

Auftraggeber

Gemeinde Bozen  
Amt für CO2-Plan, Energie und Geologie



Committente

Comune di Bolzano  
Ufficio Piano CO2 Energia e Geologia

# Altlast Sigmundskron "ALTE DEPONIE" SANIERUNG mit ATTLASTSICHERUNG

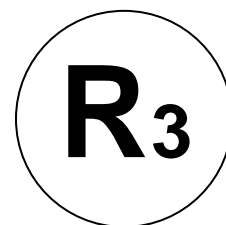
Vor- und Einreichprojekt  
(im Sinne des B.L.A. 1072/'05)

## Discarica di Castelfirmiano "VECCHIA DISCARICA" BONIFICA con MESSA IN SICUREZZA

Progetto preliminare e definitivo  
(ai sensi della D.G.P. 1072/05)

**TECHNISCHER BERICHT  
ZUR AUSFÜHRUNGSWEISE**

**RELAZIONE TECNICA  
SULLE MODALITÀ ESECUTIVE**



Datum / Data

Auftraggeber / Committente

**Projekt - progetto**  
**Dr. Geol. Mauro Platter**

Mai 2015

Maggio 2015

**06/04**

Pr. Nr.

**K.K.**

akt. / agg.

**M.W.**

bearb. / elab.

**M.P.**

gepr. / visto

gen. / appr.



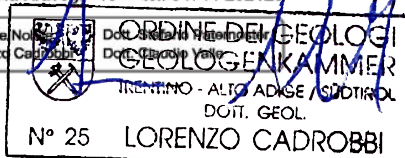
Consulenza ambientale:  
**Dr. Geol. Lorenzo Cadrobbi**

**Geologia e Ambiente**

Bolzano - Via Kravogl 18 - tel. 0471 / 202125

Dott. Michele Noll  
Dott. Lorenzo Cadrobbi

Dott. Stefano Wessner  
Dott. Giorgio Valsecchi



Consulenza ingegneristica:  
**Dr. Ing. Martin Weiss**

**büroweiss**

ingenieurbüro studio d'ingegneria engineering consultancy

Schlachthofstraße / via Macello 65

I - 39100 Bozen / Bolzano

Tel.: +39 0471 97 83 56

Fax: +39 0471 97 86 57

info@buroweiss.it www.buroweiss.it

**ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROV. DI BOLZANO**

**Dr. Ing. MARTIN WEISS**

**Nr. 514**

**INGENIEURKAMMER  
DER PROVINZ BOZEN**

# **Discarica di Castelfirmiano**

## **"VECCHIA DISCARICA"**

**Intervento di bonifica con messa in sicurezza permanente**

### **PROGETTO PRELIMINARE E DEFINITIVO**

*ai sensi della D.G.P. 1072/05*

### **RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA**

## INDICE

<b>1.</b>	<b>OGGETTO E SINTESI DEL PROGETTO</b>	<b>4</b>
1.1	Premessa	4
1.1.1	Sito e morfologia della “Vecchia Discarica” di Castelfirmiano”	4
1.1.2	Potenziale di pericolosità del sito e BERSAGLI DI TUTELA e recupero ambientale	6
<b>2.</b>	<b>PROGRAMMA E CONTENUTI DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA</b>	<b>7</b>
2.1	Intervento tecnico/ambientale	7
2.2	Recupero aree utilizzabili e reinserimento paesaggistico	8
<b>3.</b>	<b>GIUSTIFICAZIONE DEL RIMODELLAMENTO ADOTTATO:</b>	<b>9</b>
3.1	Motivi idrogeologici:	9
3.2	Vincoli tecnici/geotecnici:	9
3.3	Motivi economici (contenimento della spesa, ecc.):	9
3.4	Vincoli paesaggistici:	9
3.5	Vincoli di contorno:	9
3.6	Prospetto - sintesi dei dati tecnici principali degli interventi previsti	9
<b>4.</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI PREVISTE NEL PROGETTO</b>	<b>10</b>
4.1	Lavori preliminari e prioritari	10
4.1.1	Intercettazione ed allontanamento delle acque bianche dal versante sovrastante	10
4.1.2	Stabilizzazione delle scarpate	10
4.1.3	Spostamento dei rifiuti per il rimodellamento del corpo rifiuti	10
4.1.4	Compensazione dei volumi fra rifiuti sbancati e riporti di materiali inerti	11
4.2	Lavori di messa in sicurezza e di incapsulamento dei rifiuti	12
4.2.1	Captazione ed eduazione dei percolati	12
4.2.2	Attuazione del pacchetto di impermeabilizzazione superficiale (capping)	13
4.3	Lavori di ripristino in superficie	18
4.3.1	Realizzazione di nuove infrastrutture a servizio delle strutture esistenti	18

4.3.2	Ripristino area attorno al traliccio AT della TERNA	20
4.3.3	Rifacimento dei campi da tennis	20
<b>5.</b>	<b>RISCHI DI LAVORO DA ASPETTARSI -- CENNI SULLA SICUREZZA</b>	<b>21</b>
5.1	Rimodellamento del corpo discarica ed emissioni da aspettarsi	21
5.1.1	Opere di captazione/eduzione acque piovane	21
5.1.2	Lavori di spostamento di vecchi rifiuti	21
5.1.3	Costruzione degli argini perimetrali e dei dreni del percolato	22
5.2	Lavori di impermeabilizzazione superficiale (capping definitivo)	23
5.3	Lavori di ripristino ai fini paesaggistici e sportivi	23
<b>6.</b>	<b>CONTROLLO DELLA QUALITÀ DELL'OPERA</b>	<b>24</b>
6.1	Programma di controllo qualità	24
6.2	Elementi di controllo della qualità di esecuzione	24
<b>7.</b>	<b>CRONOLOGIA DELLE SINGOLE FASI DI INTERVENTO</b>	<b>25</b>
7.1	FASE I: Interventi urgenti di riduzione e captazione dei percolati	25
7.2	FASE II: Interventi di bonifica delle zone di utilizzo sportivo (campi da tennis)	26
7.3	FASE III: Interventi di messa in sicurezza integrale (incapsulamento totale)	26
<b>8.</b>	<b>QUADRO DI SPESA</b>	<b>28</b>
	<b>ALLEGATI</b>	<b>29</b>

# 1. OGGETTO E SINTESI DEL PROGETTO

## 1.1 Premessa

Oggetto del presente progetto definitivo è la  
**Bonifica ambientale della “VECCHIA DISCARICA” DI CASTELFIRMIANO**  
tramite  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE DEL SITO INQUINATO**

*Le attività di progettazione preliminare sono state direttamente operate dal gruppo Geologia e Ambiente & Büroweiss, mentre la progettazione definitiva è stata eseguita dal Comune di Bolzano nella persona del **dr. geol. Mauro PLATTER**, con la consulenza geoambientale del **dr. geol. Lorenzo Cadrobbi** (Studio Geologia e Ambiente di Bolzano) e la consulenza ingegneristica/impiantistica dell'**Ing. Martin Weiss** (Studio Büroweiss di Bolzano).*

*Al fine di ottimizzare i tempi di elaborazione ed autorizzazione è stato deciso di accorpare assieme le fasi di progettazione preliminare e definitiva, come previsto dalla normativa provinciale di settore.*

*NB: Per tutto il proseguo della seguente **relazione tecnica descrittiva** si fa riferimento all'allegato documento di base, intitolato **RELAZIONE ILLUSTRATIVA DEL MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO** che riassume tutte le indagini precedenti, nonché le relative risultanze e conclusioni, sulle quali si basa tutto il progetto.*

