025	0,003	0,067	5,590	0,106	0,022	2138,000	0,001	<0,05
DMF 7	6,30 - 9,50	R	<0,0010	0,003	<0,005	0,023	0,073	<0,001	2286,000	<0,0005	<0,05
DMF 7	9,50 - 13,50	R	<0,0010	<0,0005	<0,005	<0,010	0,016	<0,001	2517,000	0,001	<0,05
DMF 7	13,50 - 13,90	S	<0,0010	<0,0005	<0,005	<0,010	0,003	<0,001	592,000	<0,0005	<0,05
DMF 7	13,90 - 17,30	SU	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D. Lgs 152/06 Tab. 2			0,010	0,005	0,050	1,000	0,020	0,010	250,0	0,005	0,050
D.M.27.09.2010 Tab. 5			0,200	0,100	1,000	5,000	1,000	1,000	5000,0	0,070	-
D.M.27.09.2010 Tab. 6			2,500	0,500	7,000	10,000	4,000	5,000	5000,0	5,000	-

Tab. 13. Test di Cessione discarica Sa Fronti

I rifiuti che costituiscono la discarica di Sa Fronti sono classificabili col codice CER 17.05.03* - Terre e rocce con sostanze pericolose.

3.2.2 Classificazione della struttura di deposito - discarica di Sa Fronti

Pertanto, in base all'Allegato II del D.Lgs. 117/2008 la struttura di deposito di Sa Fronti è classificata nella categoria A in quanto contiene rifiuti di estrazione classificati come pericolosi.

3.2.3 Heap Leach

L'area d'intervento è situata nella parte centrale della concessione mineraria Santu Miali all'interno del perimetro della zona industriale della miniera, delimitata da P.ta Sa Perrima, S'Alluminu e Campu Braxi, nel territorio comunale di Furtei (VS).



Fig. 9. Ubicazione dell'abbancamento Heap Leach all'interno della concessione mineraria (fonte Google Earth).

L'Heap Leach rappresenta l'abbancamento di minerali ossidati a basso tenore, con una percentuale di solfuri molto limitata, sui quali veniva eseguita la lisciviazione in cumulo, previo trattamento a base di calce.

L'abbancamento si estende per circa 31.600 m² ed è dotato di impermeabilizzazione basale costituita da teli in HDPE dello spessore di 1 mm.

L'area è stata oggetto di interventi di messa in sicurezza d'emergenza che hanno consentito la risistemazione dei materiali caoticamente distribuiti e la realizzazione di un adeguato canale di guardia di regimazione delle acque.



Fig. 10. Vista panoramica dell'abbancamento Heap Leach (2015).

Le analisi di laboratorio effettuate sui campioni di materiali prelevati in fase di caratterizzazione, hanno evidenziato superamenti rispetto ai limiti di riferimento nel contenuto in As, Sb, Hg, idrocarburi leggeri ($C < 12$) e pesanti ($C > 12$). Il substrato ed suoli nell'immediato intorno dell'abbancamento sono invece risultati non contaminati.

In sede di valutazione degli interventi, la messa in sicurezza permanente in situ dell'abbancamento Heap Leach è risultata non compatibile con il complesso degli interventi di ripristino e messa in sicurezza previsti per i cantieri presenti all'interno della concessione mineraria.

Vanno sottolineati i seguenti svantaggi legati alla realizzazione di una messa in sicurezza permanente in situ dell'abbancamento:

- necessità di integrare l'impermeabilizzazione basale, in quanto il solo telo in HDPE non può garantire l'impermeabilizzazione del fondo;
- necessità di gestione dei drenaggi raccolti alla base dell'abbancamento sul telo in HDPE;
- necessità di monitoraggio permanente dei parametri ambientali;
- consumo di suolo, difficilmente riutilizzabile per altre attività.

L'intervento previsto per il deposito Heap Leach consiste nella bonifica dell'area conseguibile attraverso la rimozione dei materiali presenti. Sulla base del fabbisogno di materiali emerso in fase di progettazione degli interventi di ripristino dei vuoti di coltivazione e di messa in sicurezza

permanente in situ della diga sterili, i materiali rimossi saranno destinati ai cantieri di estrazione di Santu Miali Est, Su Masoni, Is Concas e al bacino sterili. L'abbancamento è costituito da materiale granulare e in pezzame, permeabile, che ben si presta ai fini degli interventi sopracitati.

Sono previsti i seguenti interventi:

- Rimozione integrale dei materiali presenti e loro impiego ai fini della messa in sicurezza permanente in situ del bacino sterili e del ripristino dei cantieri di estrazione di Is Concas, Su Masoni e Santu Miali Est;
- Rimozione e smaltimento in discarica autorizzata del telo in HDPE presente sul fondo dell'abbancamento;
- Riabilitazione del sito con ripristino della copertura vegetale.

Il volume totale dei materiali abbancati risulta essere pari a 388.000 m³. Di tali materiali, circa 134.730 m³ saranno conferiti al bacino sterili, 122.270 m³ saranno destinati al cantiere di Is Concas, 130.995 m³ saranno destinati ai cantieri Su Masoni (74.040 m³) e Santu Miali Est (56.960 m³).

Le operazioni di sbancamento dei materiali verranno effettuate con un escavatore al servizio di una pala gommata che effettuerà il carico su dumper e autocarro.

L'asportazione dei materiali procederà per strati successivi a partire dai materiali abbancati sulla superficie a monte del deposito fino al raggiungimento del telo in HDPE posizionato sul fondo. Nella seguente **Tab. 14** è riportata la distanza dal cumulo dell'heap leach ai luoghi di destino dei materiali rimossi.

Tab. 14. Distanza dell'abbancamento Heap Leach dai cantieri di destinazione.

Mezzo di trasporto	Cantiere di destinazione	Distanza dall'abbancamento Heap Leach [km]
Dumper	Bacino Sterili	1,7
	Is Concas	3,0
Autocarro	Su Masoni - Santu Miali Est	2,2

A seguito dell'intervento di rimozione dei materiali dal deposito, si procederà alla rimozione del telo in HDPE presente sul fondo dell'abbancamento.

3.2.3.1 Caratterizzazione dei rifiuti costituenti il cumulo dell'Heap Leach

Si riportano nella tabella seguente gli esiti della caratterizzazione del centro di pericolo in oggetto in termini di valore rappresentativo del contenuto in contaminanti inorganici. Sono stati riportati, ad eccezione del SO₄, i soli analiti per i quali sono stati registrati superamenti rispetto ai limiti di riferimento.

Tab. 15. Valori rappresentativi del contenuto in contaminanti inorganici nel cumulo Heap Leach

Denominazione centro di pericolo	As	Cd	CNLib.	Cu	Hg	Pb	SO ₄	Sb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Strato riporto area impianti (comprende l'Heap Leach)	423,50	2,42	0,56	957,30	6,47	403,70	389,60	43,99	248,50
<i>Valore di riferimento per l'unità litologica andesitica</i>	<i>152,00</i>	<i>6,14</i>	<i>1,00</i>	<i>319,80</i>	<i>1,46</i>	<i>927,90</i>	-	<i>71,07</i>	<i>749,60</i>

I materiali costituenti il centro di pericolo "area impianti", di cui fa parte l'heap leach, sono stati valutati ai sensi del Regolamento UE 1272/2008, che ha abrogato le Direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE; la classificazione dei rifiuti è stata fatta ai sensi del decreto legislativo 4 aprile 2006, n. 152, così come aggiornato dal Regolamento UE 1272/2008, dal Regolamento della Commissione UE 17 dicembre 2014 n. 1342/2014/UE, dalla Decisione della Commissione UE 18 dicembre 2014 n. 214/955/UE e dal regolamento della Commissione UE 18 dicembre 2014 n. 1357/2014/UE.

Gli elementi e/o i composti presenti nei materiali costituenti il centro di pericolo in esame che possono costituire sostanze pericolose in concentrazioni tali da rendere pericolosi i corrispondenti rifiuti sono l'**arsenico** (concentrazione massima rilevata 1343 mg/kg) e il **rame** (concentrazione massima rilevata 3881 mg/kg).

3.2.3.2 Classificazione della struttura di deposito - cumulo Heap Leach

Pertanto, in base all'Allegato II del D.Lgs. 117/2008 la struttura di deposito in esame è classificata nella categoria A in quanto contiene rifiuti di estrazione classificati come pericolosi.

3.2.4 Cantiere di Su Masoni

L'area di intervento Su Masoni, è situata nel settore NO della concessione mineraria. E' ubicata nel territorio comunale di Furtei (VS) e comprende la discarica mineraria Su Masoni e il cantiere di estrazione omonimo.



Fig. 11. Ubicazione dell'area di Su Masoni all'interno della concessione mineraria (fonte Google Earth).

La discarica Su Masoni è posizionata nella conca tra lo scavo minerario di Su Masoni ed il versante Nord-Est di Monte Santu Miali. Accoglie gli sterili provenienti dagli “scapellamenti” dei canteri di Santu Miali, Is Concas e Su Masoni.

Il materiale deposto è stato opportunamente compattato al momento del suo stoccaggio. All'epoca non si escludeva la sua rimovimentazione, anche parziale, per far fronte a fabbisogni di materiale per la riabilitazione dei vari cantieri. Oltre 70.000 t dei materiali provvisoriamente

abbancati sono infatti stati usati per il riempimento e la riabilitazione dello scavo di Santu Miali Cima.

Si tratta del maggior abbancamento di sterili minerari presente all'interno della concessione dopo il bacino sterili. Le attività di rinaturazione e di infrastrutturazione del cantiere ne hanno tuttavia obliterato l'estensione che, al contrario di quanto non sia percepibile, è notevole.

Dal raffronto fra il rilievo planimetrico precedente all'attività estrattiva e l'attuale, sono stati determinati i seguenti valori dimensionali:

superficie complessiva occupata	71.300 m ²
volume complessivo abbancamento	562.400 m ³

In fase di caratterizzazione ambientale la discarica è stata campionata per mezzo di 6 sondaggi a carotaggio. Sono stati prelevati campioni rappresentativi dei materiali attraversati dai sondaggi e, per ciascun sondaggio, un campione del basamento roccioso sottostante.

In tutto il centro di pericolo sono stati campionati ed analizzati 45 campioni prelevati nelle 6 maglie previste, l'analisi del dato evidenzia che le determinazioni eseguite per i campioni delle maglie DMM3, DMM4 e DMM5, non hanno presentato superamenti nei valori di riferimento.

Nel resto delle maglie sono stati rilevati i seguenti valori di concentrazione superiori ai valori di riferimento:

nei sondaggi DMM1 e DMM6 si riscontrano superamenti solo per il Hg (rispettivamente DMM1 con un valore di 2,15 mg/Kg e DMM6 con un valore di 5,52 mg/Kg rispetto ai 1,46 mg/Kg di riferimento);

nel sondaggio DMM2 si riscontrano superamenti di concentrazione più alti rispetto agli altri sondaggi per il Hg (con un valore di 20,75 mg/Kg rispetto al valore di riferimento di 1,46 mg/Kg) e per l'As (con un valore di 407,23 mg/Kg rispetto al valore di riferimento di 152 mg/Kg).

L'analisi dei campioni prelevati dal substrato roccioso ha evidenziato che nei campioni DMM1, DMM4 e DMM5, è stato riscontrato un superamento oltre i limiti di legge relativo al parametro Hg (pari a 6 mg/Kg contro i 1,92 mg/Kg del valore di riferimento).

Gli interventi previsti per la discarica di Su Masoni consistono nella messa in sicurezza permanente in situ previa parziale rimozione dei materiali e loro reimpiego per il ripristino dei vuoti dei cantieri di estrazione di Santu Miali Est e di Su Masoni.

Prima di procedere con la messa in sicurezza permanente sarà asportata una quota parte dei materiali ubicati nella parte sommitale della stessa discarica.

La scelta della potenza ottimale dei materiali da asportare dal deposito è stata orientata in relazione al migliore scenario ottenibile ai fini del ripristino. A supporto di tali valutazioni si è proceduto, sulla base della cartografia disponibile, dei rilievi plano-altimetrici di dettaglio e con

supporto di software CAD, a una simulazione dell'asportazione dei materiali per strati, valutando, di volta in volta, la predisposizione finale del sito.

Il volume dei materiali che dovranno essere rimossi dall'abbancamento Su Masoni è pari 46.150 m³. L'asportazione dei materiali procederà per strati successivi e contestualmente all'asportazione sarà eseguita la regolarizzazione delle superfici. Ciò in modo tale da conformare le stesse superfici per garantire un buon inserimento paesaggistico della morfologia finale e nel contempo il corretto deflusso delle acque meteoriche superficiali, al fine di evitare locali aree di ristagno.

I materiali rimossi verranno impiegati nel ripristino delle volumetrie dei limitrofi cantieri di estrazione Santu Miali Est e Su Masoni.

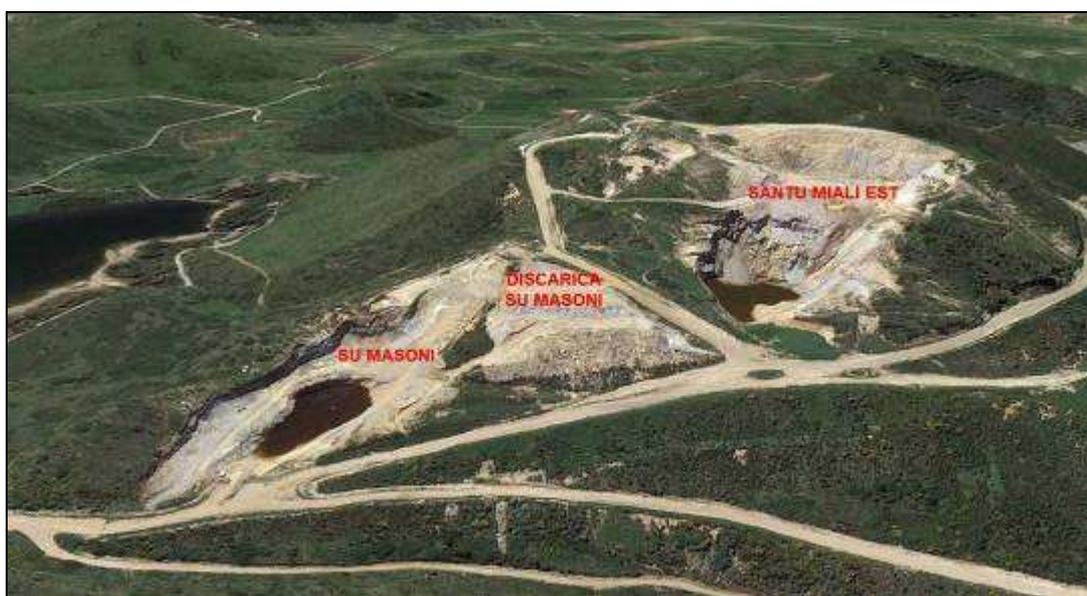


Fig. 12. Immagine dell'area dei cantieri Su Masoni e Santu Miali Est. La discarica Su Masoni è contenuta in un compluvio stretto fra i due cantieri (fonte Google Earth).