### 1.1.1 Sito e morfologia della “Vecchia Discarica” di Castelfirmiano”

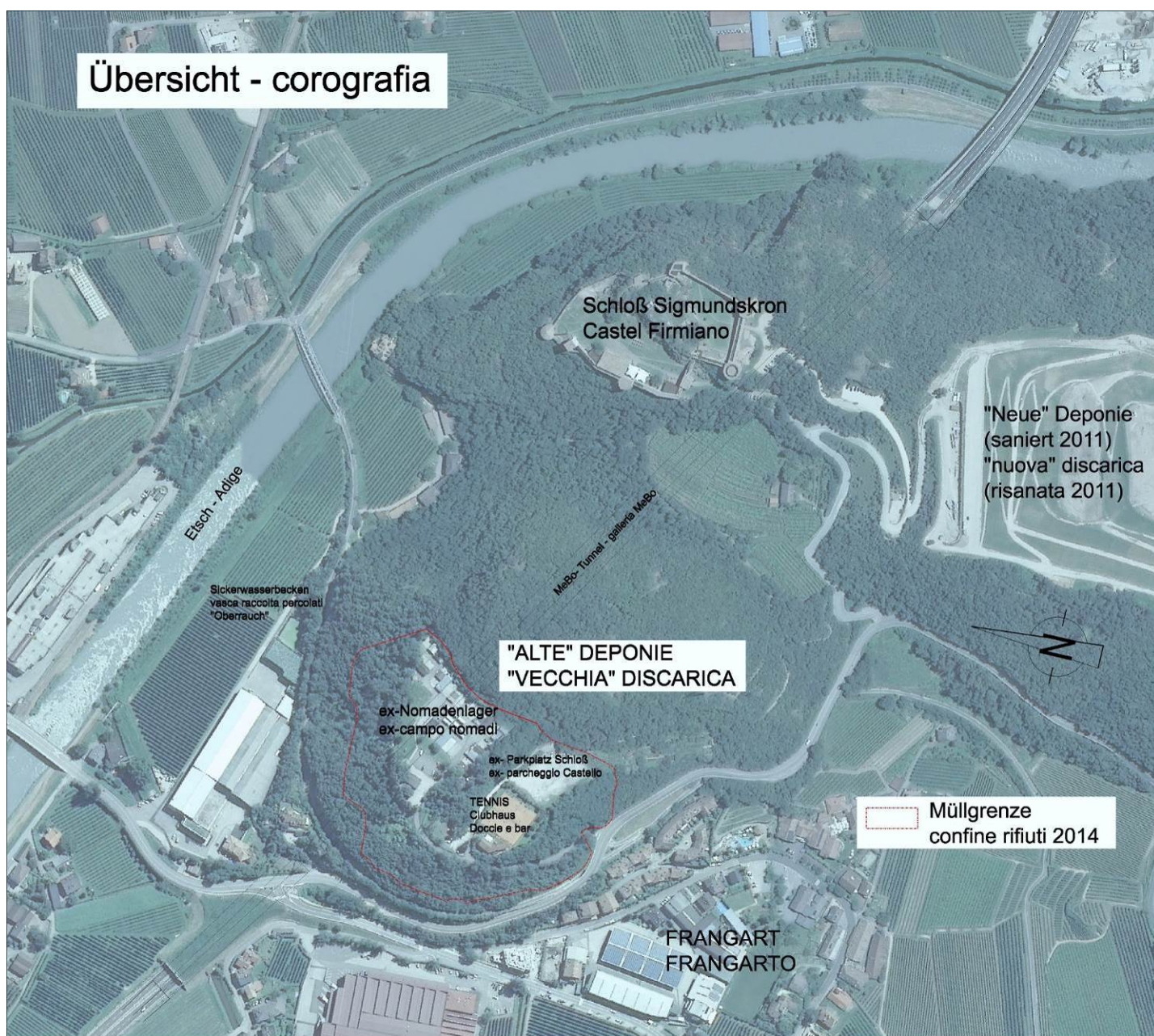
Il sito inquinato denominato “Vecchia Discarica” di Castelfirmiano si trova nel territorio del Comune di Bolzano, che ha anche provveduto – **per la parte di sua competenza** - alla gestione ed al controllo dei conferimenti negli anni del dopoguerra fino agli anni sessanta del secolo scorso. Durante ca 15 anni di esercizio della discarica sono stati scaricati ca. **330.000 m3 di rifiuti misti**, industriali, artigianali, nonché materiali di demolizione e di scavo.

L'areale della discarica inizia circa 300 m ad ovest del Castello, situato sopra l'abitato di Frangar-to sul cosiddetto “Kaiserberg”. Essa è delimitata verso est dal promontorio roccioso, verso nord ed ovest dalla pista ciclabile e verso sud dalla Strada Provinciale per Cornaiano. Longitudinalmente, in direzione nord-sud, la discarica si estende per circa 270 m ed in direzione est-ovest per circa 180 m. L'altezza massima dei rifiuti raggiunge 20 m di spessore. La massima quota è a circa 296 m s.l.m. Le attuali scarpate presentano una pendenza fino a 1: 1,25 (40°). Le scarpate con massima pendenza sono sui lati nord e ovest della discarica e sono parzialmente instabili.

La superficie netta in proiezione è di ca. 42.000 m<sup>2</sup>, di cui la maggior parte è di proprietà del Comune di Bolzano (35.700 m<sup>2</sup>), mentre ca. 6.300 m<sup>2</sup> sono su terreni di proprietà privata del Sig. Italo Dallo Specchio.



**Figura 1: Mappa generale 1 : 5 000**



### **1.1.2 Potenziale di pericolosità del sito e BERSAGLI DI TUTELA e recupero ambientale**

**Con la caratterizzazione del sito inquinato in oggetto è stata rilevata dettagliatamente l'attuale situazione geoambientale attraverso specifiche ed approfondite indagini, i cui risultati e conclusioni si trovano ampiamente descritti nella allegata RELAZIONE GIUSTIFICATIVA del progetto.**

**L'obiettivo principale del progetto dovrà essere quindi quello di far fronte efficacemente all'attuale situazione di rischio per le persone e per l'ambiente nell'immediato ambito di Castelfirmiano e in tutta l'area circostante, rimuovendone le cause e controllando l'efficienza delle misure adottate**

A seguito delle molteplici sostanze e miscele che nel corso dei decenni sono state scaricate a Castelfirmiano si sono creati degli effetti negativi sull'ambiente dovuti all'emissione di diversi inquinanti, che si diffondono dall'immediato ambito della discarica verso l'esterno attraverso le seguenti principali vie:

- migrazione attraverso i percolati
- azioni meteorologiche quali piogge e vento
- per franamenti di fronti instabili.
- **non si è notata invece nessuna rilevabile emissione di gas da discarica**

L'inquinamento causato dalle citate vie di diffusione interessa quindi i seguenti beni da tutelare:

- suolo,
- acque di falda,
- acque superficiali,
- persone.

*Gli effetti negativi interessano però anche altri settori affini, e precisamente:*

- \* paesaggio,
- \* fauna e flora,
- \* economia locale, potenziale di sviluppo locale,
- \* impatto psicologico sulla popolazione.

Benché nel corso degli ultimi decenni siano state adottate diverse misure di limitata entità per la riduzione delle emissioni, solo dopo il definitivo sgombero dell'areale, avvenuta nell'anno 2013, si è potuto porre mano alla progettazione della BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA a norma di legge.

-----

**Il "pacchetto degli interventi" dovrà comprendere essenzialmente:**

- *l'intercettazione ed allontanamento delle acque di versante e di monte (**acque bianche**)*
- *la stabilizzazione dei rilevati con razionale rimodellamento della superficie*
- *la captazione e smaltimento delle emissioni liquide*
- *l'incapsulamento completo e definitivo dei rifiuti con sistema di capping*
- *la regimazione delle acque piovane e di apporto esterno*
- *il monitoraggio periodico dell'efficacia delle misure di protezione.*

**In tale contesto sarà da attribuire massima attenzione ai seguenti aspetti**

- *all'inserimento paesaggistico in osservazione del piano paesaggistico della zona*
- *al recupero dell'areale per gli utilizzi esistenti e quelli futuri, nonché*
- *al collegamento alla rete viaria automobilistica, ciclistica e pedonale*



## 2. PROGRAMMA E CONTENUTI DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA

Dalla fase di rilevazioni geoambientali di base effettuate dal team interdisciplinare si deducono i seguenti principali **contenuti su cui basare le scelte progettuali** nel corso delle progettazioni, **sintetizzabili nella sequela cronologica** a seguito riportata.

Per il caso in oggetto il modello concettuale di riferimento progettuale riguarda sostanzialmente tre aspetti, tra loro intensamente interconnessi:

- il **substrato geologico** di riferimento (modello geologico e geomorfologico)
- le caratteristiche e la natura della **sorgente di contaminazione**
- il **vettore e le modalità di propagazione** della contaminazione (modello idrogeologico).

A seconda dei diversi casi il variare della predominanza dei tre aspetti modifica il modello concettuale di riferimento progettuale.

**Nello specifico caso in oggetto si evidenzia come la corretta interpretazione del modello idrogeologico di dettaglio, condizionato dalla tipologia di substrato roccioso, dalla morfologia e dal quadro fessurativo locale, divenga elemento fondamentale per la progettazione dell'intervento di messa in sicurezza.**

Infatti, sulla base delle indagini e dei rilievi effettuati, solo una corretta e definitiva collettazione e gestione delle acque di origine meteorica, in scorrimento superficiale e ipogeo, permetterà l'eliminazione della causa principale della diffusione della contaminazione all'esterno dell'area in oggetto.

### 2.1 Intervento tecnico/ambientale

La messa in sicurezza del sito inquinato relativamente all'intervento geotecnico/tecnico/-ambientale dovrà comprendere le seguenti misure:

- **realizzazione di un opportuno sistema di intercettazione degli apporti idrici**  
dal versante di monte (lato est) con un duplice intervento:
  - idonea opera di captazione a monte (canale di gronda), al fine di intercettare gli apporti superficiali provenienti dal pendio (**acque bianche**) che si trova sul lato est della parte più alta della discarica,
  - opere di intercettazione profonda, tali da captare le circolazioni all'interno dei due sistemi fratturati di impluvio, presenti nell'ammasso roccioso.
- **rimodellamento morfologico dell'intera collina dell'ex discarica**,  
con idoneo spostamento dei rifiuti all'interno del sito e seguente confinamento sui bordi perimetrali, ai fini:
  - della perimetrazione del deposito per la successiva messa in sicurezza,
  - della stabilizzazione delle scarpate con riduzione dell'angolo di inclinazione,
  - dell'accessibilità in fase di cantiere, di manutenzione e di utilizzo,
  - della fattibilità degli interventi tecnici necessari e previsti,
  - del recupero ambientale / paesaggistico e per attività sportive, ecc.
- **incapsulamento del corpo rifiuti con pacchetto di copertura multistrato impermeabile**,  
mediante realizzazione di un Capping impermeabile, esteso fino al limite del deposito di rifiuti a ridosso della pista ciclabile, seguendo l'andamento degli stessi sulle scarpate e sulle sommità.  
In considerazione della modesta impermeabilità del sottofondo della "nuova discarica", la prevista impermeabilizzazione superficiale rappresenta la barriera artificiale più importante per immobilizzare o "incapsulare" i rifiuti per il contenimento delle emissioni liquide e polverose. Essa consisterà di un sistema multibARRIERE del tipo già sufficientemente sperimentato alcuni anni fa nella copertura della "Nuova Discarica".
- **realizzazione di una rete di raccolta e di regimazione delle acque superficiali**  
ed eventuali percolati residuali, lungo il perimetro esterno.  
Infatti, il deflusso dei percolati avviene prevalentemente al limite superiore dell'ammasso porfirico, vale a dire al contatto roccia-discarica o roccia-deposito naturale. In conseguenza di ciò la maggior parte del flusso sotterraneo di percolati potrà essere captato e raccolto al limite esterno della



discarica in corrispondenza delle emergenze o nelle porzioni più superficiali fratturate dell'ammasso roccioso, con adeguate opere di captazione.

- **predisposizione per il successivo intervento di rinaturalizzazione e recupero della superficie** bonificata, nonché ripristino delle strutture sportive ed altre esistenti.

## **2.2 Recupero aree utilizzabili e reinserimento paesaggistico**

Una **volta terminati gli interventi volti a minimizzare l'attuale potenziale di rischio**, si pongono le seguenti esigenze di ordine pianificatorio-paesaggistico:

- **inserimento ecologico** nell'ecosistema del Monte di Mezzo, in modo che le aree interessate possano il più possibile costituire, assieme ad esso, un ambiente adatto alla vita di persone, piante ed animali;
- **rispetto delle esigenze estetiche-paesaggistiche del sito storico** di Castelfirmiano, che devono essere adeguatamente tenute in considerazione, compreso naturalmente il Castello stesso;
- **considerazione del futuro utilizzo della zona**, secondo le necessità/convenienze di pubblico e privato interesse ivi esistenti (tenuto conto che gran parte dell'areale è di proprietà del Comune di Bolzano).

**In particolare sono da considerare le seguenti CONDIZIONI DI CONTORNO inderogabili, che hanno inciso sulle scelte progettuali da adottarsi nel prosieguo della progettazione:**

### **a) Impianti e servizi ricreativi / sportivi** (campi da tennis della società ENDAS)

Alcune delle zone pianeggianti derivanti dal rimodellamento della discarica saranno destinate nuovamente alle attività di servizi ricreativi /sportivi tuttora esistenti.

### **b) Parcheggi privati "Dallo Specchio"**

Verranno ripristinati, *per quanto possibile*, i parcheggi privati sull'areale Dallo Specchio, anche se con dimensioni diverse a causa del piano superiore notevolmente ridotto dovuto al necessario addolcimento/allungamento delle scarpate ed il seguente innalzamento di quota del piano a seguito del necessario rimodellamento del vecchio deposito di rifiuti.

### **c) Sommità pianeggiante edificabile**

Verrà recuperato in sommità, *per quanto possibile*, anche l'areale pianeggiante dell'ex-tiro al piattello, benché con piano notevolmente ridotto a causa dell'innalzamento di quota e della riduzione dell'inclinazione delle scarpate a seguito del necessario rimodellamento del corpo della ex-discarica.

Per dare seguito ad una decisione da parte del Comune di Bolzano di prendere in considerazione la realizzazione di una struttura per cacciatori, ecc. ancora non meglio definita, la progettazione di dettaglio relativa a queste aree viene rimandata ad un momento successivo.

### **d) Viabilità temporanea e definitiva**

L'incrocio principale di derivazione dalla SP 18 per Cornaiano sarà da adeguare alle esigenze di cantiere ed a quelle del futuro utilizzo. Dalla strada d'accesso principale della larghezza di 5 m saranno derivate delle strade secondarie ai vari livelli che serviranno:

- a) per l'esecuzione dei lavori di costruzione e di bonifica, nonché per le successive attività di manutenzione delle superfici ricoltivate;
- b) quali accessi di servizio alle aree recuperate e recuperabili ai fini di un utilizzo dedicato;
- c) tali strade secondarie saranno ben integrate nelle infrastrutture dei parcheggi, dei servizi ricreativi, e delle aree utilizzabili rimanenti.

### **e) Rinverdimento/rimboschimento delle scarpate:**

Il rinverdimento/rimboschimento delle superfici a verde della discarica bonificata dovrà essere eseguito nel rispetto delle esigenze precedentemente elencate. Grande importanza va attribuita al recupero, alla coltivazione ed alla piantagione di tipi di piante che attualmente sono cresciute sulla discarica e che dovranno essere asportate e messe in riserva per permettere i lavori di bonifica in accordo con gli enti competenti.

### 3. GIUSTIFICAZIONE DEL RIMODELLAMENTO ADOTTATO:

La nuova morfologia è stata sviluppata su un modello tridimensionale ed è il risultato di una **ottimizzazione interattiva** sotto gli aspetti *–tecnico/geotecnico,– economico, –ambientale –paesaggistico e delle condizioni di contorno.*

Come esposto già nella *Relazione Illustrativa*, sono da rispettare diversi vincoli ed esigenze indelegabili per garantire la fattibilità dell'intervento; in caso contrario non sarebbe possibile mettere in atto l'intervento di messa in sicurezza nel rispetto della legislazione/regolamenti in materia ed a regola dell'arte. Tali vincoli e/o esigenze riguardano:

#### 3.1 **Motivi idrogeologici:**

- garantire un buon deflusso delle acque piovane, in prima linea quelle di corrivazione dal versante, con realizzazione di trincea drenante per tutto lo sviluppo a monte
- creare un buon ammassamento del pacchetto impermeabile al bedrock a monte e sui lati
- realizzare un argine perimetrale di sostegno del nuovo piede del corpo discarica

#### 3.2 **Vincoli tecnici/geotecnici:**

- evitare scarpate troppo ripide ed alte
- non prevedere troppi gradoni intermedi
- garantire buona accessibilità in fase di cantiere e di manutenzione
- evitare punti critici quali cigli e spigoli

#### 3.3 **Motivi economici (contenimento della spesa, ecc.):**

- limitare al massimo le superfici da impermeabilizzare (asportando i rifiuti dalla zona periferica con piccoli spessori)
- limitare il numero dei gradoni e relative complicazioni del pacchetto impermeabile
- evitare superfici troppo movimentate (basso rapporto superficie/volume)
- permettere buona accessibilità e condizioni di lavoro sicure per i mezzi operativi
- preservare la fruibilità del servizio sportivo sulla rispettiva superficie, ai fini della somministrazione di un servizio pubblico

#### 3.4 **Vincoli paesaggistici:**

- limitare l'eccessivo innalzamento della sommità dell'ex tiro al piattello
- evitare forma troncoconica troppo evidente, con vantaggio morfologico e paesaggistico
- imitare/raccordare la forma naturale del promontorio ("schiena d'asino")

#### 3.5 **Vincoli di contorno:**

- tenere la necessaria distanza dal traliccio (in orizzontale e dalla linea AT (in verticale) della TERNA (in corrispondenza dei campi da tennis e relativo parcheggio).

#### 3.6 **Prospetto - sintesi dei dati tecnici principali degli interventi previsti**

"VECCHIA DISCARICA" CASTELFIRMIANO	situazione attuale	spostamento materiale	stato finale previsto
Volume rifiuti netto m <sup>3</sup>	332.000	/	332.000
Volume corpo discarica lordo (compresi gli argini di contenimento) m <sup>3</sup>	332.000	+ 15.000 (argini con materiali inerti)	347.000 (senza copertura)
Spostamento interno di rifiuti m <sup>3</sup>	/	40.000	/
Massima quota assoluta m s.l.m.	296.00	+ 2,0	298,00
Pendenza scarpate	1 :1,25	/	1:1,6 fino a 1:2,3
Impermeabilizzazioni superficiale. m <sup>2</sup> (in proiezione)	/		37.000
Superficie occupata da rifiuti m <sup>2</sup>	37.500		36.500

## 4. DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI PREVISTE NEL PROGETTO

### 4.1 Lavori preliminari e prioritari

#### 4.1.1 *Intercettazione ed allontanamento delle acque bianche dal versante sovrastante*

È accertata l'infiltrazione, nel corpo discarica, di notevoli quantità di **acque bianche provenienti dal versante di monte (EST)**, che attraversano i rifiuti al di sopra del bedrock e dilavano sostanze inquinanti dando origine a veri e propri percolati che in parte emergono lungo le scarpate ed in parte si propagano lungo delle crepe nella roccia porfirica per emergere poi più a valle (p.e. nella zona residenziale di Frangarto).

Benché tali emergenze vengano tutt'oggi in gran parte captate a mezzo di diaframmi ed inviate – o per gravità o per rilancio – verso la vasca di accumulo dietro i magazzini “Oberrauch”, va precisato che il **compito primario** del progetto di bonifica deve essere **l'intercettazione ed il controllato allontanamento di dette acque bianche** già a monte del corpo discarica, evitando così qualsiasi contatto con i rifiuti messi a dimora.

Si prevede quindi di realizzare delle vere e proprie opere di captazione delle acque di versante, sia nel bedrock in corrispondenza dei compluvi, che lungo i displuvi, creando una trincea drenante continua nella roccia in modo da creare una barriera insuperabile lungo tutto il piede del versante a tergo della discarica. Le acque bianche così raccolte verranno scaricate a gravità verso le due estremità della trincea a nord e a sud e condotte poi, entro tubazione, verso la rete principale delle acque bianche ivi esistente.

Saranno da prevedere due allacciamenti al collettore principale esistente proveniente dalla Nuova discarica. Come già noto, questo termina in Adige sotto il vecchio ponte ferroviario e scarica direttamente nell'Adige.