L'attività di rimozione dei materiali interesserà tutta la superficie della discarica a monte della quota 223 m s.l.m., individuabile nella linea di passaggio tra la superficie interessata da ripresa spontanea di vegetazione e superficie priva di vegetazione.

Alla rimozione dei materiali del deposito seguirà la messa in opera degli strati di copertura superficiale.

3.2.4.1 Caratterizzazione dei rifiuti costituenti la discarica di Su Masoni

Si riportano nella tabella seguente gli esiti della caratterizzazione del centro di pericolo in oggetto in termini di valore rappresentativo del contenuto in contaminanti inorganici.

Tab. 16. Valori rappresentativi del contenuto in contaminanti inorganici nei centri di pericolo

Denominazione centro di pericolo	As	Cd	CNLib.	Cu	Hg	Pb	SO4	Sb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Discarica Su Masoni	407,23	2,85	<0,1	305,10	20,75	0,00	10 587,24	18,22	498,01
<i>Valore di riferimento per l'unità litologica andesitica</i>	<i>152,00</i>	<i>6,14</i>	<i>1,00</i>	<i>319,80</i>	<i>1,46</i>	<i>927,90</i>	-	<i>71,07</i>	<i>749,60</i>

I materiali costituenti la discarica di Su Masoni sono stati valutati ai sensi del Regolamento UE 1272/2008, che ha abrogato le Direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE; la classificazione dei rifiuti è stata fatta ai sensi del decreto legislativo 4 aprile 2006, n. 152, così come aggiornato dal Regolamento UE 1272/2008, dal Regolamento della Commissione UE 17 dicembre 2014 n. 1342/2014/UE, dalla Decisione della Commissione UE 18 dicembre 2014 n. 214/955/UE e dal regolamento della Commissione UE 18 dicembre 2014 n. 1357/2014/UE.

L'elemento presente nei materiali costituenti la discarica in esame che può costituire sostanza pericolosa in concentrazioni tali da rendere pericolosi i corrispondenti rifiuti è l'**arsenico**, in quanto in fase di caratterizzazione la concentrazione massima rilevata è di **792,70 mg/kg**.

3.2.4.2 Classificazione della struttura di deposito - discarica di Su Masoni

In base all'Allegato II del D.Lgs. 117/2008:

«Una struttura di deposito dei rifiuti di estrazione è classificata nella categoria A se:

- 1) il guasto o cattivo funzionamento, quale il crollo di un cumulo o di una diga, potrebbe causare un incidente rilevante sulla base della valutazione dei rischi alla luce di fattori quali la dimensione presente o futura, l'ubicazione e l'impatto ambientale della struttura, oppure
- 2) contiene rifiuti di estrazione classificati come pericolosi ai sensi del decreto legislativo 4 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni, oltre un determinato limite, oppure
- 3) contiene sostanze o preparati classificati come pericolosi ai sensi delle direttive 67/548/CEE o 1999/45/CE oltre un determinato limite.»

La struttura di deposito in esame è classificata nella categoria A in quanto contiene rifiuti di estrazione classificati come pericolosi.

4 Piano di emergenza interno

4.1 *Scopo*

Lo scopo del presente documento è quello di descrivere la gestione delle situazioni d'emergenza e degli incidenti eventualmente accorrenti nelle varie fasi operative con particolare riferimento a quelli che possono essere causa di contaminazione a carico delle componenti ambientali in sede di movimentazione dei rifiuti minerari, con possibili conseguenze negative per la salute umana e per l'ambiente.

Il piano trova applicazione al verificarsi degli eventi ritenuti possibili nello svolgimento delle diverse fasi operative e nella fase post chiusura della struttura di deposito.

Nel piano si farà distinzione fra:

Emergenza, è un evento in grado di produrre ***effetti gravi e/o di vaste proporzioni*** per la sicurezza e la continuità delle attività di progetto o della post gestione della struttura e che provochi una o più delle seguenti condizioni o che ne sia la conseguenza:

- a) *Fenomeni di franamento di porzioni dell'argine di contenimento della struttura di deposito su aree di frequentazione umana e conseguente rischio per l'incolumità di persone;*
- b) *Fenomeni di franamento di porzioni dell'argine di contenimento della struttura di deposito su aree sensibili e conseguente contaminazione di matrici ambientali;*
- c) *Fenomeno di franamento generalizzato dell'argine di contenimento della struttura di deposito su aree di frequentazione umana e conseguente rischio per l'incolumità di persone;*
- d) *Fenomeno di franamento generalizzato dell'argine di contenimento della struttura di deposito su aree sensibili e conseguente contaminazione di matrici ambientali;*
- e) *Fenomeni di rottura di tubazioni per il pompaggio delle acque contaminate su aree sensibili e conseguente contaminazione di matrici ambientali;*

Incidente, è un evento che coinvolga il cantiere di lavoro o la struttura, e che ***provochi lesioni gravi di persone o danni a cose*** e che sia provocato da una delle seguenti cause:

- a) *Cedimento fronte di scavo*
- b) *Ribaltamento di un camion per il trasporto di rifiuti di attività estrattiva*
- c) *cedimento argine di contenimento della struttura di deposito;*
- d) *rottura della condotta di pompaggio dei reflui del bacino sterili;*

Pronto intervento, è l'azione tempestiva a fronte di una qualsiasi situazione di emergenza, segnalata dagli addetti, dal sistema di telecontrollo e dai rilievi di monitoraggio ambientale, al fine di garantire la pubblica incolumità e rendere minimi gli effetti e le conseguenze alle persone, all'ambiente, alle cose e ai cantieri operativi.

Organizzativamente questa distinzione comporta che, pur utilizzando le stesse strutture e lo stesso personale, a quest'ultimo competono responsabilità e ruoli diversi.

4.2 *Struttura del Piano di emergenza interno*

Il Piano, tenuto conto di quanto precisato sopra, è un insieme organico di disposizioni, informazioni, procedure e modalità operative col quale i reparti e il personale preposti attuano la gestione degli eventi.

La stesura del piano ha seguito una logica modulare, col fine di facilitare l'aggiornamento dello stesso, in seguito a eventuali mutamenti organizzativi della struttura aziendale e di eventuali modifiche nella successione temporale delle fasi di chiusura e post gestione del bacino sterili.

Gli aspetti analizzati nel piano sono:

- ~ *la sede operativa;*
- ~ *i reparti aziendali e il personale incaricato;*
- ~ *la formazione e l'informazione data*
- ~ *l'elenco dei dispositivi di protezione individuale*
- ~ *l'elenco dei contatti esterni*
- ~ *gli impianti aziendali interessati*
- ~ *gli scenari ipotizzati*
- ~ *gli interventi per la riduzione del rischio*
- ~ *le schede d'intervento*

4.2.1 *Analisi degli incarichi e dei compiti*

4.2.1.1 *Incaricati*

Le figure incaricate nella fase di chiusura e post-gestione sono:

- **Personale di sorveglianza** (Centralino di pronto intervento attivo 24 ore su 24)
- **Tecnico di pronto intervento**, fuori dal normale orario di lavoro è sostituito dal *tecnico reperibile*
- **Addetto tecnico** (operante solo nel normale orario di lavoro)
- **Personale operativo**, fuori dal normale orario di lavoro è sostituito dall'*operatore reperibile*;
- **Responsabile del pronto intervento e della gestione degli incidenti**
- **Responsabile della gestione delle emergenze**

L'elenco degli incaricati e i relativi recapiti telefonici sono riportati nell'**Allegato 2**.

4.2.1.2 *Compiti*

Agli incaricati, individuati rispettivamente per le funzioni di pronto intervento e di gestione delle emergenze, spettano i seguenti compiti:

4.2.1.3 *Pronto Intervento*

- *Personale di sorveglianza*, riceve le segnalazioni degli addetti, degli operatori o da terzi in genere e avvisa il *Tecnico reperibile*. La comunicazione avviene mediante telefono.
- *Tecnico reperibile*, riceve le segnalazioni dal *Personale di Sorveglianza*, valuta l'evento, dà disposizioni al *personale operativo/reperibile*; se si tratta di emergenza o di incidente avvisa il *Responsabile del pronto intervento*; è inoltre di supporto per eventuali contatti con l'esterno.
- *Personale operativo/operatore reperibile*, su segnalazione si reca sul posto per accertare l'esistenza e il tipo di evento (emergenza o incidente). Localizza e determina l'entità dello stesso, se gli è possibile ripristina le condizioni di sicurezza avvalendosi dei mezzi e degli operatori normalmente impegnati in cantiere, altrimenti riferisce al tecnico/reperibile.
- *Responsabile del pronto intervento*, sovrintende le operazioni, organizza e gestisce le risorse tecniche e umane con facoltà di reperirne altre nel caso di necessità. Se si tratta di emergenza o di incidente avvisa rispettivamente il *Responsabile della gestione dell'emergenza* o degli incidenti, cui competerà di coordinare le attività di gestione dell'emergenza o dell'incidente.

4.2.1.4 *Emergenza*

- *Tecnico reperibile*, oltre alle funzioni di pronto intervento, dà disposizioni agli operatori e all'impresa. Concorda col capoturno interventi d'esercizio. Chiede l'intervento di gestori di altri servizi o della pubblica sicurezza. Riferisce e si coordina con il *Responsabile della gestione dell'emergenza*; funge da interfaccia per i contatti con terzi.
- *Personale operativo/operatore reperibile*, oltre alle funzioni di pronto intervento, se di competenza provvede a ripristinare le condizioni di sicurezza con le manovre necessarie e avvalendosi dell'impresa appaltatrice.
- *Responsabile della gestione dell'emergenza*, sovrintende le operazioni, organizza e gestisce le risorse tecniche, umane e logistiche con facoltà di reperirne altre nel caso di necessità. Informa e richiede l'intervento delle pubbliche autorità competenti quando necessario. Si rapporta con i mass-media e le pubbliche autorità. Redige il rapporto dell'emergenza.
- *Impresa*, su indicazione del *Tecnico* esegue gli interventi di riparazione della dispersione che competono all'azienda.

4.2.1.5 Incidenti

- *Tecnico reperibile*, oltre alle funzioni di pronto intervento, dà disposizioni agli operatori e all'impresa. Si mette a disposizione delle pubbliche autorità competenti intervenute. Riferisce e si coordina con il *Responsabile della gestione degli incidenti*.
- *Personale operativo/operatore reperibile*, oltre alle funzioni di pronto intervento, se di competenza provvede a ripristinare le condizioni di sicurezza con le manovre necessarie e avvalendosi dell'impresa.
- *Responsabile della gestione degli incidenti*, collabora con le pubbliche autorità competenti intervenute e in accordo con le stesse sovrintende le operazioni, organizza e gestisce le risorse tecniche, umane e logistiche con facoltà di reperire altre nel caso di necessità. Informa e richiede l'intervento delle pubbliche autorità competenti quando necessario. Redige il rapporto dell'incidente.
- *Impresa*, segue le istruzioni del tecnico, fornendo tutte le informazioni che possono chiarire le cause e gli effetti dell'incidente.

4.3 Formazione e informazione

Il personale operativo ha ricevuto un'adeguata informazione, formazione e addestramento.

La preparazione del personale, raggiunta attraverso corsi teorico-pratici e affiancamento a personale esperto, ha riguardato vari argomenti di carattere generale e specifico per la mansione svolta.

In particolare, oltre agli approfondimenti sul tema del primo soccorso e la lotta antincendio, il personale è stato addestrato sull'uso delle macchine operatrici, delle attrezzature e dei dispositivi di protezione individuale.

La formazione e informazione, inoltre, è costantemente mantenuta aggiornata con programmi di miglioramento.

La formazione per i lavoratori e i preposti nel cantiere di Santu Miali, specifica per gli incidenti rilevanti, sarà equiparata a quella di cantieri con livello di rischio medio, e avrà una durata minima di 8 ore delle quali 3 ore destinate ad esercitazioni pratiche.

4.4 Dispositivi di protezione individuale

Ad ogni lavoratore preposto sono assegnati in dotazione i dispositivi di protezione individuale in funzione della mansione svolta e degli incarichi affidati.

Sono altresì disponibili, sulle macchine operative e in dotazione al personale operativo, particolari dispositivi di protezione a seconda della mansione così come riportato nel documento CATALOGO DEI DPI a disposizione di tutti i preposti.

4.5 Piano di protezione dei lavoratori

Le misure di sicurezza per i lavoratori sono dettagliatamente descritte nel DSS.

Relativamente alle misure di sicurezza per la salute dei lavoratori e di frequentatori occasionali delle aree limitrofe all'area di intervento o degli abitanti delle case rurali più prossime al cantiere operativo, verranno attentamente considerate le seguenti misure:

- misure per l'abbattimento delle polveri. Sarà effettuata l'umidificazione mediante bagnatura di tutte le piste sterrate, con frequenza pari a 2 volte/turno di lavoro di 8 ore. Si prevede l'esecuzione del monitoraggio delle polveri durante i lavori così come descritto nell'allegato Elaborato SMF.01.04 Piano di Monitoraggio, al fine di monitorare eventuali dispersioni in atmosfera di polveri e verificare l'efficacia delle misure adottate
- misure per la salvaguardia da agenti chimici
- misure per il contenimento dei rumori. Le operazioni saranno effettuate attraverso l'utilizzo di macchine e impianti rigorosamente a norma
- misure per il contenimento delle emissioni inquinanti. Saranno effettuate mediante l'utilizzo di macchine e impianti a norma dal punto di vista delle emissioni degli scarichi.

Le misure di sicurezza per i lavoratori faranno riferimento alla normativa vigente, in particolare il D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 e il D.Lgs. 25 novembre 1996 n. 624 e ss.mm.ii.

Tutti i lavoratori presenti nell'area saranno dotati di appositi dispositivi di protezione individuale (DPI).