Va menzionato che l'acqua di corrivazione dal versante verrà parzialmente anche utilizzata per alimentare un bacino irriguo appositamente realizzato a tergo della ex-discarica, per cui in fin dei conti solo il troppopieno di quelle acque piovane sarà condotto a valle e scaricato in Adige. Ulteriori delucidazioni seguiranno nello specifico capitolo

#### 4.1.2 *Stabilizzazione delle scarpate*

Le scarpate attuali del corpo rifiuti con pendenze fino a 40° si trovano in stato di sicurezza precario. La stabilità può essere ottenuta tramite riprofilamento e/o rinfilanco. Per il rimodellamento sono stati proposti i seguenti parametri tecnici, tali da garantire la stabilità delle nuove scarpate di rifiuti:

<u>dislivello massimo</u>	<u>inclinazione massima</u>	<u>sviluppo scarpata</u>
15,0 m	30° (1:1,8)	29 m obliqui

#### 4.1.3 *Spostamento dei rifiuti per il rimodellamento del corpo rifiuti*

Nel rimodellamento della discarica si deve operare una distinzione tra movimentazioni interne e trasferimento di rifiuti. Con il termine movimentazioni interne si intende lo spostamento di masse di rifiuti nell'ambito di zone delimitate col braccio del escavatore, mentre con il trasferimento si intende il carico e scarico su camion sempre all'interno della discarica, al fine di ottenere la conformazione finale desiderata.

La quantità totale di rifiuti interessata da questa operazione è di circa 40.000 m<sup>3</sup>. Tale quantità potrà ridursi in proporzione al potenziale di recuperabilità della frazione inerte tramite cernita mirata con mezzo meccanico. Si presume che in tal modo la quantità di rifiuti sopraindicata possa essere ridotta per una percentuale di inerti compresa fra il 10% ed il 30% e possa essere separata. Ciò può essere valutato meglio solo in fase di progetto esecutivo o in fase di esecuzione dei lavori. (Nelle quantità non sono compresi quelle relative al conferimento dall'esterno di materiali inerti per la formazione di argini ecc.).





È da tenere sempre presente che LA COMPENSAZIONE DEI VOLUMI è l'obiettivo principale di questo progetto; essa dovrà essere sviluppata nel corso dell'esecutivo mediante elaborazione elettronica dei dati e rappresentazione/calcolo tridimensionale.

## 4.2 Lavori di messa in sicurezza e di incapsulamento dei rifiuti

### 4.2.1 Captazione ed eduazione dei percolati

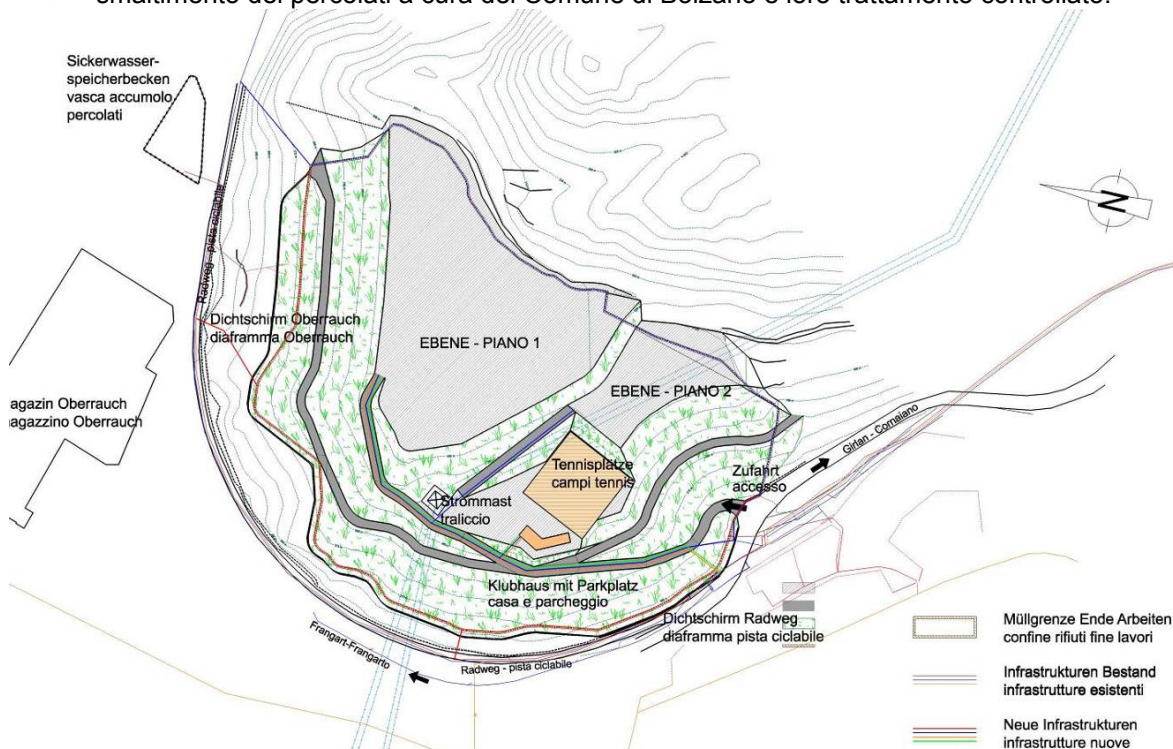
Per migliore comprensione riassumiamo di seguito le principali caratteristiche geologiche dell'area:

- Il sottofondo della discarica è costituito da porfido cristallino, la cui permeabilità, di per sé molto bassa, è tuttavia sostanzialmente condizionata dall'elevata fessurazione delle rocce.
- Il deflusso dei percolati dalla zona della discarica avviene in due modi, e precisamente:
  - deflusso superficiale ed ipodermico (sub-superficiale)
  - infiltrazione negli strati profondi attraverso il sistema di fessurazioni rocciose
- La maggior parte dei percolati defluisce in superficie o immediatamente sotto la superficie rocciosa
- L'inquinamento nel fondovalle si concentra nel "bacino di Frangarto" (nella falda acquifera superficiale), costituendo un pericolo ambientale permanente per la biosfera locale.

E' quindi di importanza fondamentale e prioritaria provvedere alla captazione e ad allo smaltimento dei percolati nella forma più completa possibile!

**Gli specifici interventi previsti sono:**

- miglioramento delle attuali captazioni esistenti di percolati mediante sbarramento del deflusso sub-superficiale attraverso estensione delle opere di captazione,
- intervento straordinario di pulizia/manutenzione dei sistemi di drenaggio e di raccolta dei percolati,
- nuove captazioni e raccolta dei percolati in corrispondenza degli argini perimetrali,
- conduzione dei percolati verso la vasca centrale dietro i magazzini Oberrauch,
- smaltimento dei percolati a cura del Comune di Bolzano e loro trattamento controllato.



Lageplan INFRASTRUKTUREN - Planimetria INFRASTRUTTURE 1. 2:000 16



#### **4.2.2 Attuazione del pacchetto di impermeabilizzazione superficiale (capping)**

Essa consiste in un **incapsulamento** pressoché totale del corpo dei rifiuti ai fini dell'immobilizzazione del contenuto tossico/nocivo nonché nella seguente drastica riduzione degli effetti negativi della discarica sui beni ambientali suolo ed acqua.

**L'impermeabilizzazione superficiale rappresenta il cuore dell'intervento tecnico di risanamento della discarica e per tale motivo deve essere realizzata solo da imprese specializzate ed esperte, sotto un adeguato controllo sia interno che esterno.**

Le superfici in gioco sono sufficientemente ampie da giustificare in ogni caso l'impiego di macchine e tecnologie raffinate. Verranno impiegati solo materiali e procedimenti comprovati da anni di esperienze in condizioni simili.

Sulla base delle specifiche esperienze finora raccolte in casi analoghi si può affermare che l'impermeabilizzazione mista (sistema combinato fra guaine impermeabili in materiale sintetico e masse minerali) rappresenta il miglior sistema di incapsulamento di rifiuti, essendo esso:

- a) di alta efficacia in termini di isolamento
- b) ormai collaudato per durate a lungo termine
- c) sufficientemente ridondante (sicurezza multipla) e
- d) di ottima controllabilità sia in corso dei lavori che a posteriori.

Il pacchetto di impermeabilizzazione superficiale proposto per il Capping definitivo prende spunto da quanto previsto ai sensi del D.Lgs. 36/2003 per la copertura delle discariche, con gli opportuni adeguamenti alla situazione reale, trattandosi **non** di una copertura di nuova discarica, ma **bensì** di un intervento di messa in sicurezza permanente.

Nel particolare la stratigrafia della copertura, costituita dai macrogruppi:

- manto minerale a bassa permeabilità
- strati drenanti inferiore e superiore
- geomembrana a perfetta tenuta e antiradici
- strati finali di ricoltivazione e/o di riutilizzo

viene di seguito meglio descritta.

## A. Manti minerali a bassa permeabilità

Per la posa, *sia in piano che in scarpata*, dei manti minerali a bassa permeabilità si prevede – con riferimento al concetto del “manto minerale equivalente” - uno spessore minimo di 25cm anziché di 50cm adottando però un  $k_f \leq 4 \cdot 10^{-9}$  m/s anziché  $k_f \leq 1 \cdot 10^{-8}$  m/s, ottenendo così una permeabilità equivalente addirittura inferiore.

In particolare oltre ai requisiti di permeabilità richiesti per la barriera minerale, al fine di poter essere stese su superfici inclinate, previste progettualmente con pendenza a 30°, risulta necessario che i terreni o le miscele di materiali di cui si costituirà la barriera impermeabile, abbiano i seguenti requisiti granulometrici, di permeabilità e di resistenza al taglio:

### A1 Requisiti richiesti per miscele di materiale assortito con eterogeneità di dimensioni delle particelle distribuite con continuità

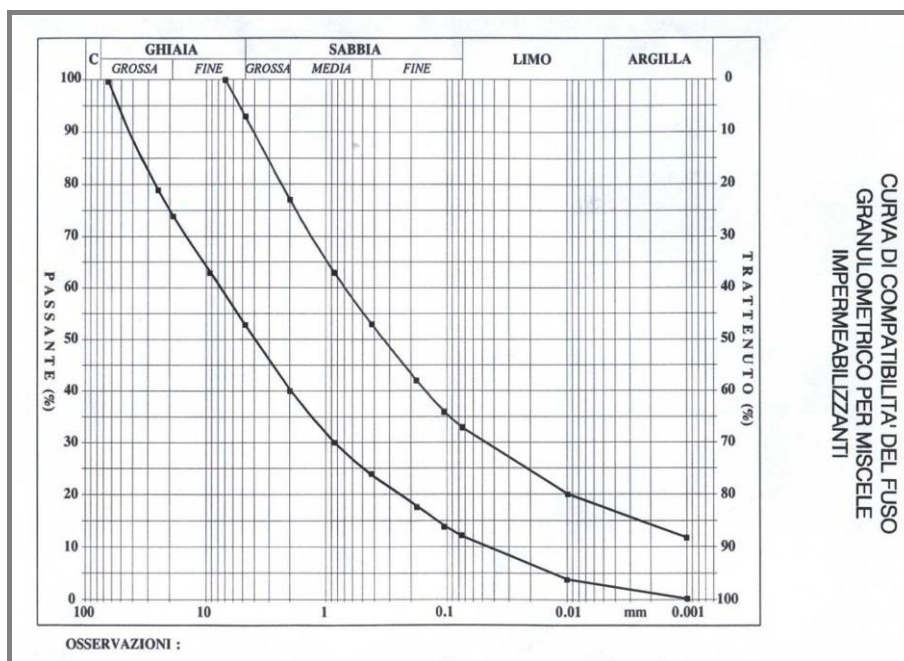
coefficiente di uniformità del fuso granulometrico  
angolo di attrito  
coesione efficace  
permeabilità

$$U = D_{60} / D_{10} \geq 700 - 1000$$

$$\phi' \geq 35,0^\circ$$

$$C' \geq 0 \text{ Kpa}$$

$$k_f \leq 4 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$$



### A2 Requisiti richiesti per manti naturali (argilla) a bassa permeabilità con fuso granulometrico poco gradato

coefficiente di uniformità del fuso granulometrico  
angolo di resistenza al taglio risultante fra attrito e coesione  
permeabilità

$$U = D_{60} / D_{10} \leq 4$$

$$\phi' \geq 35,0^\circ$$

$$k_f \leq 4 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$$

Specifiche prove ed analisi per accettazione e in situ (per posa) dovranno essere eseguite in corso d'opera.

## B. Materiali drenanti

## 1. Strato drenante superiore

Anche lo spessore di tale strato drenante viene ridotto, con attuazione dello stesso concetto di equivalenza, da 50cm a 25cm in quanto dovrà essere utilizzato un materiale di pezzatura 30-70 ad elevatissima permeabilità, da certificare secondo normativa. Va fatto presente che per garantire la stabilità di tale materiale posto in opera su scarpata (30°) dovranno essere utilizzate apposite geocelle di contenimento.

## 2. Dreno gas (strato drenante inferiore)

Premesso che nel sito in oggetto non è stata mai rilevata, anche con apposite campagne di monitoraggio, significativa presenza di gas o vapori, il previsto strato "dreno gas", assolvendo anche una funzione di regolarizzazione delle superfici, può essere contenuto entro uno spessore di 25cm, utilizzando un materiale di pezzatura 0-70, comunque sufficientemente permeabile, che grazie a tale fuso granulometrico garantisce un elevato angolo d'attrito (circa 35°) e permette la posa in opera stabile anche su superfici inclinate fino a 30°.

### C. Strati finali di ricoltivazione e/o di riutilizzo

Il pacchetto di copertura della discarica risanata – al di sopra degli strati di impermeabilizzazione e di drenaggio (protetti da un TNT tessuto non tessuto) – prevede diverse configurazioni in base alla destinazione finale:

a) **strato di coltivazione lungo le scarpate della collina (dal basso verso l'alto)**

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| a.1) strato base in terra grezza                                      | dello spessore di ca. 70 cm |
| a.2) strato vegetale con humus  | dello spessore di ca. 30 cm |
| a.3) rinverdimento e piantagione di cespugli ed arbusti a medio fusto |                             |

La terra grezza per la realizzazione dello strato “base” deve avere un fuso granulometrico compatibile con la posa stabile sulle pendenze di progetto.

b) **Strati di fondazione stradale sulle berme e lungo i gradoni carrabili**

- b.1) strati di riempimento composti da materiali appartenenti alle categorie A2, A3 ed A4 della Norma CNR UNI 10006 dello spessore di max. 30 cm/cad. rullati e compattati. Il costipamento potrà ritenersi accettato quando verranno raggiunti valori non minori del 95% della densità massima Proctor AASHO di laboratorio ed un modulo di deformazione Me/ 15 Mpa;
- b.2) strati di fondazione antigelo per un'altezza totale di circa 30cm, composti da materiale legante stabilizzato, da rocce aventi struttura compatta e prive di porosità evidenti, scevri da impurità e sostanze organiche, con granulometria 0-70 mm, secondo il fuso granulometrico A della Norma CNR UNI 10006; compattazione fino all'ottenimento di valori non minori del 95% della densità massima Proctor AASHO di laboratorio ed un modulo di deformazione Me/ 40 Mpa;
- b.3) strato di chiusura legato con spessore di ca. 10 cm, carrabile, composto da materiale legante stabilizzato, composto da rocce aventi struttura compatta e prive di porosità evidenti, scevro da impurità e sostanze organiche, con granulometria 0-30, secondo il fuso granulometrico B della Norma CNR UNI 10006 (figura B); costipamento a mezzo di rullo, con un minimo di 4 passate, comunque fino al raggiungimento di valori non minori del 95% della densità massima Proctor AASHO di laboratorio ed un modulo di deformazione Me/ 80 Mpa.

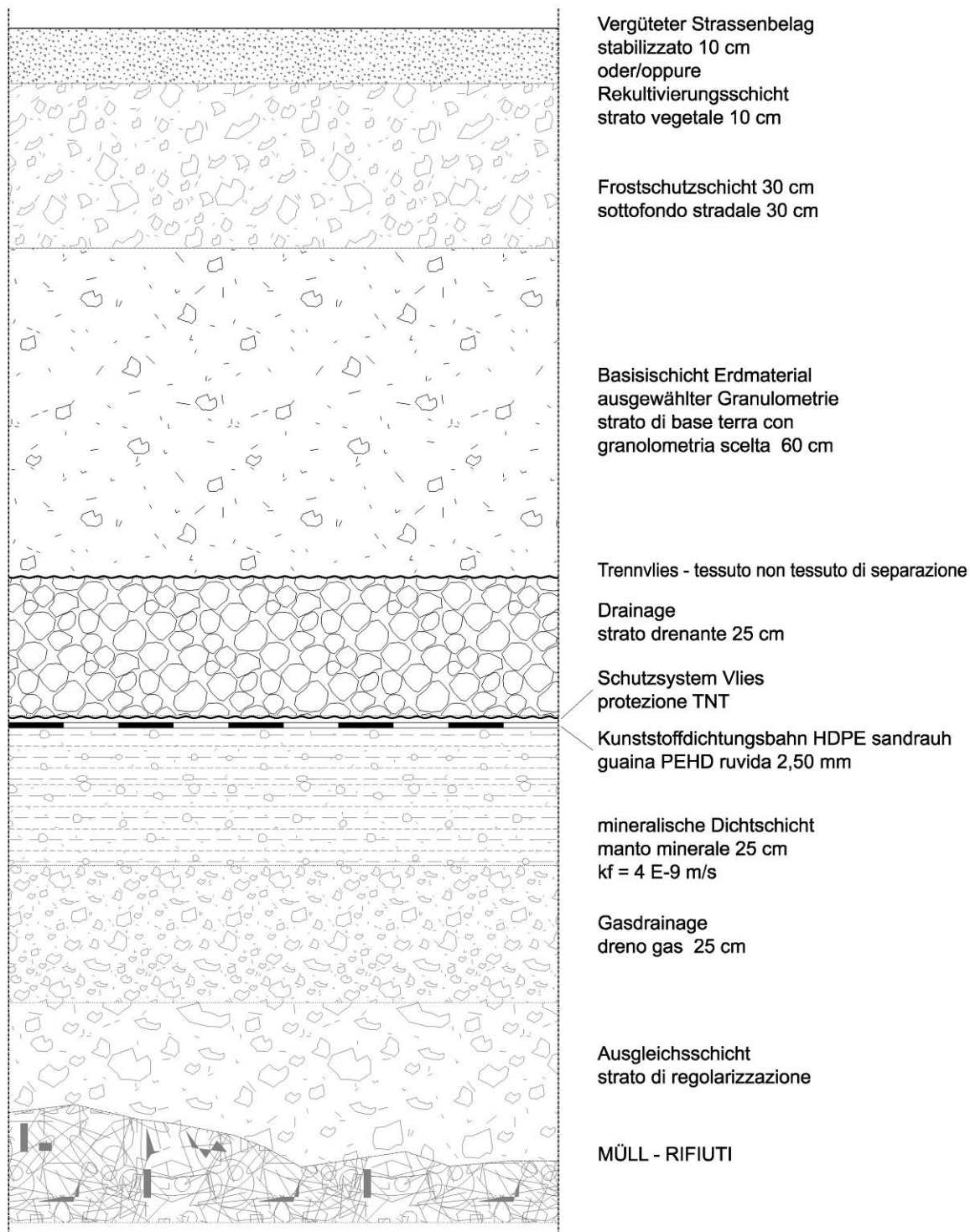
**c) sulle sommità pianeggianti aventi potenziale di futura edificazione**

Per tale configurazione va adottato lo stesso schema del punto b), in particolare per b.1) e b.2), mentre il livello b.3) va sostituito con strato vegetale con humus - rinverdito dello spessore di ca. 10 cm, in attesa di utilizzo.