Segue una descrizione delle caratteristiche dei probabili dispositivi adottati.

Dispositivo protezione individuale	Caratteristiche generali
Tuta in polipropilene	Tuta intera in polipropilene usa e getta con zip, cappuccio, elastico ai polsi
Tuta in tyvek	Abbigliamento in Tyvek che assicura la protezione contro polveri, acidi e basi, spruzzi di sostanze organiche
Calzatura antinfortunistica	Calzatura di sicurezza conforme alle regole tecniche stabilite dalla direttiva 89/686/CE ed ai requisiti della norma UNI EN345
Stivali in PVC	Stivale ginocchio, con suola carro armato, puntale in acciaio, lamina antiforo, Uni EN 345 S5
Maschera antipolvere senza valvola	Protegge contro polveri (TLV superiori a 10 mg/m ³). Conforme alla norma Uni EN 149 classe FFP1
Maschera antipolvere con valvola	Tipo 3M 9332, conforme alla norma Uni EN 149 classe FFP3S
Elmetto	Elmetto in polietilene alta densità. Bardatura interna regolabile in polietilene bassa densità, norma Uni EN 397
Guanti	In cuoio, in caso di contatti con materiali taglienti. Guanto monouso in nitrile UNI EN 455 UNI EN 374 in caso di contatti con sostanze chimiche tossiche o caustiche Guanti in neoprene per protezione contro agenti chimici, biologici e meccanici UNI EN 388 3121 UNI EN 374

4.6 *Contatti esterni*

Per contatti esterni s'intendono tutti quegli Enti o Autorità che per competenza, area d'influenza o dislocazione territoriale, devono essere chiamati ad intervenire o informati durante le fasi dell'emergenza o dell'incidente accaduto.

Ove l'emergenza fosse di tipo tale da richiedere l'intervento in soccorso di enti esterni (Evento significativo o grave), sarà cura, a seconda del caso, del *Tecnico di pronto intervento*, o del *Responsabile della gestione del pronto intervento* o del *Responsabile della gestione delle emergenze*, procedere ad avvertire gli enti preposti.

L'elenco è quello riportato nell'**Allegato 4**.

Un esempio di messaggio per avvisare gli enti di soccorso è riportato nell'**Allegato 5**.

4.7 Tipologie di lavoro e di impianti

Così come visto in dettaglio nell'area del bacino sterili si svolgono le seguenti principali tipologie di attività:

- Pompaggio di acque contaminate (rifiuti di estrazione) dal bacino sterili all'impianto di trattamento
- Scavo con macchina operatrice di materiale lapideo a piccola e a larga sezione per profondità non superiore a 3 m;
- Scavo con macchina operatrice di materiale sciolto con altezza del fronte di scavo fino a 10 m;
- Trasporto a deposito con autocarro di materiale sciolto;
- Stesa e compattazione con macchina operatrice di materiale sciolto per realizzazione di rilevato;
- Stesa di teli (in HDPE, geocomposito bentonitico, geocomposito drenante, geotessuto antipunzonamento, georete, geostuoia) su grandi superfici, piane e inclinate;
- Posa di tubazioni;
- Realizzazione di perforazioni e iniezioni di miscele cementanti (jet-grouting)
- Realizzazione di manufatti in cls armato per il rivestimento di canali;
- Confezionamento in opera di gabbionate;
- Posa di recinzione.

I tecnici della sede operativa coordinano tutti i trasporti dalle sedi operative di rimozione dei rifiuti minerali fino a deposito nel bacino sterili.

- Trasporto con autocarro dei rifiuti minerali dall'area di carico al bacino sterili;

Il responsabile di sede sovrintende anche al sistema degli impianti di pompaggio dei reflui dei bacini sterili mineralurgici e del sito di raccolta che consta dei seguenti:

Gli impianti presenti in cantiere sono i seguenti:

- Impianto eduazione percolato: è costituito da una pompa sommersa posizionata nella spianata del bacino sterili su una zattera galleggiante, che pompa le acque presenti sulla spianata del bacino all'impianto di trattamento tramite una tubazione in polietilene avente diametro 50 mm. E' costituito da due pompe sommergibili, una di servizio, una d'emergenza. Comprende, oltre al sistema di valvole manuali, anche quello di valvole motorizzate.
- Impianto di pompaggio delle acque di scarico del dreno del bacino sterili: è costituito dall'impianto per il pompaggio dei reflui dal pozzo F25 alla vasca di alimentazione dell'impianto di trattamento, sita nell'area dell'ex impianto di trattamento della miniera. E' costituito da una pompa sommergibile. Comprende, oltre al sistema di valvole manuali, anche quello di valvole motorizzate.

4.8 Scenari ipotetici

La tipologia dei rischi possibili si evince non solo dallo studio delle caratteristiche del cantiere e dall'analisi delle attività previste, ma anche dalla frequenza con cui gli incidenti si sono manifestati nel passato, laddove per incidente si intenda *un evento, o serie di eventi, non intenzionali che causano danni a persone, a cose e all'ambiente ovvero la disfunzione di un sistema o di un servizio.*

Il rischio è la combinazione tra la probabilità di accadimento di un determinato evento (pericolosità) e l'entità delle conseguenze da esso derivanti $R = P \times D$ dove **P** è la probabilità di accadimento dell'evento e **D** la magnitudo o gravità delle conseguenze (danno a persone, ambiente, infrastrutture).

Scala delle probabilità		
P	Livello di probabilità	Criterio di valutazione
4	Altamente probabile	- Esiste una correlazione diretta tra la mancanza rilevata ed il verificarsi del danno ipotizzato - Si sono già verificati danni per la stessa azienda o in aziende simili o in situazioni operative simili - Il verificarsi del danno conseguente la mancanza rilevata non susciterebbe alcuno stupore in azienda
3	Probabile	- La mancanza rilevata può provocare un danno, anche se in modo automatico o diretto - È noto qualche episodio di cui alla mancanza ha fatto seguire il danno - Il verificarsi del danno ipotizzato susciterebbe una moderata sorpresa in azienda
2	Poco probabile	- La mancanza rilevata può provocare un danno solo in circostanze sfortunate di eventi - Sono noti solo rarissimi episodi già verificatisi - Il verificarsi del danno ipotizzato susciterebbe grande sorpresa
1	improbabile	- La mancanza rilevata può provocare un danno per la concomitanza di più eventi poco probabili indipendenti - Non sono noti episodi già verificatisi - Il verificarsi del danno susciterebbe incredulità

Scala delle gravità del danno		
D	Livello del danno	Criterio di valutazione
4	Gravissimo	- Infortunio con effetti letali - Episodio di esposizione acuta con effetti letali o di invalidità totale - Esposizione cronica con effetti letali e/o totalmente invalidanti - Compromissione dell'ambiente non risanabile
3	Grave	- Infortunio con effetti di invalidità parziale - Esposizione acuta con effetti di invalidità parziale - Esposizione cronica con effetti irreversibili e/o parzialmente invalidanti - Compromissione dell'ambiente risanabile con tempi e costi elevati
2	Poco probabile	- Infortunio o episodio di esposizione acuta con inabilità reversibile - Esposizione cronica con effetti reversibili - Compromissione dell'ambiente risanabile nel breve termine con costi contenuti
1	improbabile	- Infortunio o episodio di esposizione acuta con inabilità rapidamente reversibile - Esposizione cronica con effetti rapidamente reversibili - Compromissione dell'ambiente di entità minima e risanabile nell'immediato

Stima del rischio					
		Probabilità			
		1	2	3	4
danno	1	1	2	3	4
	2	2	4	6	8
	3	3	6	9	12
	4	4	8	12	16

	Rischio basso		Rischio medio		Rischio alto		Rischio altissimo
--	---------------	--	---------------	--	--------------	--	-------------------

Sulla base delle statistiche, degli studi fatti e dell'esperienza decennale acquisita nel campo delle attività di scavo e movimentazione di materiali derivanti da attività di ricerca, coltivazione e trasformazione di minerali, di trasporto e messa a dimora di rifiuti minerari a differente granulometria, di trattamento di acque contaminate da metalli pesanti e sulla base delle conoscenze specifiche relative alla natura dei materiali trattati e al loro comportamento nel breve-medio-lungo termine acquisite dall'esperienza maturata nel campo della caratterizzazione ambientale di aree minerarie dismesse, nell'elaborazione di analisi di rischio sito specifica, nel monitoraggio ambientale, è possibile affermare che la probabilità d'accadimento di un evento, che porti ad un'**emergenza**, nel caso delle attività in oggetto, è in generale di livello 1 (improbabile).

Saranno comunque analizzati tutti i principali possibili scenari a cui corrisponde una qualche probabilità di accadimento ai quali è associato un rischio medio o medio-alto in virtù essenzialmente del danno di livello massimo conseguibile.

Gli scenari per tipologia di fase operativa sono:

4.8.1 Area di scavo e carico su automezzo

- **Scavo su abbancamento di rifiuti minerari:**

- 1) franamento del fronte di scavo con interessamento della macchina operatrice;
- 2) franamento del fronte di scavo su terreno incontaminato;
- 3) franamento del fronte di scavo su strada di cantiere;
- 4) franamento del fronte di scavo con interessamento di strada pubblica;

- **Carico su autocarro di materiali prodotti dagli scavi:**

- 1) manovra errata con coinvolgimento di altro mezzo con operatore.

4.8.2 Trasporto dall'area di scavo al bacino sterili

- **Trasporto con autocarro di rifiuti minerari:**

- 1) incidente con ribaltamento dell'autocarro e sversamento rifiuti sulla sede della pista di cantiere
- 2) incidente con ribaltamento dell'autocarro e sversamento rifiuti sulla sede della strada sterrata comunale
- 3) incidente con uscita di strada e ribaltamento dell'autocarro e sversamento rifiuti su terreno circostante
- 4) incidente con coinvolgimento di terzi;

4.8.3 Scarico e sistemazione definitiva nel bacino sterili

- **Trasporto con autocarro di rifiuti minerari:**

- 1) incidente con ribaltamento dell'autocarro e sversamento rifiuti sulla sede della pista di cantiere
- 2) incidente con ribaltamento dell'autocarro e sversamento rifiuti con coinvolgimento del sistema idrografico;
- 3) incidente con uscita di strada e ribaltamento dell'autocarro e sversamento rifiuti su terreno circostante
- 4) incidente con coinvolgimento di terzi;
- 5) incidente con sprofondamento dell'autocarro o del mezzo operativo su aree sovrassature della spianata del bacino sterili
- 6) incidente con sversamento di acque contaminate fuoriuscenti dal dreno del bacino sterili alla base dell'argine ovest, verso il sistema idrografico di valle

4.8.4 Gestione post chiusura

- 1) incidente con sversamento di acque contaminate fuoriuscenti dal dreno del bacino sterili alla base dell'argine ovest, verso il sistema idrografico di valle

L'incidente di cui al punto 1 precedente (coincidente con quello al punto 6 del penultimo paragrafo) è altamente improbabile dato il limitato quantitativo di acque di scarico, il sistema di intercettazione che consta di due pozzi posti a diversa distanza dalla base dell'argine, ciascuno dei quali è dotato di pompa sommersa di eduazione per il pompaggio delle acque all'impianto di trattamento e con l'ultimo baluardo costituito dalla barriera filtrante in materiale ghiaioso calcareo.

4.8.5 Collettamento acque contaminate dalla spianata e dallo scarico del dreno del bacino sterili all'impianto di trattamento centralizzato ubicato nell'ex area impiantistica

1. Guasto al sistema di telecontrollo: impossibilità di comando in automatico degli impianti di pompaggio;
2. Rottura tubazione: dispersione acque reflue contaminate sulle matrici ambientali.

4.8.6 Gestione della fase di chiusura del bacino sterili

Nella fase che precede la chiusura e prima che siano state asportate le acque del laghetto presenti sulla spianata a monte del bacino e che lo stesso bacino abbia assunto la configurazione morfologica definitiva, un evento meteorologico di portata eccezionale quale quello maggiore mai registrato nell'isola, come abbiamo visto nel dettaglio nel **paragrafo** Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. del **P.G.R.E.**, non sarebbe sufficiente da solo a provocare un incidente rilevante quale il crollo degli argini.

Con la "chiusura" del bacino e la disidratazione e consolidamento dei materiali in esso contenuti le caratteristiche geotecniche e di stabilità miglioreranno ulteriormente.

Nonostante la probabilità praticamente nulla di accadimento di un siffatto evento, a causa della gravità del danno conseguibile, il piano di emergenza dovrà prevedere, in collegamento costante col piano di monitoraggio, un sistema di allertamento.

Quest'ultimo sarà legato da un lato al regime pluviometrico rilevato nell'area (quantità di pioggia e persistenza) e al livello piezometrico della falda interna agli argini nel bacino sterili.

Per quanto riguarda la definizione dei livelli di allertamento si può fare riferimento a quanto stabilito nel *Manuale operativo delle allerte ai fini di protezione civile "Procedure di allertamento del sistema regionale di protezione civile per rischio meteorologico, idrogeologico e idraulico"* allegato alla Deliberazione della giunta Regionale n. 44/25 del 7.11.2014.

Sono definiti i seguenti livelli di criticità (in relazione agli eventi di natura idraulica e/o idrogeologica): criticità assente o poco probabile, criticità ordinaria, criticità moderata, criticità elevata.