Le stratigrafie proposte per il capping, sia per le aree pianeggianti in sommità che per le scarpe, sono raffigurate nel dettaglio nei seguenti grafici.

**Abdichtungssystem Ebene**  
**sistema di impermeabilizzazione in piano**  
**1 : 10**

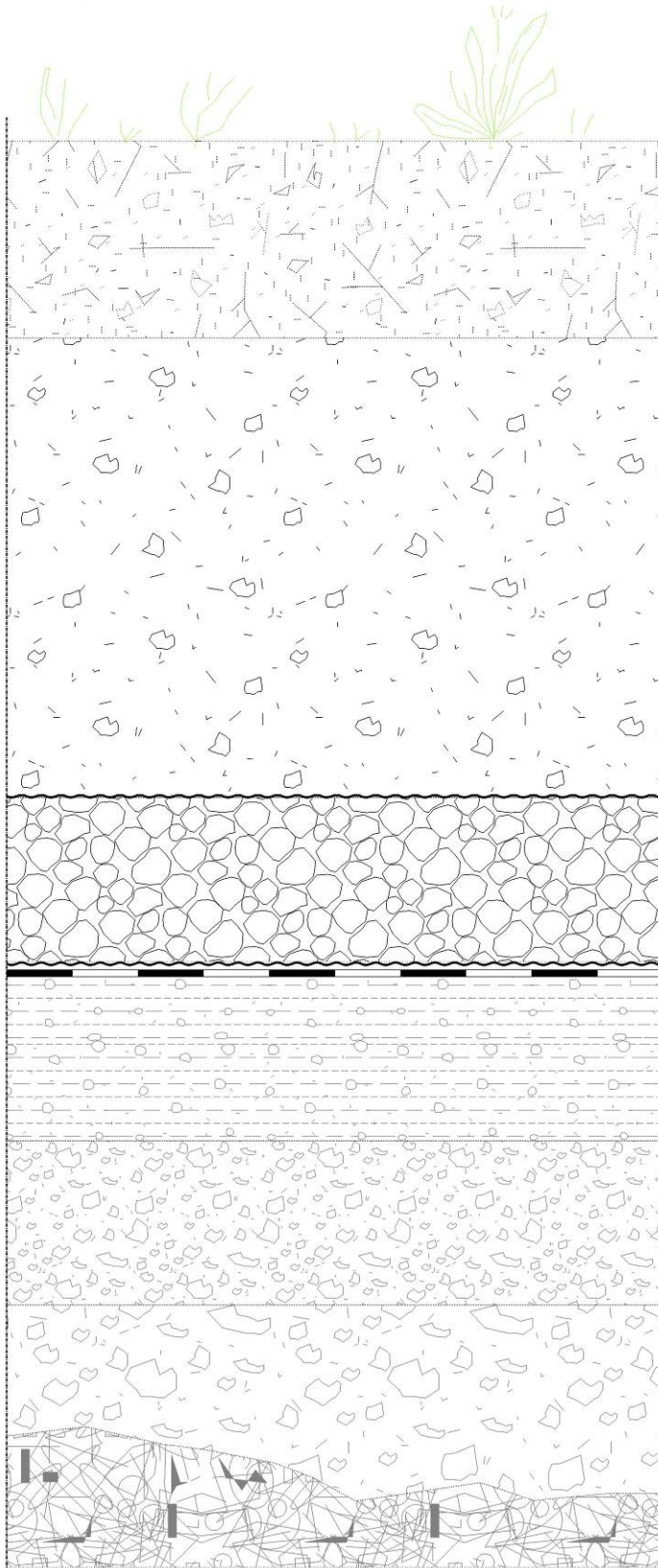
**A**





# **Abdichtungssystem Böschung** **sistema di impermeabilizzazione in scarpata** **1 : 10**

**B**



**Rekultivierungsschicht**  
**strato di ricoltivazione 30 cm**

**Roherde**  
**terra grezza 70 cm**

**Trennvlies - tessuto non tessuto di separazione**

**Drainage**  
**strato drenante 25 cm**

**Schutzsystem Vlies**  
**protezione TNT**

**Kunststoffdichtungsbahn HDPE sandrauh**  
**guaina PEHD ruvida 2,50 mm**

**mineralische Dichtschicht**  
**manto minerale 25 cm**  
 **$k_f = 4 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$**

**Gasdrainage**  
**dreno gas 25 cm**

**Ausgleichsschicht**  
**strato di regolarizzazione**

**MÜLL - RIFIUTI**



## 4.3 Lavori di ripristino in superficie

### 4.3.1 Realizzazione di nuove infrastrutture a servizio delle strutture esistenti

#### a) Rete di regimazione / eduazione delle acque meteoriche

Il sistema di captazione/eduazione delle acque meteoriche deve conseguire i seguenti obiettivi, oltre al già descritto intervento di intercettazione delle acque bianche di corrivazione dal versante roccioso sovrastante la discarica e successivo invio delle stesse in un bacino irriguo di accumulo di cui al seguente comma b).

- regimazione delle precipitazioni dirette sull'area ricoltivata / utilizzata tramite previsione di linee drenanti e canalette di scolo con allacciamento degli scarichi alla rete acque bianche esistente,
- alleggerimento dell'impermeabilizzazione superficiale mediante l'eduazione delle acque piovane penetrate nel terreno grazie allo strato drenante posto al di sotto dello strato di terra e sopra gli strati impermeabili;
- esecuzione di scarico di troppo pieno dal bacino irriguo, di cui al seguente comma b); anche qui le acque piovane eccedenti defluiranno lungo i canali di scolo e attraverso le condotte predisposte in perimetria alla discarica.

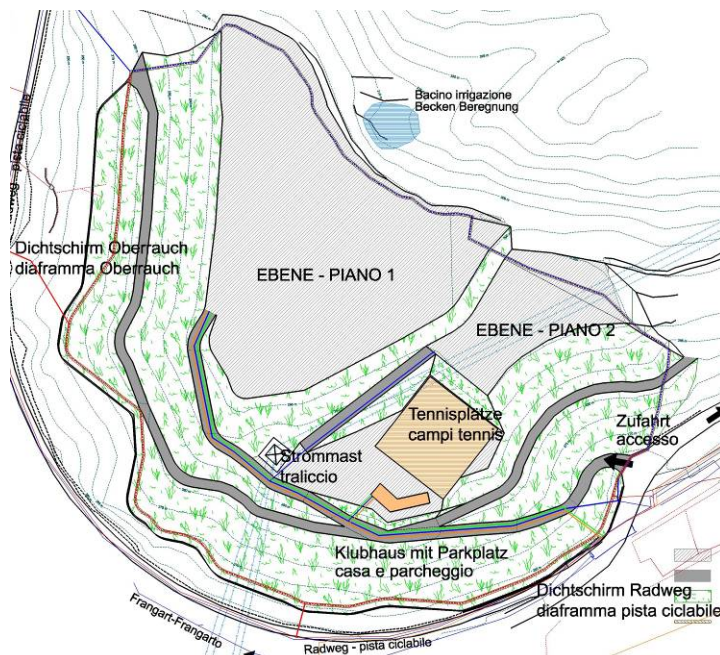
#### b) Rete di irrigazione delle superfici a verde

Si premette che al piede del versante di montagna sul lato est, è previsto di realizzare, nell'ambito degli interventi di regimazione delle acque superficiali, un bacino di accumulo in terra della capacità di ca. 1.000 m<sup>3</sup>.

La riserva di acqua per irrigazione è costituita da una vasca di accumulo (della volumetria di ca. 1000 m<sup>3</sup>) delle acque piovane di versante che vengono captate a monte della discarica. Per casi di siccità prolungata si prevede la possibilità di rabboccamento della vasca dalla rete dell'acquedotto.

La rete di irrigazione viene realizzata con impianto a pioggia di media altezza (per superare le siepi ed i cespugli). Per le zone prevalentemente alberate è prevista un'irrigazione a goccia.

Gli impianti vanno adeguati nel dettaglio al piano di rinverdimento/rimboschimento e di utilizzo finale previsto.

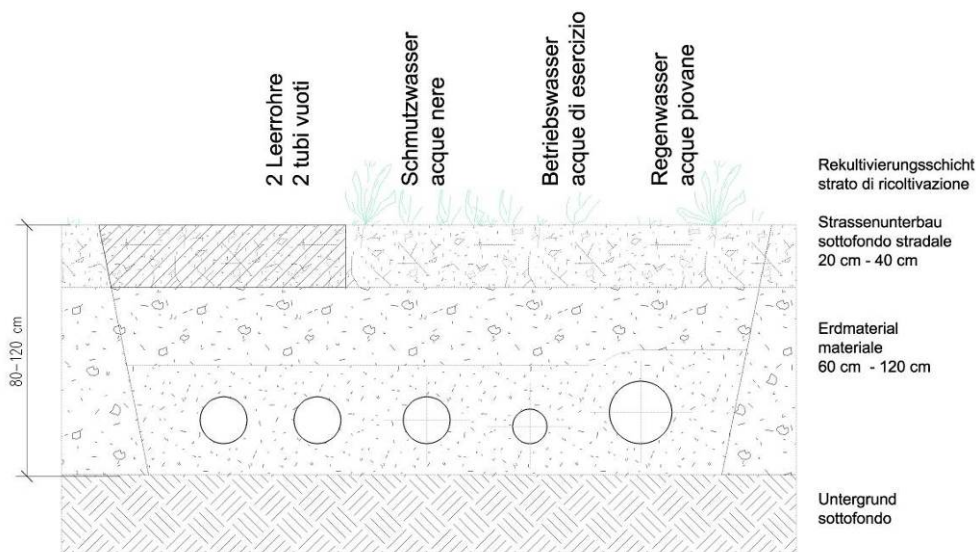


**c) Linee di approvvigionamento/smaltimento di tipo civile (acqua potabile, energia elettrica, telefonia, acque nere, ecc.)**

Tutto il fascio dei sottoservizi di approvvigionamento e smaltimento, costituito dalle condotte per acqua potabile, energia elettrica, telefonia, acque nere, ecc., sarà ricostruito – a partire dagli attuali allacciamenti fino al nuovo punto di destinazione - sia a servizio delle strutture esistenti (campo da tennis ed affini), che per eventuali future strutture che dovessero sorgere, a seguito dell'intervento di messa in sicurezza, sul ripiano della collina a scelta della Giunta Comunale, come p.e. struttura per cacciatori, ecc..

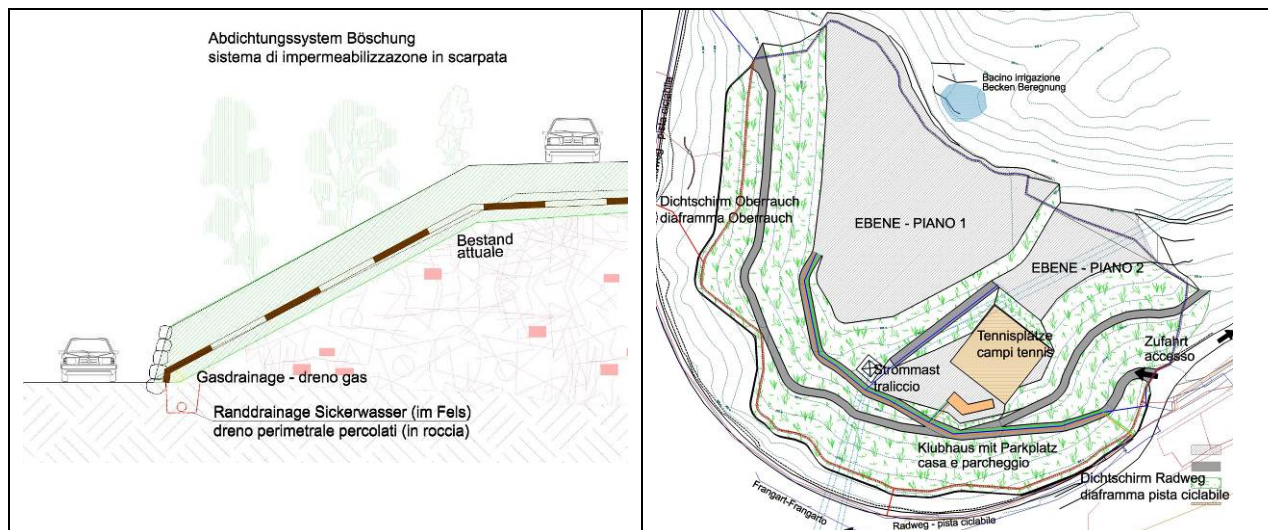
Il fascio delle tubazioni dei sottoservizi sarà eseguito secondo la seguente tipologia:

**Rohrgraben Infrastrukturen - posa condotte infrastrutture**



**d) Rete di raccolta percolati residui**

Nonostante che con la bonifica ultimata tutto il corpo discarica risulterà ricoperto ermeticamente verso l'alto, esso continuerà a rilasciare l'umidità accumulata in passato nei vecchi rifiuti, motivo per cui per alcuni anni continuerà il fenomeno delle emergenze nei punti già noti e lungo il perimetro definito dalle nuove arginature. Contestualmente alla costruzione delle stesse si prevede quindi di creare, sul bedrock affiorante a seguito degli scavi, una linea drenante ricavata nella roccia lungo il nuovo perimetro con rispettive calate verso il collettore che corre lungo la pista ciclabile; inoltre saranno riattivate le prese esistenti in corrispondenza dei diaframmi a suo tempo eseguiti. In tal modo le emissioni liquide defluenti sulla base della discarica e negli strati ipogei potranno essere tutte raccolte e smaltite a regola d'arte.

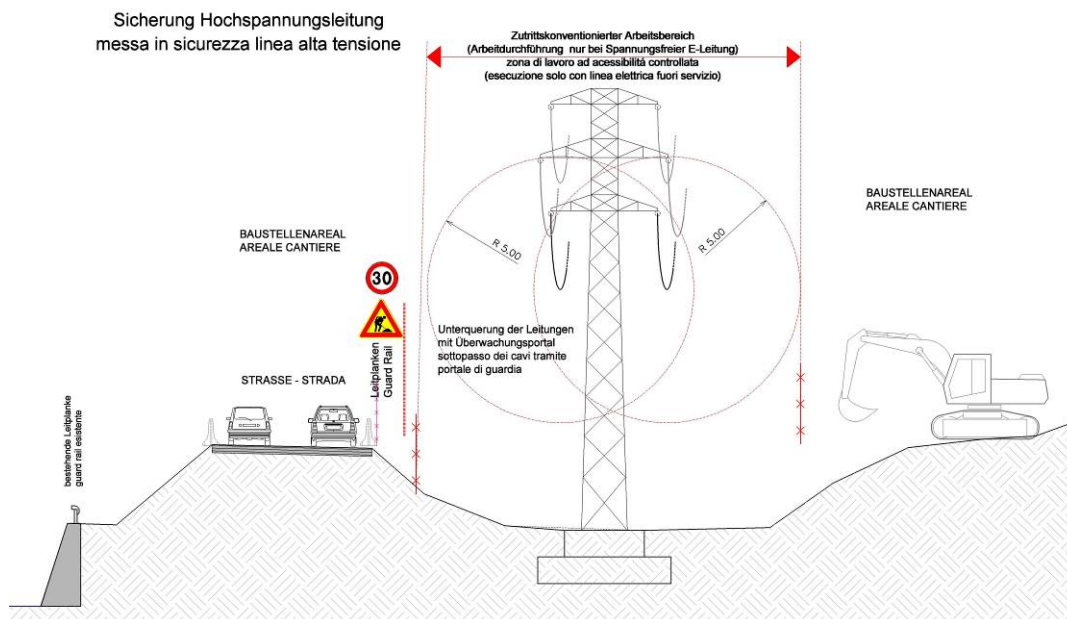




#### 4.3.2 Ripristino area attorno al traliccio AT della TERNA

Vicino all'edificio adibito alle attività sportive del campo da tennis si trova un **traliccio AT** di alta tensione della TERNA, attorno al quale sarà necessario spianare il vecchio deposito di rifiuti per poter, di seguito, applicare anche in quella zona il pacchetto del capping previsto.

Verificato che il franco minimo esistente delle corde aeree della linea AT dal terreno non verrà diminuito, non si prevede alcuna implicazione negativa sul presente progetto. È ovvio però che durante l'esecuzione dei lavori, movimentando i materiali con le macchine operatrici, saranno da osservare le distanze minime dalla linea. Il piano di sicurezza dovrà tenerne debito conto.



#### 4.3.3 Rifacimento dei campi da tennis

Gli attuali campi da tennis sono stati costruiti al di sopra della geomembrana posata negli anni 1989-1990, senza particolari accorgimenti relativi alla sua protezione ed allo scarico delle acque. Per garantire, a norma di legge, anche a questa porzione di discarica la stessa qualità e affidabilità della messa in sicurezza come attuata per il resto della superficie, si prevede l'estensione del nuovo pacchetto di copertura anche alla superficie attualmente utilizzata per attività sportive.

Si rende necessario quindi lo smantellamento della pavimentazione dei campi da tennis e delle strutture attigue, spingendosi fino alla superficie dei rifiuti, per poter poi applicare anche qui il pacchetto di impermeabilizzazione superficiale già sopra descritto.

Al di sopra di tale pacchetto dovrà essere rifatta ex novo la stratigrafia tipica dei campi da tennis e strutture attigue, per ripristinare la funzionalità dell'impianto sportivo.

A riguardo dell'edificio stesso, esso si trova in ottime condizioni di conservazione, pur non essendo costruito su fondo impermeabilizzato. Dato che la copertura dell'edificio costituisce di per sé l'impermeabilizzazione della superficie in proiezione, non si prevede nessun tipo di "intervento distruttivo" sotterraneo. Per motivo di igiene del fabbricato si prevede di eseguire delle iniezioni sigillanti nel sottofondo attraverso la platea di fondazione, in modo da evitare qualsiasi emissione verso i locali frequentati.