A) Criticità assente o poco probabile - Codice colore "verde"

Fenomeni meteo-idro	Scenario d'evento		Effetti e danni
Assenti o localizzati	IDRO-GEO	Assenza o bassa probabilità di fenomeni significati prevedibili (non si escludono fenomeni imprevedibili come la caduta massi)	Danni puntuali e localizzati

B) Criticità ordinaria - Codice colore “giallo”

Fenomeni meteo-idro	Scenario d'evento		Effetti e danni
Localizzati e intensi	GEO	Possibili isolati fenomeni di erosione, frane superficiali, colate rapide detritiche o di fango. Possibili cadute massi.	Danni puntuali e localizzati
	IDRO	Possibili isolati fenomeni di trasporto di materiale legato ad intenso ruscellamento superficiale. Limitati fenomeni di alluvionamento nei tratti montani dei bacini a regime torrentizio. Repentini innalzamenti dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua minori (piccoli rii, canali artificiali, torrenti) con limitati fenomeni di inondazione delle aree limitrofe. Fenomeni di rigurgito dei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche con tracimazione acque, scorrimento superficiale delle acque nelle sedi stradali.	Localizzati danni ad infrastrutture, edifici e attività antropiche interessati da frane, da colate rapide o dallo scorrimento superficiale delle acque. Localizzati allagamenti di locali interrati e talvolta di quelli posti a pian terreno prospicienti a vie potenzialmente interessate da deflussi idrici. Localizzate e temporanee interruzioni della viabilità in prossimità di piccoli impluvi, canali, zone depresse (sottopassi, tunnel, avvallamenti stradali, ecc.) e a valle di porzioni di versante interessate da fenomeni franosi. Localizzati danni alle coperture e alle strutture provvisorie con trasporto di tegole a causa di forti raffiche di vento o possibili trombe d'aria. Rottura di rami, caduta di alberi e abbattimento di pali, segnaletica e impalcature con conseguenti effetti sulla viabilità e sulle reti aeree di comunicazione e di distribuzione servizi. Danni alle colture agricole, alle coperture di edifici e agli automezzi a causa di grandinate. Localizzate interruzioni dei servizi, innesco di incendi e lesioni da fulminazione. Occasionale ferimento di persone e perdite incidentali di vite umane
Eventi meteo-idrologici diffusi, non intensi, anche persistenti	GEO	Occasionali fenomeni franosi legati a condizioni idrogeologiche particolarmente fragili. Condizioni di rischio residuo per saturazione dei suoli, anche in assenza di forzante meteo.	Localizzati danni ad infrastrutture, edifici e attività antropiche interessati dai fenomeni franosi. Localizzati e limitati danni alle opere idrauliche e di difesa spondale e alle attività antropiche in alveo.
	IDRO	Incrementi dei livelli dei corsi d'acqua generalmente contenuti all'interno dell'alveo. Condizioni di rischio residuo per il transito dei deflussi anche in assenza di forzante meteo.	

C) Criticità moderata - Codice colore “arancione”

Fenomeni meteo-idro	Scenario d'evento		Effetti e danni
Eventi meteo-idrologici diffusi, intensi e/o persistenti	GEO	Diffuse attivazioni di frane superficiali e di colate rapide detritiche o di fango. Possibilità di attivazione/riattivazione/accelerazione di fenomeni di instabilità anche profonda di versante, in contesti geologici particolarmente critici. Possibili cadute massi in più punti del territorio.	Ulteriori effetti e danni rispetto allo scenario di codice giallo: diffusi danni ed allagamenti a singoli edifici o piccoli centri abitati, reti infrastrutturali e attività antropiche interessate da frane o da colate rapide. Diffusi danni alle opere di contenimento, regimazione ed attraversamento dei corsi d'acqua, alle attività agricole, ai cantieri, agli insediamenti artigianali, industriali e abitativi situati in aree inondabili. Diffuse interruzioni della viabilità in prossimità di impluvi e a valle di frane e colate detritiche o in zone depresse in prossimità del reticolo idrografico. Pericolo per la pubblica incolumità/possibili perdite di vite umane.
	IDRO	Significativi innalzamenti dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua con fenomeni di inondazione delle aree limitrofe e delle zone golenali, interessamento dei corpi arginali, diffusi fenomeni di erosione spondale, trasporto solido e divagazione dell'alveo. Possibili occlusioni, parziali o totali, delle luci dei ponti.	

C) Criticità elevata – Codice colore “rosso”

Fenomeni meteo-idro	Scenario d'evento		Effetti e danni
Eventi meteo-idrologici diffusi, molto intensi e persistenti	GEO	Numerosi ed estesi fenomeni di frane superficiali e di colate rapide detritiche o di fango. Possibilità di attivazione/riattivazione/accelerazione di fenomeni di instabilità anche profonda di versante, anche di grandi dimensioni. Possibili cadute massi in più punti del territorio.	Ulteriori effetti e danni rispetto allo scenario di codice arancione: Ingenti ed estesi danni ad edifici e centri abitati, alle attività agricole e agli insediamenti civili e industriali, sia prossimi sia distanti dai corsi d'acqua, o coinvolti da frane o da colate rapide. Ingenti ed estesi danni o distruzione di infrastrutture (rilevati ferroviari o stradali, opere di contenimento, regimazione o di attraversamento dei corsi d'acqua). Ingenti danni a beni e servizi. Grave pericolo per la pubblica incolumità/possibili perdite di vite umane.
	IDRO	Piene fluviali con intensi ed estesi fenomeni di erosione e alluvionamento, con coinvolgimento di aree anche distanti dai corsi d'acqua. Possibili fenomeni di tracimazione, sifonamento o rottura delle opere arginali, sormonto delle opere di attraversamento, nonché salti di meandro.	

Con riferimento al bacino sterili si definiscono i seguenti livelli di criticità, che derivano sia da osservazione e monitoraggio diretto delle condizioni meteorologiche (svolte dal personale di sorveglianza e dall'addetto tecnico), sia soprattutto, e in fase previsionale, sulla base degli avvisi meteo e dei bollettini di criticità emessi dal Sistema di Allertamento Regionale attraverso il Centro Funzionale Decentrato (CFD)¹:

Nel caso specifico per analogia con quanto visto sopra, si prevede l'attivazione delle seguenti procedure:

- **Situazione di criticità assente o poco probabile.** Comporta che parte del personale (sulla base delle disposizioni impartite dal Responsabile del Pronto Intervento) predisponga le procedure di controllo e monitoraggio in corrispondenza degli argini del bacino sterili (rilievo dei livelli piezometrici).
- **Situazione di criticità ordinaria.** Comporta che parte del personale (sulla base delle disposizioni impartite dal Responsabile del Pronto Intervento) predisponga le procedure di controllo e monitoraggio in corrispondenza degli argini del bacino sterili (rilievo dei livelli piezometrici).
- **Situazione di criticità moderata.** E' assunta sulla base degli avvisi meteo e dei bollettini di criticità dei Sindaci. Per durate brevi (fino a 6 ore) gli effetti sono limitati a probabili smottamenti in zone ad elevata pericolosità idrogeologica (PAI). Per durate più lunghe (da 6 a 24 ore) si ha una saturazione del suolo con aumento della pericolosità di frana, un aggravamento delle condizioni dei reticoli principali dei bacini di medie e grandi dimensioni. Le procedure adottate sono quelle previste nel caso di criticità ordinaria con, in più, il controllo visivo degli argini per valutare la presenza di linee di distacco e dei canali di guardia per verificare che non siano in atto fenomeni franosi con caduta di materiali che

¹ Sarà cura del responsabile del pronto intervento verificare quotidianamente sul sito internet della Regione, l'eventuale pubblicazione di un avviso di criticità. Infatti il CFD provvede a pubblicare i Bollettini e gli Avvisi di cui al presente Manuale Operativo sul sito istituzionale nella sezione allerte di Protezione Civile, al seguente indirizzo: <http://www.sardegnaambiente.it/servizi/allertediprotezionecivile/>

possano ostruirne la sezione. Tali controlli proseguono per almeno 24 ore oltre il termine dei fenomeni.

- **Situazione di criticità elevata.** E' assunta sulla base degli avvisi meteo e dei bollettini di criticità dei Sindaci. Per brevi durate (fino a 6 ore) si determina un probabile aggravamento delle situazioni indicate nel caso di criticità moderata con forte sollecitazione del reticolo idrografico minore ed esondazioni in zone ad elevata pericolosità idraulica. Probabili onde di piena nei bacini di piccole e medie dimensioni. In tutti i casi, anche in assenza di avvisi, dove la situazione dovesse evolvere verso criticità superiore, sono attuate le procedure corrispondenti a livello di criticità inferiore che proseguiranno per almeno 24 ore oltre il termine dei fenomeni.

A ciascuno dei suddetti livelli di criticità devono corrispondere codici di allerta e azioni da attivare progressivamente.

Lo stato di allerta è pertanto adottato dal Responsabile del Pronto Intervento a seguito dell'emanazione dell'avviso di criticità dal Sistema di Allertamento Regionale attraverso il Centro Funzionale Decentrato (CFD) o in base a valutazioni dell'Addetto tecnico che derivino da situazioni locali e non altrimenti segnalate.

L'allerta riporta per intero l'avviso di criticità. Gli eventuali aggiornamenti dell'avviso che intervengono nel periodo di validità dell'allerta non danno luogo all'adozione di una nuova allerta salvo che non ricorrano i presupposti per una modifica del corrispondente livello.

Criticità moderata (codice 1 di allerta)

1. Il Responsabile del Pronto Intervento dirama l'avviso, unitamente al codice di allerta, a tutto il personale operativo e coordina le attività di monitoraggio dei piezometri e il controllo visivo degli argini.
2. L'addetto tecnico procede ai rilievi dei livelli piezometrici sui 7 piezometri nel bacino sterili (n. 3 piezometri nell'argine est, n. 3 piezometri nell'argine ovest e n. 1 piezometro interno al corpo del bacino) e comunica i dati raccolti ai tecnici dell'azienda per le valutazioni del caso.

Criticità elevata (codice 2 di allerta)

1. Il Responsabile del Pronto Intervento dirama l'avviso, unitamente al codice di allerta, a tutto il personale operativo e coordina le attività di monitoraggio dei piezometri e il controllo visivo degli argini. A tale livello di criticità deve corrispondere la sospensione delle attività di cantiere.
2. Tutto il personale operativo non deve recarsi nell'area del bacino sterili ad esclusione degli addetti tecnici incaricati delle attività di monitoraggio dei piezometri e del controllo visivo degli argini e dei canali di guardia.
3. L'addetto tecnico procede ai rilievi dei livelli piezometrici sui 7 piezometri nel bacino sterili (n. 3 piezometri nell'argine est, n. 3 piezometri nell'argine ovest e n. 1 piezometro interno al corpo del bacino) con cadenza bi-oraria o secondo quanto disposto dal Responsabile del Pronto Intervento e comunica i dati raccolti ai tecnici dell'azienda per le valutazioni del caso.

Procede inoltre al controllo visivo sugli argini (ricerca di eventuali linee di distacco) e sui canali di guardia (fenomeni franosi che possono ostacolare il normale deflusso delle acque)

4. Il personale operativo di pronto intervento deve restare a disposizione per effettuare eventuali interventi di manutenzione dei canali di guardia.

L'evoluzione positiva dei fenomeni con criticità moderata ed elevata comportano l'avviso di conclusione dello stato di allerta che sarà diramato dal Responsabile del Pronto Intervento.

L'evoluzione negativa del fenomeno, con:

- accertamento di livelli piezometrici prossimi ai livelli di criticità per la stabilità dell'argine
 - constatazione della presenza di linee di distacco lungo gli argini
 - evento franoso che coinvolga ingenti volumi di materiale
- comporta il passaggio ad una situazione di emergenza (apertura dell'emergenza).

Il *Responsabile del pronto intervento* informa il *Responsabile della gestione dell'emergenza*.

Emergenza (codice 3 di allerta)

Il Responsabile della gestione dell'emergenza informa la Prefettura, i Sindaci, i Carabinieri, la Sala Operativa Regionale Integrata (SORI) della Direzione generale della Protezione civile, il CFVA, i Vigili del Fuoco, per l'intervento nelle aree interessate dagli eventi in atto e allerta la squadra di pronto soccorso. Sulla base delle disposizioni del coordinamento della Protezione Civile, il Responsabile della gestione dell'emergenza dà disposizioni agli addetti.

4.9 Schede di intervento

Le schede d'intervento sono il condensato dell'operatività sul campo necessaria al pronto intervento e per il controllo dell'evoluzione dell'emergenza.

Le schede sono state redatte sulla scorta degli scenari ipotizzati, riguardanti l'intero ciclo di lavoro dai centri di scavo e carico dei rifiuti minerari al bacino sterili.

Tutte le schede operative relative agli incidenti in fase di trasporto dai cantieri di carico/rimozione, in fase di conferimento al bacino sterili, ecc. sono compilate con riferimento alla sede sita nell'area "uffici" localizzata nell'ex area d'impianto della miniera di Santu Miali che è la sede dalla quale devono essere coordinate tutte le attività finalizzate alla "chiusura" della struttura di deposito - bacino sterili.

Due apposite schede aggiuntive (Scheda E e Scheda F) trattano l'operatività del pronto intervento sull'impianto di collettamento delle acque contaminate dal bacino sterili all'impianto di trattamento acque.

Per abbinare le schede d'intervento agli eventi iniziatori, di seguito è riportata una tabella con i riferimenti.

La tabella tuttavia non può essere considerata esaustiva e non va applicata rigidamente perché potrebbero verificarsi situazioni in cui sia opportuno riferirsi alle schede in modo diverso o contemporaneo.

Inoltre non sono da escludere eventi particolari per i quali l'idonea strategia d'intervento sarà da decidere nell'occasione.

Tutte le aree di intervento sono sorvegliate 24 h/24 e anche l'area di installazione dell'impianto di trattamento è costantemente sorvegliata da parte di specifico personale incaricato e dotato di alimentazione elettrica di emergenza.

Scheda	Evento iniziatore	Tipo di conseguenza	Livello di rischio P x D
A1	Franamento di un fronte di scavo	Coinvolgimento di macchina operatrice e operatore	4
A2	Franamento di un fronte di scavo	Dispersione di rifiuti su terreno	2
A3	Franamento di un fronte di scavo	Invasione sede stradale interna all'area di cantiere	2
A4	Franamento di un fronte di scavo	Invasione sede stradale aperta al traffico	3
A5	Franamento di un fronte di scavo	Invasione di corso d'acqua	3
B	Manovra errata durante l'operazione di carico con macchina operatrice su autocarro	Danno all'autocarro e all'operatore	4
C1	Ribaltamento di un autocarro	Sversamento rifiuti con invasione sede pista di cantiere	4
C2	Ribaltamento di un autocarro	Sversamento rifiuti con coinvolgimento sede stradale aperta al traffico	4
C3	Ribaltamento di un autocarro	Sversamento rifiuti con coinvolgimento del sistema idrografico	4
C4	Ribaltamento di un autocarro	Sversamento rifiuti su terreno	4
C5	Ribaltamento di un autocarro	Coinvolgimento di terzi	4
C6	Fuoriuscita di acque contaminate oltre il sistema di controllo alla base del bacino sterili	Sversamento di rifiuti con coinvolgimento del sistema idrografico	3
D	Guasto al sistema di telecontrollo	Impossibilità di comando automatico degli impianti di pompaggio	2
E	Rottura di tubazione di pompaggio - incidente/dolo	Sversamento di liquidi contaminati	2
F	Evento pluviometrico di elevata intensità e persistenza	Fenomeno franoso nell'area del bacino sterili	4

Elenco delle schede d'intervento

PIANO DI EMERGENZA INTERNO		Cantiere SANTU MIALI
PIANO DEL PRONTO INTERVENTO E DELL'EMERGENZA/INCIDENTI		SCHEDA A1
Sede operativa	Uffici ex area d'impianto miniera Santu Miali	
Evento iniziatore	Franamento di un fronte di scavo	
Ubicazione evento	Area cantiere	
Tipo di conseguenza	Coinvolgimento di macchina operatrice	
	Operazione	Referenti
1	La segnalazione dell'incidente giunge al personale di sorveglianza che informa tempestivamente il servizio di pronto intervento il cui responsabile allerta il tecnico di pronto intervento e il responsabile dell'emergenza. Contemporaneamente il personale allertato avvisa il Pronto Soccorso (118) e i Vigili del Fuoco	Personale di sorveglianza
2	Informazione e coordinamento con i Vigili del Fuoco e il Pronto Soccorso per le azioni di loro competenza. Apertura dell'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze
3	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile del pronto intervento e ordina l'allontanamento dei mezzi e del personale presenti nell'area che possono costituire ostacolo per l'intervento di primo soccorso.	Tecnico di pronto intervento
4	La squadra operativa interviene immediatamente sul posto e collabora nelle attività di primo soccorso.	Tecnico di pronto intervento
5	Il responsabile del pronto intervento coordina le attività di trasporto e interrompe il flusso di autocarri in entrata all'area di cantiere interessata dall'incidente.	Responsabile di pronto intervento
6	Al termine dell'intervento di pronto soccorso da parte del 118 e dei Vigili del Fuoco la squadra operativa ripristina i luoghi al fine di consentire la ripresa delle attività di cantiere	Tecnico di pronto intervento
7	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile della gestione delle emergenze circa l'evento e le azioni fatte.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
8	Eventuale informazione e coordinamento con Vigili del Fuoco e il Pronto Soccorso (118). Chiusura dell'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze

PIANO DI EMERGENZA INTERNO		Cantiere SANTU MIALI
PIANO DEL PRONTO INTERVENTO E DELL'EMERGENZA/INCIDENTI		SCHEDA A2
Sede operativa	Uffici ex area d'impianto miniera Santu Miali	
Evento iniziatore	Franaamento di un fronte di scavo	
Ubicazione evento	Area cantiere	
Tipo di conseguenza	Dispersione di rifiuti su terreno	
	Operazione	Referenti
1	La segnalazione dell'incidente giunge al personale di sorveglianza che informa tempestivamente il servizio di pronto intervento il cui responsabile allerta il tecnico di pronto intervento. Contemporaneamente il personale allertato avvisa il Corpo Forestale e i Vigili del Fuoco.	Personale di sorveglianza
2	Il tecnico di pronto intervento o il suo sostituto giunge sul posto e constata il tipo di incidente. Contestualmente con l'eventuale intervento del pronto soccorso, valuta l'entità dell'area contaminata e la tipologia di intervento da adottare. Informa terzi eventualmente coinvolti sui rischi e sul comportamento da adottare.	Tecnico di pronto intervento
3	Il responsabile del pronto intervento coordina le attività di trasporto e, qualora necessario, interrompe il flusso di autocarri in transito nell'area interessata dall'incidente e nel caso individua vie di trasporto alternative. Allontana il personale dall'area di dispersione del rifiuto.	Responsabile di pronto intervento
4	La squadra operativa interviene sul posto e avvia i primi interventi di recinzione dell'area e quelli atti ad evitare la propagazione della contaminazione.	Tecnico di pronto intervento
5	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di rimozione dei rifiuti con mezzo meccanico e/o manualmente e il carico su sacconi e autocarro e il loro trasporto al bacino sterili. Esegue le operazioni in modo tale da evitare l'innescò di un nuovo fenomeno franoso. Le operazioni di rimozione proseguiranno fino al raggiungimento del fondo incontaminato.	Tecnico di pronto intervento
6	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile della gestione delle emergenze circa l'evento e le azioni fatte. Attivazione dell'emergenza.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
7	Il tecnico di pronto intervento coordina le eventuali attività di caratterizzazione di <i>fondo scavo</i> eventualmente col coinvolgimento di impresa appaltatrice; ordina l'esecuzione di campioni di suolo e di analisi per l'accertamento di	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze

	contaminazione residua; informa il responsabile della gestione delle emergenze sulle attività di caratterizzazione svolte.	
8	Eventuale informazione e coordinamento con Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura	Responsabile della gestione delle emergenze
9	Il responsabile dell'emergenza, qualora i risultati delle analisi sui campioni di suolo certifichino l'avvenuta contaminazione, ordina l'esecuzione delle attività atte al superamento della situazione d'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze
10	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di messa in sicurezza/bonifica.	Tecnico di pronto intervento
11	Informazione al responsabile della gestione delle emergenze dell'avvenuta messa in sicurezza/bonifica e delle modalità attuate.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
12	Informazione ai Sindaci, alla Provincia, alla Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), alla Prefettura per le azioni di loro competenza. Chiusura dell'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze

PIANO DI EMERGENZA INTERNO		Cantiere SANTU MIALI
<i>PIANO DI EMERGENZA INTERNO</i>		<i>Cantiere SANTU MIALI</i>
PIANO DEL PRONTO INTERVENTO E DELL'EMERGENZA/INCIDENTI		SCHEDA A3
Sede operativa	Uffici ex area d'impianto miniera Santu Miali	
Evento iniziatore	Frangimento di un fronte di scavo	
Ubicazione evento	Area di cantiere	
Tipo di conseguenza	Invasione sede stradale interna all'area di cantiere	
	Operazione	Referenti
1	La segnalazione dell'incidente giunge al personale di sorveglianza che informa tempestivamente il servizio di pronto intervento il cui responsabile allerta il tecnico di pronto intervento.	Personale di sorveglianza
2	Il tecnico di pronto intervento o il suo sostituto giunge sul posto e, contestualmente con l'eventuale intervento del pronto soccorso, constata il tipo di incidente e valuta la tipologia di intervento da adottare.	Tecnico di pronto intervento
3	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile del pronto intervento e ordina la delimitazione dell'area con l'allontanamento dei mezzi e il personale eventualmente presenti nell'area non necessari per le attività di messa in sicurezza.	Tecnico di pronto intervento
4	Il responsabile del pronto intervento coordina le attività di trasporto e interrompe il flusso di autocarri in transito lungo la pista di cantiere interessata dall'incidente ed individua vie alternative di transito per evitare l'interruzione delle attività.	Responsabile di pronto intervento
5	La squadra operativa interviene sul posto e attua gli interventi atti ad evitare la propagazione della frana e della contaminazione. Contemporaneamente, a debita distanza dal luogo dell'incidente, lungo la pista e in entrambi i sensi di marcia, vengono posizionati dei cartelli per la segnalazione dell'incidente con le indicazioni del caso atte ad evitare il blocco della pista.	Tecnico di pronto intervento
6	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di rimozione dei rifiuti mediante il carico su autocarro e trasporto al bacino sterili.	Tecnico di pronto intervento
7	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile della gestione delle emergenze circa: l'evento e le azioni fatte.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione

	Attivazione dell'emergenza.	delle emergenze
8	Informazione e coordinamento con Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura	Responsabile della gestione delle emergenze
9	Il tecnico di pronto intervento coordina le eventuali attività di caratterizzazione di <i>fondo scavo</i> eventualmente col coinvolgimento di impresa appaltatrice; ordina l'esecuzione di campioni di suolo e di analisi per l'accertamento di contaminazione residua; informa il responsabile della gestione delle emergenze sulle attività di caratterizzazione svolte.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
10	Il responsabile dell'emergenza, qualora i risultati delle analisi sui campioni di suolo certifichino l'avvenuta contaminazione, ordina l'esecuzione delle attività atte al superamento della situazione d'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze
11	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di messa in sicurezza/bonifica.	Tecnico di pronto intervento
12	Informazione al responsabile della gestione delle emergenze dell'avvenuta messa in sicurezza/bonifica e delle modalità attuate.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
13	Informazione ai Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura per le azioni di loro competenza.	Responsabile della gestione delle emergenze
14	Il responsabile della gestione delle emergenze ordina il ripristino della viabilità nella pista di cantiere. Chiusura dell'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze

PIANO DI EMERGENZA INTERNO		Cantiere SANTU MIALI
PIANO DEL PRONTO INTERVENTO E DELL'EMERGENZA/INCIDENTI		SCHEDA A4
Sede operativa	Uffici ex area d'impianto miniera Santu Miali	
Evento iniziatore	Frana di un fronte di scavo	
Ubicazione evento	Viabilità pubblica	
Tipo di conseguenza	Invasione sede stradale aperta al pubblico (strada sterrata comunale)	
	Operazione	Referenti
1	La segnalazione dell'incidente giunge al personale di sorveglianza che informa tempestivamente il servizio di pronto intervento il cui responsabile allerta il tecnico di pronto intervento e il responsabile dell'emergenza. Contemporaneamente il personale allertato avvisa la Polizia Municipale, e, qualora necessario, il Pronto Soccorso (118) e i Vigili del Fuoco.	Personale di sorveglianza
2	Il tecnico di pronto intervento o il suo sostituto giunge sul posto, e, contestualmente con l'eventuale intervento del pronto soccorso (118), constata il tipo di incidente e valuta con la Polizia Municipale e, qualora presenti, i Vigili del Fuoco, la tipologia di intervento da adottare.	Tecnico di pronto intervento
3	Il responsabile del pronto intervento coordina le attività di trasporto e interrompe il flusso di autocarri in transito lungo la strada interessata dall'incidente.	Responsabile di pronto intervento
4	La squadra operativa interviene sul posto e avvia i primi interventi di delimitazione dell'area, di ripristino almeno parziale della viabilità, anche mediante eventuale predisposizione di via di transito alternativa, di segnalazione dell'incidente a debita distanza su entrambi i sensi di marcia. Attua inoltre i primi interventi atti ad evitare la propagazione della frana e della contaminazione.	Tecnico di pronto intervento
5	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di rimozione dei rifiuti con mezzo meccanico leggero e in parte a mano e il loro insaccamento su un'area a lato della strada opportunamente allestita.	Tecnico di pronto intervento
6	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile della gestione delle emergenze circa: l'evento e le azioni fatte. Attivazione dell'emergenza.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
7	Il responsabile delle emergenze coordina le operazioni per il ripristino delle normali attività di trasporto, individuando strade alternative in condizioni di sicurezza, che non	Responsabile della gestione delle emergenze

	interferiscano con le attività di gestione dell'emergenza.	
8	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività atte alla totale liberazione della sede stradale e in accordo con le Autorità procede al ripristino dei luoghi e della viabilità lungo la strada comunale e ne informa il responsabile della gestione delle emergenze.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
9	Il responsabile delle emergenze coordina le operazioni per il ripristino delle attività di trasporto lungo la strada comunale.	Responsabile della gestione delle emergenze
10	Informazione e coordinamento con Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura	Responsabile della gestione delle emergenze
11	Il tecnico di pronto intervento coordina eventuali attività di caratterizzazione dei suoli a lato della sede stradale eventualmente interessati dallo sversamento dei rifiuti, eventualmente col coinvolgimento di impresa appaltatrice; ordina l'esecuzione di campioni di suolo e di analisi per l'accertamento di contaminazione residua; informa il responsabile della gestione delle emergenze sulle attività di caratterizzazione svolte.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
12	Il responsabile dell'emergenza, qualora i risultati delle analisi sui campioni di suolo certifichino l'avvenuta contaminazione, ordina l'esecuzione delle attività atte al superamento della situazione d'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze
13	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di messa in sicurezza/bonifica.	Tecnico di pronto intervento
14	Informazione al responsabile della gestione delle emergenze dell'avvenuta messa in sicurezza/bonifica e delle modalità attuate.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
15	Informazione ai Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura per le azioni di loro competenza. Chiusura dell'Emergenza	Responsabile della gestione delle emergenze

PIANO DI EMERGENZA INTERNO		Cantiere SANTU MIALI
PIANO DEL PRONTO INTERVENTO E DELL'EMERGENZA/INCIDENTI		SCHEDA A5
Sede operativa	Uffici ex area d'impianto miniera Santu Miali	
Evento iniziatore	Franaamento di un fronte di scavo	
Ubicazione evento	Area di cantiere - prossimità corsi d'acqua	
Tipo di conseguenza	Invasione di corso d'acqua	
	Operazione	Referenti
1	La segnalazione dell'incidente giunge al personale di sorveglianza che informa tempestivamente il servizio di pronto intervento il cui responsabile allerta il tecnico di pronto intervento. Contemporaneamente il personale allertato avvisa il Corpo Forestale.	Personale di sorveglianza
2	Il tecnico di pronto intervento o il suo sostituto giunge sul posto e constata il tipo di incidente, valuta l'eventuale rischio legato ad un'occlusione della sezione del corso d'acqua, l'entità dell'area contaminata e la tipologia di intervento da adottare.	Tecnico di pronto intervento
3	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile del pronto intervento.	Tecnico di pronto intervento
4	Il responsabile del pronto intervento coordina le attività di trasporto e, qualora necessario, interrompe il flusso di autocarri in transito nell'area interessata dall'incidente e nel caso individua vie di trasporto alternative.	Responsabile di pronto intervento
5	La squadra operativa interviene sul posto e avvia i primi interventi atti a delimitare l'area, a liberare anche parzialmente l'alveo eventualmente occluso e a creare immediatamente a valle, in posizione idonea lungo l'alveo, le condizioni per il contenimento della contaminazione con sistemi barriera per i rifiuti minerari.	Tecnico di pronto intervento
6	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di rimozione dei rifiuti con mezzo meccanico e/o manualmente e il carico su sacconi e autocarro e il loro trasporto al bacino sterili. Le operazioni di rimozione proseguiranno fino al raggiungimento del fondo incontaminato.	Tecnico di pronto intervento
7	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile della gestione delle emergenze circa l'evento e le azioni fatte. Attivazione dell'emergenza.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
8	Informazione e coordinamento con Sindaci, la Provincia, la	Responsabile della gestione

	Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura.	delle emergenze
9	<p>Il tecnico di pronto intervento:</p> <p>1) qualora il tratto d'alveo non sia, nell'ambito delle attività di progetto, oggetto di intervento di pulizia da sedimenti contaminati, o sia già stato liberato da questi, coordina le attività di caratterizzazione di <i>fondo scavo</i> eventualmente col coinvolgimento di impresa appaltatrice; ordina l'esecuzione di campioni di suolo e di analisi per l'accertamento di contaminazione residua;</p> <p>2) qualora il tratto d'alveo sia, nell'ambito delle attività di progetto, oggetto di intervento di pulizia da sedimenti contaminati (Riu Monti Craboni), e tali lavori non siano stati ancora eseguiti, rinvia le attività di caratterizzazione di fondo scavo al termine delle attività di rimozione previste in progetto.</p> <p>Informa il responsabile della gestione delle emergenze sulle attività di caratterizzazione svolte.</p>	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
10	Il responsabile dell'emergenza, qualora i risultati delle analisi sui campioni di suolo certifichino l'avvenuta contaminazione, ordina l'esecuzione delle attività atte al superamento della situazione d'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze
11	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di messa in sicurezza/bonifica.	Tecnico di pronto intervento
12	Informazione al responsabile della gestione delle emergenze dell'avvenuta messa in sicurezza/bonifica e delle modalità attuate.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
13	Informazione ai Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura per le azioni di loro competenza. Chiusura dell'Emergenza	Responsabile della gestione delle emergenze

PIANO DI EMERGENZA INTERNO		Cantiere SANTU MIALI
PIANO DEL PRONTO INTERVENTO E DELL'EMERGENZA/INCIDENTI		SCHEDA B
Sede operativa	Uffici ex area d'impianto miniera Santu Miali	
Evento iniziatore	Manovra errata durante l'operazione di carico con macchina operatrice su autocarro	
Ubicazione evento	Area di cantiere	
Tipo di conseguenza	Danno all'autocarro e all'operatore	
	Operazione	Referenti
1	La segnalazione dell'incidente giunge al personale di sorveglianza che informa tempestivamente il servizio di pronto intervento il cui responsabile allerta il tecnico di pronto intervento e il responsabile dell'emergenza. Contemporaneamente il personale allertato avvisa il Pronto Soccorso (118) ed eventualmente i Vigili del Fuoco.	Personale di sorveglianza
2	Informazione e coordinamento con Pronto Soccorso (118) e Vigili del Fuoco per le azioni di loro competenza. Apertura dell'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze
3	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile del pronto intervento e ordina l'allontanamento dei mezzi e del personale presenti nell'area che possono costituire ostacolo per l'intervento di primo soccorso.	Tecnico di pronto intervento
4	La squadra operativa interviene immediatamente sul posto e collabora nelle attività di primo soccorso.	Tecnico di pronto intervento
5	Il responsabile del pronto intervento coordina le attività di trasporto e interrompe il flusso di autocarri in entrata all'area di cantiere interessata dall'incidente.	Responsabile di pronto intervento
6	Al termine dell'intervento di pronto soccorso la squadra operativa ripristina i luoghi al fine di consentire la ripresa delle attività di cantiere	Tecnico di pronto intervento
7	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile della gestione delle emergenze circa l'evento e le azioni fatte.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
8	Eventuale informazione e coordinamento con Pronto Soccorso (118) e Vigili del Fuoco per le azioni di loro competenza. Chiusura dell'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze

PIANO DI EMERGENZA INTERNO		Cantiere SANTU MIALI
PIANO DEL PRONTO INTERVENTO E DELL'EMERGENZA/INCIDENTI		SCHEDA C1
Sede operativa	Uffici ex area d'impianto miniera Santu Miali	
Evento iniziatore	Ribaltamento di un autocarro	
Ubicazione evento	Viabilità di cantiere	
Tipo di conseguenza	Sversamento rifiuti con invasione sede pista di cantiere	
	Operazione	Referenti
1	La segnalazione dell'incidente giunge al personale di sorveglianza che informa tempestivamente il servizio di pronto intervento il cui responsabile allerta il tecnico di pronto intervento. Contemporaneamente il personale allertato avvisa se necessario, il Pronto Soccorso (118) e i Vigili del Fuoco.	Personale di sorveglianza
2	Il tecnico di pronto intervento giunge sul posto e, contestualmente con l'eventuale intervento del pronto soccorso e dei Vigili del Fuoco, constata il tipo di incidente e valuta la tipologia di intervento da adottare.	Tecnico di pronto intervento
3	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile del pronto intervento e ordina la delimitazione dell'area con l'allontanamento dei mezzi e il personale eventualmente presenti nell'area non necessari per le attività di messa in sicurezza.	Tecnico di pronto intervento
4	Il responsabile del pronto intervento coordina le attività di trasporto e interrompe il flusso di autocarri in transito lungo la pista di cantiere interessata dall'incidente ed individua vie alternative di transito per evitare l'interruzione delle attività.	Responsabile di pronto intervento
5	La squadra operativa interviene sul posto e attua gli interventi atti ad evitare la propagazione della contaminazione. Contemporaneamente, a debita distanza dal luogo dell'incidente, lungo la pista e in entrambi i sensi di marcia, vengono posizionati dei cartelli per la segnalazione dell'incidente a terzi con le indicazioni del caso atte ad evitare il blocco della pista.	Tecnico di pronto intervento
6	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di rimozione dei rifiuti mediante il carico su autocarro e trasporto al sito di raccolta.	Tecnico di pronto intervento
7	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile della gestione delle emergenze circa: l'evento e le azioni fatte. Attivazione dell'emergenza.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze

8	Informazione e coordinamento con Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura.	Responsabile della gestione delle emergenze
9	Il tecnico di pronto intervento coordina le eventuali attività di caratterizzazione di <i>fondo scavo</i> eventualmente col coinvolgimento di impresa appaltatrice; ordina l'esecuzione di campioni di suolo e di analisi per l'accertamento di contaminazione residua; informa il responsabile della gestione delle emergenze sulle attività di caratterizzazione svolte.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
10	Il responsabile dell'emergenza, qualora i risultati delle analisi sui campioni di suolo certifichino l'avvenuta contaminazione, ordina l'esecuzione delle attività atte al superamento della situazione d'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze
11	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di messa in sicurezza/bonifica.	Tecnico di pronto intervento
12	Informazione al responsabile della gestione delle emergenze dell'avvenuta messa in sicurezza/bonifica e delle modalità attuate.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
13	Il responsabile della gestione delle emergenze ordina il ripristino della viabilità nella pista di cantiere. Chiusura dell'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze
14	Informazione ai Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura per le azioni di loro competenza. Chiusura dell'Emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze

PIANO DI EMERGENZA INTERNO		Cantiere SANTU MIALI
PIANO DEL PRONTO INTERVENTO E DELL'EMERGENZA/INCIDENTI		SCHEDA C2
Sede operativa	Uffici ex area d'impianto miniera Santu Miali	
Evento iniziatore	Ribaltamento di un autocarro	
Ubicazione evento	Viabilità pubblica	
Tipo di conseguenza	Sversamento rifiuti con coinvolgimento sede strada sterrata aperta al traffico	
	Operazione	Referenti
1	La segnalazione dell'incidente giunge al personale di sorveglianza che informa tempestivamente il servizio di pronto intervento il cui responsabile allerta il tecnico di pronto intervento e il responsabile dell'emergenza. Contemporaneamente il personale allertato avvisa la Polizia Municipale e, qualora necessario, il Pronto Soccorso (118) e i Vigili del Fuoco.	Personale di sorveglianza
2	Il tecnico di pronto intervento o il suo sostituto giunge sul posto, e, contestualmente con l'intervento della Polizia Municipale e dell'eventuale intervento del pronto soccorso e dei Vigili del Fuoco, constata il tipo di incidente e valuta con le stesse Autorità la tipologia di intervento da adottare.	Tecnico di pronto intervento
3	Il responsabile del pronto intervento coordina le attività di trasporto e interrompe il flusso di autocarri in transito lungo la strada statale interessata dall'incidente.	Responsabile di pronto intervento
4	La squadra operativa interviene sul posto e avvia i primi interventi di delimitazione dell'area, di ripristino almeno parziale della viabilità, anche mediante eventuale predisposizione di via di transito alternativa, di segnalazione dell'incidente a debita distanza su entrambi i sensi di marcia. Attua inoltre i primi interventi atti ad evitare la propagazione della contaminazione.	Tecnico di pronto intervento
5	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di rimozione dei rifiuti con mezzo meccanico leggero e in parte a mano e il loro insaccamento su un'area a lato della strada opportunamente allestita. Eventuale lavaggio del fondo stradale e aspirazione dei reflui contaminati con mezzo idoneo di impresa di terzi.	Tecnico di pronto intervento
6	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile della gestione delle emergenze circa: l'evento, le azioni fatte e il coinvolgimento di impresa appaltatrice. Attivazione dell'emergenza.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze

7	Il responsabile delle emergenze coordina le operazioni per il ripristino delle normali attività di trasporto, individuando strade alternative in condizioni di sicurezza, che non interferiscano con le attività di gestione dell'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze
8	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività atte alla totale liberazione della sede stradale e in accordo con le Autorità procede al ripristino dei luoghi e della viabilità lungo la strada statale e ne informa il responsabile della gestione delle emergenze.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
9	Il responsabile delle emergenze coordina le operazioni per il ripristino delle attività di trasporto lungo la strada comunale.	Responsabile della gestione delle emergenze
10	Informazione e coordinamento con Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura.	Responsabile della gestione delle emergenze
11	Il tecnico di pronto intervento coordina eventuali attività di caratterizzazione dei suoli a lato della sede stradale eventualmente interessati dallo sversamento dei rifiuti, eventualmente col coinvolgimento di impresa appaltatrice; ordina l'esecuzione di campioni di suolo e di analisi per l'accertamento di contaminazione residua; informa il responsabile della gestione delle emergenze sulle attività di caratterizzazione svolte.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
12	Il responsabile dell'emergenza, qualora i risultati delle analisi sui campioni di suolo certifichino l'avvenuta contaminazione, ordina l'esecuzione delle attività atte al superamento della situazione d'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze
13	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di messa in sicurezza/bonifica.	Tecnico di pronto intervento
14	Informazione al responsabile della gestione delle emergenze dell'avvenuta messa in sicurezza/bonifica e delle modalità attuate.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
15	Informazione ai Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura per le azioni di loro competenza. Chiusura dell'Emergenza	Responsabile della gestione delle emergenze

PIANO DI EMERGENZA INTERNO		Cantiere SANTU MIALI
PIANO DEL PRONTO INTERVENTO E DELL'EMERGENZA/INCIDENTI		SCHEDA C3
Sede operativa	Uffici ex area d'impianto miniera Santu Miali	
Evento iniziatore	Ribaltamento di un autocarro	
Ubicazione evento	Viabilità (pubblica o di cantiere)- prossimità corsi d'acqua	
Tipo di conseguenza	Sversamento rifiuti con coinvolgimento del sistema idrografico	
	Operazione	Referenti
1	La segnalazione dell'incidente giunge al personale di sorveglianza che informa tempestivamente il servizio di pronto intervento il cui responsabile allerta il tecnico di pronto intervento. Contemporaneamente il personale allertato avvisa il Corpo Forestale e, se viabilità pubblica, Polizia Municipale e, qualora necessario, il Pronto Soccorso (118) e i Vigili del Fuoco.	Personale di sorveglianza
2	Il tecnico di pronto intervento o il suo sostituto giunge sul posto e constata il tipo di incidente, e contestualmente con l'intervento del Corpo Forestale e, se viabilità pubblica, della Polizia Municipale e, qualora coinvolti, del Pronto Soccorso (118) e dei Vigili del Fuoco, valuta la tipologia di intervento da adottare, l'eventuale rischio legato ad un'occlusione della sezione del corso d'acqua e l'entità dell'area contaminata.	Tecnico di pronto intervento
3	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile del pronto intervento.	Tecnico di pronto intervento
4	Il responsabile del pronto intervento coordina le attività di trasporto e, qualora necessario, interrompe il flusso di autocarri in transito nell'area interessata dall'incidente e nel caso individua vie di trasporto alternative.	Responsabile di pronto intervento
5	La squadra operativa interviene sul posto e avvia i primi interventi atti a delimitare l'area, a liberare anche parzialmente l'alveo eventualmente occluso e a creare immediatamente a valle, in posizione idonea lungo l'alveo, le condizioni per il contenimento della contaminazione con sistemi barriera per i rifiuti minerari.	Tecnico di pronto intervento
6	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di rimozione dei rifiuti con mezzo meccanico e/o manualmente e il carico su sacconi e autocarro e il loro trasporto al sito di raccolta. Le operazioni di rimozione	Tecnico di pronto intervento

	proseguiranno fino al raggiungimento del fondo incontaminato.	
7	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile della gestione delle emergenze circa l'evento e le azioni fatte. Attivazione dell'emergenza.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
8	Informazione e coordinamento con Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura.	Responsabile della gestione delle emergenze
9	Il tecnico di pronto intervento: 1) qualora il tratto d'alveo non sia, nell'ambito delle attività di progetto, oggetto di intervento di pulizia da sedimenti contaminati, o sia già stato liberato da questi, coordina le attività di caratterizzazione di <i>fondo scavo</i> eventualmente col coinvolgimento di impresa appaltatrice; ordina l'esecuzione di campioni di suolo e di analisi per l'accertamento di contaminazione residua; 2) qualora il tratto d'alveo sia, nell'ambito delle attività di progetto, oggetto di intervento di pulizia da sedimenti contaminati, e tali lavori non siano stati ancora eseguiti, rinvia le attività caratterizzazione di fondo scavo al termine delle attività di rimozione previste in progetto. Informa il responsabile della gestione delle emergenze sulle attività di caratterizzazione svolte.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
10	Il responsabile dell'emergenza, qualora i risultati delle analisi sui campioni di suolo certifichino l'avvenuta contaminazione, ordina l'esecuzione delle attività atte al superamento della situazione d'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze
11	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di messa in sicurezza/bonifica.	Tecnico di pronto intervento
12	Informazione al responsabile della gestione delle emergenze dell'avvenuta messa in sicurezza/bonifica e delle modalità attuate.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
13	Informazione ai Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura per le azioni di loro competenza. Chiusura dell'Emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze

PIANO DI EMERGENZA INTERNO		Cantiere SANTU MIALI
PIANO DEL PRONTO INTERVENTO E DELL'EMERGENZA/INCIDENTI		SCHEDA C4
Sede operativa	Uffici ex area d'impianto miniera Santu Miali	
Evento iniziatore	Ribaltamento di un autocarro	
Ubicazione evento	Area di cantiere	
Tipo di conseguenza	Sversamento rifiuti su terreno	
	Operazione	Referenti
1	La segnalazione dell'incidente giunge al personale di sorveglianza che informa tempestivamente il servizio di pronto intervento il cui responsabile allerta il tecnico di pronto intervento. Contemporaneamente il personale allertato avvisa il Corpo Forestale e, qualora necessario, il Pronto Soccorso (118) e i Vigili del Fuoco.	Personale di sorveglianza
2	Il tecnico di pronto intervento o il suo sostituto giunge sul posto e constata il tipo di incidente. Contestualmente con l'intervento del Corpo Forestale e dell'eventuale intervento del Pronto Soccorso, valuta la tipologia di intervento da adottare e l'entità dell'area contaminata. Informa terzi eventualmente coinvolti sui rischi e sul comportamento da adottare.	Tecnico di pronto intervento
3	Il responsabile del pronto intervento coordina le attività di trasporto e, qualora necessario, interrompe il flusso di autocarri in transito nell'area interessata dall'incidente e, nel caso, individua vie di trasporto alternative.	Responsabile di pronto intervento
4	La squadra operativa interviene sul posto e avvia i primi interventi di recinzione dell'area e quelli atti ad evitare la propagazione della contaminazione. Nel caso fosse necessario predispone una via di transito alternativa.	Tecnico di pronto intervento
5	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di rimozione dei rifiuti con mezzo meccanico e/o manualmente e il carico su sacconi e autocarro e il loro trasporto al sito di raccolta. Le operazioni di rimozione proseguiranno fino al raggiungimento del fondo incontaminato.	Tecnico di pronto intervento
6	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile della gestione delle emergenze circa l'evento e le azioni fatte. Attivazione dell'emergenza.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
7	Informazione e coordinamento con Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura.	Responsabile della gestione delle emergenze

8	Il tecnico di pronto intervento coordina le eventuali attività di caratterizzazione di <i>fondo scavo</i> eventualmente col coinvolgimento di impresa appaltatrice; ordina l'esecuzione di campioni di suolo e di analisi per l'accertamento di contaminazione residua; informa il responsabile della gestione delle emergenze sulle attività di caratterizzazione svolte.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
9	Il responsabile dell'emergenza, qualora i risultati delle analisi sui campioni di suolo certifichino l'avvenuta contaminazione, ordina l'esecuzione delle attività atte al superamento della situazione d'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze
10	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di messa in sicurezza/bonifica.	Tecnico di pronto intervento
11	Informazione al responsabile della gestione delle emergenze dell'avvenuta messa in sicurezza/bonifica e delle modalità attuate.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
12	Informazione ai Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura per le azioni di loro competenza. Chiusura dell'Emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze

PIANO DI EMERGENZA INTERNO		Cantiere SANTU MIALI
PIANO DEL PRONTO INTERVENTO E DELL'EMERGENZA/INCIDENTI		SCHEDA C5
Sede operativa	Uffici ex area d'impianto miniera Santu Miali	
Evento iniziatore	Incidente con autocarro	
Ubicazione evento	Viabilità pubblica	
Tipo di conseguenza	Coinvolgimento di terzi	
	Operazione	Referenti
1	La segnalazione dell'incidente giunge al personale di sorveglianza che informa tempestivamente il servizio di pronto intervento il cui responsabile allerta il tecnico di pronto intervento e il responsabile della gestione delle emergenze. Contemporaneamente il personale allertato avvisa la Polizia Municipale, e, qualora necessario, il Pronto Soccorso (118) e i Vigili del Fuoco.	Personale di sorveglianza
2	Informazione e coordinamento con la Polizia Municipale e, qualora coinvolti, il pronto soccorso e i Vigili del Fuoco per le azioni di loro competenza. Apertura dell'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze
3	Il tecnico di pronto intervento o il suo sostituto giunge sul posto e constata il tipo di incidente. A seguito dell'intervento del pronto soccorso, in collaborazione con la Polizia Municipale ed eventualmente dei Vigili del Fuoco valuta gli interventi da adottare nell'immediato per ripristinare la viabilità.	Tecnico di pronto intervento
4	Qualora si sia verificato il ribaltamento anche parziale del mezzo con sversamento di rifiuti minerari, a seconda del caso si applicano le attività descritte di cui alle schede C1, C2, C3 e C4.	Tecnico di pronto intervento
5	Il responsabile del pronto intervento coordina le attività di trasporto e, qualora necessario, interrompe il flusso di autocarri in transito nell'area interessata dall'incidente e nel caso individua vie di trasporto alternative.	Responsabile di pronto intervento
6	La squadra operativa interviene sul posto e, in accordo con la Polizia Municipale, attua gli interventi necessari per il ripristino della viabilità.	Tecnico di pronto intervento
7	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile della gestione delle emergenze circa l'evento e le azioni fatte.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze

8	Informazione ai Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura per le azioni di loro competenza. Chiusura dell'Emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze
---	---	---

PIANO DI EMERGENZA INTERNO		Cantiere SANTU MIALI
PIANO DEL PRONTO INTERVENTO E DELL'EMERGENZA/INCIDENTI		SCHEDA C6
Sede operativa	Uffici ex area d'impianto miniera Santu Miali	
Evento iniziatore	Fuoriuscita di acque contaminate oltre il sistema di controllo alla base del bacino sterili	
Ubicazione evento	Area di cantiere - prossimità corsi d'acqua	
Tipo di conseguenza	Sversamento di rifiuti con coinvolgimento del sistema idrografico	
	Operazione	Referenti
1	La segnalazione dell'incidente giunge al personale di sorveglianza che informa tempestivamente il servizio di pronto intervento il cui responsabile allerta il tecnico di pronto intervento. Contemporaneamente il personale allertato avvisa il Corpo Forestale.	Personale di sorveglianza
2	Il Tecnico di pronto intervento informa e si coordina con il Responsabile della gestione delle emergenze. Apertura dell'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze
3	Il tecnico di pronto intervento o il suo sostituto giunge sul posto e constata il tipo di incidente e, con l'eventuale collaborazione del Corpo Forestale, valuta gli interventi da adottare nell'immediato per interrompere il processo di contaminazione.	Tecnico di pronto intervento
4	La squadra operativa interviene sul posto e attua gli interventi necessari per interrompere il processo ed evitare la propagazione della contaminazione.	Tecnico di pronto intervento
5	Informazione e coordinamento con Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura.	Responsabile della gestione delle emergenze
6	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di caratterizzazione dell'area eventualmente col coinvolgimento di impresa appaltatrice; ordina l'esecuzione di campioni di suolo e di analisi per l'accertamento di contaminazione; informa il responsabile della gestione delle emergenze sulle attività di caratterizzazione svolte.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
7	Il responsabile dell'emergenza, qualora i risultati delle analisi sui campioni di suolo certifichino l'avvenuta contaminazione, ordina l'esecuzione delle attività atte al superamento della situazione d'emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze
8	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di messa in sicurezza/bonifica.	Tecnico di pronto intervento

9	Informazione al responsabile della gestione delle emergenze dell'avvenuta messa in sicurezza/bonifica e delle modalità attuate.	Tecnico di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze
10	Informazione ai Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura per le azioni di loro competenza. Chiusura dell'Emergenza.	Responsabile della gestione delle emergenze

PIANO DI EMERGENZA INTERNO		Cantiere SANTU MIALI
PIANO DEL PRONTO INTERVENTO E DELL'EMERGENZA/INCIDENTI		SCHEDA D
Sede operativa	Impianto trattamento acque area ex impianto Santu Miali	
Evento iniziatore	Guasto al sistema di telecontrollo	
Ubicazione evento	Area di cantiere	
Tipo di conseguenza	Impossibilità di comando automatico degli impianti di pompaggio	
	Operazione	Referenti
1	La segnalazione dell'incidente giunge al <i>personale di sorveglianza</i> che informa tempestivamente il servizio di pronto intervento il cui <i>responsabile</i> allerta il <i>tecnico di pronto intervento</i> ; oltre il normale orario di lavoro passa la segnalazione telefonicamente al <i>tecnico reperibile</i> che provvede ad avvisare il <i>responsabile del pronto intervento</i> .	Personale di sorveglianza
2	La squadra operativa interviene in contemporanea su tutte le stazioni di pompaggio e in corrispondenza di F25 verifica il livello dei reflui e ne dà notizia al <i>tecnico di pronto intervento</i> .	Tecnico di pronto intervento o Tecnico reperibile
3	Il <i>tecnico di pronto intervento</i> informa il <i>responsabile del pronto intervento</i> e incarica l' <i>impresa</i> appaltatrice per l'immediato ripristino del sistema di telecontrollo	Tecnico di pronto intervento o Tecnico reperibile
4	Il <i>tecnico di pronto intervento</i> coordina le attività di azionamento manuale delle valvole in funzione dei livelli nelle varie stazioni di pompaggio fino al ripristino della funzionalità del sistema di telecontrollo	Tecnico di pronto intervento o Tecnico reperibile
5	Informazione al <i>responsabile della gestione delle emergenze</i> circa: l'evento, le prime azioni fatte e il coinvolgimento di <i>impresa appaltatrice</i> . Attivazione dell'emergenza.	Tecnico di pronto intervento o Tecnico reperibile Responsabile del pronto intervento
6	Ripristino della funzionalità del telecontrollo mediante l'intervento dell' <i>impresa appaltatrice</i> .	Tecnico di pronto intervento o Tecnico reperibile Responsabile del pronto intervento
7	Informazione al <i>responsabile della gestione delle emergenze</i> dell'avvenuto ripristino del servizio e delle modalità attuate. Chiusura dell'emergenza.	Tecnico di pronto intervento o Tecnico reperibile Responsabile del pronto intervento

PIANO DI EMERGENZA INTERNO		Cantiere SANTU MIALI
PIANO DEL PRONTO INTERVENTO E DELL'EMERGENZA/INCIDENTI		SCHEDA E
Sede operativa	Impianto trattamento acque area ex impianto Santu Miali	
Evento iniziatore	Rottura di tubazione di pompaggio - incidente/dolo	
Ubicazione evento	Area di cantiere	
Tipo di conseguenza	Sversamento di liquidi contaminati	
	Operazione	Referenti
1	La segnalazione dell'incidente giunge al personale di sorveglianza che informa tempestivamente il servizio di pronto intervento il cui responsabile allerta il tecnico di pronto intervento; oltre il normale orario di lavoro passa la segnalazione telefonicamente al tecnico reperibile che provvede ad avvisare il responsabile del pronto intervento. Contemporaneamente il personale allertato avvisa il Corpo Forestale.	Personale di sorveglianza
2	Il tecnico di pronto intervento spegne le pompe e aziona la chiusura delle valvole motorizzate di mandata dalla stazione di pompaggio alla condotta interessata dal guasto e informa il responsabile del pronto intervento.	Tecnico di pronto intervento o Tecnico reperibile
3	La squadra operativa giunge sulla stazione di pompaggio e aziona la valvola manuale per lo scarico della tubazione.	Tecnico di pronto intervento o Tecnico reperibile
4	La squadra operativa addetta alla riparazione del guasto giunge sul luogo dell'incidente con le attrezzature necessarie, individua il punto di rottura e ne dà notizia al tecnico di pronto intervento.	Tecnico di pronto intervento o Tecnico reperibile
5	Il tecnico di pronto intervento informa il responsabile della gestione delle emergenze circa: l'evento, le prime azioni fatte e l'eventuale coinvolgimento di impresa appaltatrice. Attivazione dell'emergenza.	Tecnico di pronto intervento o Tecnico reperibile Responsabile del pronto intervento
6	Il tecnico di pronto intervento coordina e garantisce il ripristino della funzionalità della condotta e riavvia la stazione di pompaggio.	Tecnico di pronto intervento o Tecnico reperibile
7	La squadra operativa addetta alla bonifica del terreno contaminato giunge sul posto e valuta l'entità dell'area contaminata e ne dà notizia al tecnico di pronto intervento.	Tecnico di pronto intervento o Tecnico reperibile
8	Informazione e coordinamento con Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura.	Responsabile della gestione delle emergenze

8	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di caratterizzazione dei suoli interessati dallo sversamento eventualmente col coinvolgimento di impresa appaltatrice; ordina l'esecuzione di campioni di suolo e di analisi per l'accertamento della contaminazione.	Tecnico di pronto intervento o Tecnico reperibile
10	Il responsabile dell'emergenza, qualora i risultati delle analisi sui campioni di suolo certifichino l'avvenuta contaminazione, in coordinamento con gli Enti promuove la programmazione degli interventi di messa in sicurezza d'emergenza/bonifica.	Responsabile della gestione delle emergenze
11	Il responsabile dell'emergenza ordina l'esecuzione degli interventi di messa in sicurezza d'emergenza/bonifica.	Responsabile della gestione delle emergenze
12	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di bonifica eventualmente col coinvolgimento di impresa appaltatrice.	Tecnico di pronto intervento o Tecnico reperibile
13	Il tecnico di pronto intervento coordina le attività di caratterizzazione di <i>fondo scavo</i> eventualmente col coinvolgimento di impresa appaltatrice; ordina l'esecuzione di campioni di suolo e di analisi per l'accertamento di contaminazione residua.	Tecnico di pronto intervento o Tecnico reperibile
14	Informazione ai Sindaci, la Provincia, la Regione Sardegna (Assessorato della Difesa dell'Ambiente), la Prefettura per le azioni di loro competenza. Chiusura dell'Emergenza.	Tecnico di pronto intervento o Tecnico reperibile Responsabile del pronto intervento

PIANO DI EMERGENZA INTERNO		Cantiere SANTU MIALI
PIANO DEL PRONTO INTERVENTO E DELL'EMERGENZA/INCIDENTI		SCHEDA F
Sede operativa	Uffici ex area d'impianto miniera Santu Miali	
Evento iniziatore	Evento pluviometrico di elevata intensità	
Ubicazione evento	Area di cantiere	
Tipo di conseguenza	Fenomeno franoso nell'area del bacino sterili	
	Operazione	Referenti
1	Pioggia di intensità elevata. Avvisi meteo o bollettini di criticità ordinaria del CFD. Eventi meteo-idrologici localizzati e intensi o diffusi, non intensi- anche persistenti	
1	1. Il Responsabile del Pronto Intervento dirama l'avviso di CRITICITA' ORDINARIA - CODICE DI ALLERTA 1 a tutto il personale operativo. Ordina l'avvio delle attività di monitoraggio dei piezometri e il controllo visivo degli argini. 2. L'addetto tecnico procede ai rilievi dei livelli piezometrici sui 7 piezometri nel bacino sterili (n. 3 piezometri nell'argine est, n. 3 piezometri nell'argine ovest e n. 1 piezometro interno al corpo del bacino) e comunica i dati raccolti ai tecnici dell'azienda che valutano il livello di criticità e lo comunicano al Responsabile di Pronto Intervento.	Responsabile di pronto intervento
2	Avvisi meteo o bollettini di criticità moderata del CFD. Eventi meteo-idrologici diffusi, intensi e/o persistenti	
2	1. Il Responsabile del Pronto Intervento dirama l'avviso di CRITICITA' MODERATA - CODICE DI ALLERTA 2 a tutto il personale operativo e coordina le attività di monitoraggio dei piezometri e il controllo visivo degli argini. <u>A tale livello di criticità deve corrispondere la sospensione delle attività di cantiere.</u> 2. Tutto il personale operativo (ad esclusione degli addetti tecnici incaricati delle attività di monitoraggio dei piezometri e del controllo visivo degli argini e dei canali di guardia): - se già presente in cantiere deve interrompere le attività e riunirsi presso gli uffici nell'ex area d'impianto della miniera - se non ha ancora preso servizio non deve recarsi nell'area del bacino sterili 3. L'addetto tecnico procede ai rilievi dei livelli piezometrici sui 7 piezometri nel bacino sterili (n. 3 piezometri	Responsabile di pronto intervento Responsabile della gestione delle emergenze Tecnico di pronto intervento

	<p>nell'argine est, n. 3 piezometri nell'argine ovest e n. 1 piezometro interno al corpo del bacino) con cadenza bi-oraria o secondo quanto disposto dal Responsabile del Pronto Intervento e comunica i dati raccolti ai tecnici dell'azienda che valutano il livello di criticità e lo comunicano al Responsabile di Pronto Intervento.</p> <p>Procede inoltre al controllo visivo sugli argini (ricerca di eventuali linee di distacco) e sui canali di guardia (fenomeni franosi che possono ostacolare il normale deflusso delle acque)</p> <p>4. Il personale operativo di pronto intervento deve restare a disposizione per effettuare eventuali interventi di manutenzione dei canali di guardia.</p> <p>L'evoluzione positiva dei fenomeni con criticità moderata ed elevata comportano l'AVVISO DI CONCLUSIONE DELLO STATO DI ALLERTA che sarà diramato dal Responsabile del Pronto Intervento.</p> <p>L'evoluzione negativa del fenomeno, con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - accertamento di livelli piezometrici prossimi ai livelli di criticità per la stabilità dell'argine - constatazione della presenza di linee di distacco lungo gli argini - evento franoso che coinvolga ingenti volumi di materiale <p>comporta il passaggio ad una situazione di emergenza (apertura dell'emergenza)</p> <p>Il <i>Responsabile del pronto intervento</i> informa il <i>Responsabile della gestione dell'emergenza</i>.</p> <p>Il Responsabile della gestione dell'emergenza dirama l'avviso di CRITICITA' ELEVATA - CODICE DI ALLERTA 3.</p>	
3	<p>Avvisi meteo o bollettini di criticità elevata del CFD. Eventi meteo-idrologici diffusi, molto intensi e persistenti</p>	
3	<p>Il Responsabile della gestione dell'emergenza dirama l'avviso di CRITICITA' ELEVATA - CODICE DI ALLERTA 3.</p> <p>Tutto il personale operativo deve allontanarsi dall'area di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> - se già presente in cantiere deve interrompere le attività e riunirsi presso gli uffici nell'ex area d'impianto della miniera - se non ha ancora preso servizio non deve recarsi nell'area del bacino sterili <p>Il Responsabile della gestione dell'emergenza opera in <i>Coordinamento</i> con la Prefettura, i Sindaci, la SORI della Direzione generale della Protezione civile, il CFVA, i Vigili</p>	<p>Responsabile della gestione delle emergenze Responsabile del pronto intervento Tecnico di pronto intervento</p>

	<p>del Fuoco, per l' intervento nelle aree interessate dagli eventi in atto e per l'allertamento della squadra di pronto soccorso.</p> <p>Sulla base del <i>Coordinamento</i> dà disposizioni al Tecnico di pronto intervento.</p> <p>Il Tecnico di pronto intervento sulla base delle indicazioni ricevute ordina al personale operativo l'esecuzione delle attività necessarie fino al ripristino delle condizioni di sicurezza e rientro dall'ALLERTA 3.</p> <p>Il Responsabile della gestione dell'emergenza dirama l'avviso di CONCLUSIONE DELLO STATO DI ALLERTA 3</p>	
4	<p>Al rientro dall'ALLERTA 3 e contestualmente alla diramazione dell'avviso di conclusione dello stato di allerta 3, il Responsabile della gestione dell'emergenza dirama l'avviso di CRITICITA' MODERATA - CODICE DI ALLERTA 2 finalizzata alla verifica delle effettive condizioni di sicurezza della struttura.</p> <p><u>Il cantiere non viene immediatamente riattivato ma prosegue la sospensione delle attività.</u></p> <p>L'addetto tecnico procede ai rilievi dei livelli piezometrici sui 7 piezometri nel bacino sterili (n. 3 piezometri nell'argine est, n. 3 piezometri nell'argine ovest e n. 1 piezometro interno al corpo del bacino) con cadenza bi-oraria o secondo quanto disposto dal Responsabile del Pronto Intervento e comunica i dati raccolti ai tecnici dell'azienda che valutano il livello di criticità e lo comunicano al Responsabile di Pronto Intervento.</p> <p>Procede inoltre al controllo visivo sugli argini (ricerca di eventuali linee di distacco) e sui canali di guardia (fenomeni franosi che possono ostacolare il normale deflusso delle acque)</p> <p>Il personale operativo di pronto intervento deve restare a disposizione per effettuare eventuali interventi di manutenzione dei canali di guardia.</p> <p>L'evoluzione positiva dell'attività di verifica comportano l'avviso di conclusione dello stato di ALLERTA 2 che sarà diramato dal Responsabile della gestione dell'emergenza.</p>	<p>Responsabile della gestione dell'emergenza</p> <p>Responsabile del pronto intervento</p> <p>Tecnico di pronto intervento</p>

5 Allegato 1 - Apparecchiature di sicurezza

In base a quanto riportato nelle singole schede di intervento le apparecchiature di sicurezza previste sono le seguenti:

Cod.	Strumentazione - Apparecchiatura	Ubicazione	n.	Costo €
<i>AS1</i>	telefono satellitare con GPS integrato	Camion - mezzi d'opera	20	20.000,00
<i>AS2</i>	Dispositivo allarme "uomo a terra" con localizzatore satellitare	Operatori	40	35.000,00

6 Allegato 2 - Elenco degli incaricati e numeri di telefono

Nome	Ruolo	Numero telefono
Maciocco Andrea	Responsabile gestione emergenza Responsabile gestione incidenti Responsabile pronto intervento	3408149724
Diana Mauro	Vice Responsabile gestione emergenza Vice Responsabile gestione incidenti Vice Responsabile pronto intervento	3470019225
Pes Franceschino	Tecnico di pronto intervento - reperibile	3383373000
Diana Mauro	Tecnico di pronto intervento - reperibile	3470019225
Lilliu Walter	Personale operativo	0709303229
Cirina Luciano	Personale operativo	0709303229
Cau Luciano	Personale operativo	0709303229
Tiddia Salvatore	Personale operativo	0709303229
Melis Maria Laura	Personale di sorveglianza	0709303229
Carta Ignazio	Personale di sorveglianza	0709303229
Porru Giovanni	Personale di sorveglianza	0709303229
Mocci Giuseppe	Personale di sorveglianza	0709303229
Caddeu Peraldo	Personale di sorveglianza	0709303229
Zucca Gianluca	Personale di sorveglianza	0709303229

7 Allegato 4 - Recapiti telefonici Contatti Esterni

Contatto Esterno	n. telefono
Carabinieri	112
Polizia di Stato	113
Vigili del Fuoco - pronto intervento	115
Vigili del Fuoco - distaccamento di Sanluri	070 9307649
Pronto soccorso - Ambulanza	118
Servizio Attività Estrattive R.A.S.	070/6062216 0781/2703823
Polizia Municipale - Furtei	070 9303 726 070 9303 734
Polizia Municipale - Serrenti	070 91519235
Polizia Municipale - Guasila	070 9837921
Polizia Municipale - Segariu	070 9305011
<i>Municipio Comune Furtei</i>	<i>070 930 2210</i>
<i>Municipio Comune Serrenti</i>	<i>070 915 9037</i>
<i>Municipio Comune Guasila</i>	<i>070 983791</i>
<i>Municipio Comune Segariu</i>	<i>070 930 2065</i>
Corpo Forestale (Stazione Forestale di Sanluri)	070/9370970
Protezione civile - Direzione generale della Protezione civile	070 - 6064864
Protezione civile - Servizio pianificazione e gestione delle emergenze (<i>gestione SORI</i>)	070 - 6064826
Prefettura - centralino	070 60061
Prefettura - sala operativa	070 653798

8 Allegato 3 - Modelli di comunicazione standard verso gli Enti esterni

Vigili del Fuoco in caso di ribaltamento di camion con dispersione di rifiuti minerali

“Pronto, qui è il cantiere di Santu Miali in comune di Furtei; è richiesto il vostro intervento per un rilascio di rifiuti di estrazione a seguito del ribaltamento di un camion.

Il mio nominativo è _____; il nostro numero di telefono è _____

Ripeto

qui è il cantiere di Santu Miali in comune di Furtei; è richiesto il vostro intervento per un rilascio di rifiuti di estrazione a seguito del ribaltamento di un camion.

Il mio nominativo è _____; il nostro numero di telefono è _____

118, in caso in cui siano stati segnalati feriti

“Pronto, qui è il cantiere di Santu Miali in comune di Furtei; è richiesto il vostro intervento con autoambulanza per l’assistenza ad una/più persone infortunate.

Il mio nominativo è _____; il nostro numero di telefono è _____

Ripeto

qui è il cantiere di Santu Miali in comune di Furtei; è richiesto il vostro intervento con autoambulanza per l’assistenza ad una/più persone infortunate.

Il mio nominativo è _____; il nostro numero di telefono è _____

E’ a discrezione del responsabile dei contatti esterni avvertire una o più delle autorità di cui sopra a seconda della gravità dell’evento.

In caso di evento significativo/grave sarà sempre avvertita la Prefettura.

9 Allegato 5. Aspetti idrologici area bacino sterili

Il presente paragrafo è un estratto del documento: *Bacino fanghi sterili della miniera di Santu Miali. Analisi di stabilità preliminare (Luglio 2015)* elaborato dal Prof. Ing. Pier Paolo Manca del DICAAR (Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura dell'Università degli Studi di Cagliari), capitolo 2.

ASPETTI IDROLOGICI

Premesso che la presenza dell'acqua non è un evento eccezionale per un bacino che si definisce di *decantazione degli sterili mineralurgici*, il problema della capienza e gli eventuali rischi connessi vanno valutati alla luce del bilancio idrologico e dell'esigenza di assicurare un franco sufficiente a contenere gli apporti derivanti da un evento meteorico eccezionale.

Assunta cautelativamente come riferimento la quota di riempimento del bacino rilevata nel marzo 2015 (242.30 m slm), le differenze tra questa e la quota massima dell'argine (245.00 m slm) rappresentano il franco utile ai fini di ulteriori riempimenti, sia derivanti da apporti meteorici sia da trasferimenti da Is Concas (vedi Tabelle 1 e 2).

Tab. 17. **Tabella 2 – volumetrie di invaso del bacino (calcoli IGEA)**

TABELLA VOLUMETRIA ACQUA			
QUOTA	SUPERFICIE	volume	VOLUME PROGRESSIVO
m slm	m ²		m ³
240.00	-		-
240.25	6,058		757
240.50	14,583	2,539	3,296
240.75	23,560	4,808	8,104
241.00	34,306	7,245	15,349
241.25	45,645	10,116	25,465
241.50	55,928	12,918	38,383
241.75	64,922	15,068	53,451
242.00	70,446	16,877	70,328
242.25	78,506	18,617	88,945
---> Quota marzo 2015	242.30	76,514	2,957
	242.50	95,956	18,761
	242.75	110,182	25,993
	243.00	116,701	28,413
	243.25	121,419	29,786
	243.50	127,721	34,797
	243.75	130,465	32,205
	244.00	132,439	32,779
	244.25	133,883	33,234
	244.50	135,291	33,613
	244.75	136,595	33,961
	245.00	137,919	34,296

Tab. 18. **Tabella 3 – Altezze di franco e volumi disponibili**

Quota, m slm	H franco, m	Σ volumi disponibili, m ³		mm di pioggia
		Is Concas	Pioggia	
242.30	2.70	0	337,838	2,116
242.50	2.50	18,761	319,077	1,998
242.75	2.25	44,754	293,084	1,836
243.00	2.00	73,167	264,671	1,658
243.25	1.75	102,953	234,885	1,471
243.50	1.50	137,750	200,088	1,253
243.75	1.25	169,955	167,883	1,052
244.00	1.00	202,734	135,104	846
244.25	0.75	235,968	101,870	638
244.50	0.50	269,581	68,257	428
244.75	0.25	303,542	34,296	215
245.00	0.00	337,838	-	-

I volumi di pioggia possono essere trasformati in altezza tenendo conto che il bacino di raccolta dell'acqua meteorica zenitale (racchiuso tra il canale di guardia e gli argini) occupa una superficie di circa 180.000 m². Evitando di sviluppare in questo documento preliminare incerti calcoli idrologici, peraltro aleatori per la componente legata all'evaporazione, si può considerare che il livello dell'acqua contenuta all'interno del bacino subisce un'oscillazione stagionale con un minimo tra settembre e ottobre e un massimo tra marzo e aprile. Se gli apporti esterni affluiscono nel periodo di minimo apporto pluviometrico (marzo – ottobre) rispettando un franco di 1 m, corrispondente alla quota assoluta di 244.00 m slm, si consente una capacità di accumulo residua in grado di contenere anche più eventi meteorici eccezionali, purché la loro somma complessiva sia inferiore a circa **800 mm**.