Ci si limita quindi a mettere in sicurezza tutte le aree attorno all'edificio, curando in ogni caso la buona aderenza del pacchetto del capping alle pareti esterne dell'immobile.

La pavimentazione finale dei campi da tennis sarà eseguita secondo le indicazioni delle autorità comunali competenti.

## **5. RISCHI DI LAVORO DA ASPETTARSI -- CENNI SULLA SICUREZZA**

Al fine di valutare le condizioni di contorno ai fini della sicurezza, in vista dei lavori di rimodellamento e copertura della discarica, si esaminano i seguenti aspetti:

### **5.1 Rimodellamento del corpo discarica ed emissioni da aspettarsi**

#### ***5.1.1 Opere di captazione/eduzione acque piovane***

##### **Rischi**

###### **a) rischi diretti di cantiere**

- rischi durante i lavori di disboscamento
- rischi generali dalla sovrapposizione di diverse lavorazioni

###### **b) rischi indiretti di cantiere**

- pericoli da macchine operatrici di uso comune
- insufficiente stabilità dei piani di lavoro
- caduta massi dal versante sovrastante in caso di piogge intense o neve

###### **c) rischi dall'esterno o verso l'esterno**

- accesso di persone estranee
- esistenza della pista ciclabile
- rotolamento di materiali verso la pista ciclabile

##### **Precauzioni**

- impiego dei dispositivi generali e personali di sicurezza prescritti da CSP e POS specifici
- recinzione a regola d'arte del cantiere
- protezione anti rotolamento di materiali dall'alto
- chiusura temporanea di accessi secondari interessati dai lavori

#### ***5.1.2 Lavori di spostamento di vecchi rifiuti***

Si premette che la reattività della "vecchia discarica" può definirsi esaurita già da anni; il fatto è stato accertato in modo inequivocabile in occasione degli indagini di caratterizzazione eseguite. I rischi di lavoro si limitano quindi alle "normali" precauzioni di carattere "difensivo" come di seguito esposto:

##### **Rischi**

###### **a) rischi diretti di cantiere**

- contatto con vecchi rifiuti e/o con percolati
- inalazione di polveri da rifiuti

###### **b) rischi indiretti di cantiere**

- pericoli da macchine operatrici di uso comune
- insufficiente stabilità dei piani di lavoro
- pericolo di slittamento in caso di piogge intense o neve
- linea elettrica AT della TERNA

c) rischi dall'esterno o verso l'esterno

- accesso di persone estranee
- esistenza della pista ciclabile
- rotolamento di materiali verso la pista ciclabile

**Precauzioni**

- impiego di macchine operatrici con cabine ad aria controllata
- impiego dei dispositivi personali di sicurezza prescritti da CSP e POS specifici
- verifica geotecnica periodica delle caratteristiche dei terreni
- recinzione a regola d'arte del cantiere
- protezione anti rotolamento di materiali lungo la scarpata verso il basso
- chiusura temporanea della pista ciclabile
- tenere distanza di sicurezza dalla linea AT della TERNA

**5.1.3 Costruzione degli argini perimetrali e dei dreni del percolato**

**Rischi**

a) rischi diretti di cantiere

- contatto con vecchi rifiuti
- contatto con percolati
- inalazione di polveri da rifiuti

b) rischi indiretti di cantiere

- rischi generali dalla sovrapposizione di diverse lavorazioni
- pericoli da macchine operatrici di uso comune
- insufficiente stabilità dei piani di lavoro
- pericolo di slittamento in caso di piogge intense o neve

c) rischi dall'esterno o verso l'esterno

- accesso di persone estranee
- esistenza della pista ciclabile
- rotolamento di materiali verso la pista ciclabile

**Precauzioni**

- impiego di macchine operatrici con cabine ad aria controllata
- impiego dei dispositivi personali di sicurezza prescritti da CSP e POS specifici
- verifica geotecnica periodica delle caratteristiche dei terreni
- recinzione a regola d'arte del cantiere
- protezione anti rotolamento di materiali lungo la scarpata verso il basso
- chiusura temporanea della pista ciclabile



## **5.2 Lavori di impermeabilizzazione superficiale (capping definitivo)**

### a) rischi diretti di cantiere

- contatto con vecchi rifiuti
- inalazione di polveri da rifiuti
- inalazione di vapori di saldatura delle geomembrane

### b) rischi indiretti di cantiere

- rischi generali dalla sovrapposizione di diverse lavorazioni
- pericoli da macchine operatrici di uso comune
- insufficiente stabilità dei piani di lavoro
- pericolo di slittamento in caso di piogge intense o neve
- linea elettrica AT della TERNA

### c) rischi dall'esterno o verso l'esterno

- accesso di persone estranee
- esistenza della pista ciclabile
- rotolamento di materiali verso la pista ciclabile

### **Precauzioni**

- impiego dei dispositivi personali di sicurezza prescritti da CSP e POS specifici
- verifica geotecnica periodica delle caratteristiche dei terreni
- recinzione a regola d'arte del cantiere
- protezione anti rotolamento di materiali lungo la scarpata verso il basso
- chiusura temporanea della pista ciclabile
- tenere distanza di sicurezza dalla linea AT della TERNA

## **5.3 Lavori di ripristino ai fini paesaggistici e sportivi**

### **Rischi**

#### a) rischi diretti di cantiere

- rischi generali dalla sovrapposizione di diverse lavorazioni
- pericolo di slittamento in caso di piogge intense o neve

#### b) rischi indiretti di cantiere

- pericoli da macchine operatrici di uso comune
- insufficiente stabilità dei piani di lavoro

#### c) rischi dall'esterno o verso l'esterno

- accesso di persone estranee
- esistenza della pista ciclabile
- rotolamento di materiali verso la pista ciclabile

### **Precauzioni**

- impiego dei dispositivi personali di sicurezza prescritti da CSP e POS specifici
- recinzione a regola d'arte del cantiere
- chiusura temporanea di accessi interessati dai lavori

## 6. CONTROLLO DELLA QUALITÀ DELL'OPERA

### 6.1 Programma di controllo qualità

In fase di progettazione esecutiva sarà da elaborare **un dettagliato programma di controllo qualità (PCQ)**, sulla base del quale verranno verificate in tre fasi le caratteristiche dei materiali e la loro lavorazione e/o messa in opera.

**Le tre fasi si distinguono in:**

- 1) fase di verifica preventiva dei materiali in base alle schede tecniche
- 2) fase di verifica su appositi campi prova eseguiti in scala reale
- 3) fase di verifica periodica in cantiere sui lavori in fase di esecuzione

### 6.2 Elementi di controllo della qualità di esecuzione

Il programma di controllo di qualità dovrà comprendere in sintesi come minimo i seguenti contenuti:

- riporti di rifiuti:
  - verifica parametri geotecnici
  - controllo grado di compattazione per garantire la stabilità dei rilevati e delle scarpate
- costruzione di argini:
  - qualità degli inerti,
  - parametri geotecnici,
  - grado di compattazione
- dreni del percolato:
  - qualità e granulometria della ghiaia drenante
  - qualità dei tubi drenanti
  - verifica pendenze
- strato di compensazione:
  - parametri geotecnici del materiale
  - grado di compattazione per garantire la stabilità
  - verifica profilo di progetto
- manto minerale:
  - composizione granulometrica
  - angolo d'attrito interno
  - coefficiente di permeabilità
  - verifica messa in opera
- geomembrana:
  - qualità del materiale
  - angolo d'attrito di contatto
  - verifica delle saldature
  - verifica di tenuta
- strato drenante:
  - qualità e granulometria della ghiaia drenante
  - spessori messi in opera
  - qualità dei tessuti non tessuti di protezione e di separazione
- strato di terra:
  - qualità del materiale: granulometria, angolo d'attrito
  - verifica messa in opera: spessori e profilatura
  - verifica inerbimento e piantagione

## 7. CRONOLOGIA DELLE SINGOLE FASI DI INTERVENTO

La messa in sicurezza della Vecchia Discarica di Castelfirmiano potrà essere attuata in più fasi consecutive, definite/definibili per ordine di priorità e di budget di finanziamento disponibile del Comune di Bolzano.

### **7.1 FASE I: Interventi urgenti di riduzione e captazione dei percolati**

Gli interventi urgenti riguardano le seguenti zone e comprendono i seguenti lavori:

#### **A) Sul versante a nordest della discarica: intercettazione e controllato allontanamento delle acque bianche dal versante a tergo della discarica**

- a) realizzazione di n. 4 opere di presa delle acque di corruzione ipogea relativamente alle "vallette" (compluvi) costituite dalla morfologia del bedrock,
- b) intercettazione delle acque superficiali defluenti lungo il versante in forma diffusa tramite esecuzione di trincea drenante scavata in roccia, lunga ca. 200 m,
- c) scarico delle acque verso le due estremità della trincea a nord e a sud, con collegamento alla rete acque bianche esistente,
- d) esecuzione di un bypass per lo scarico controllato verso il sottostante bacino irriguo impermeabilizzato, di cui al seguente comma,
- e) realizzazione di un bacino irriguo in terra, opportunamente impermeabilizzato, delle dimensioni di 350 m<sup>2</sup> e della volumetria di 1.000 m<sup>3</sup>, quale riserva idrica a servizio della rete di irrigazione delle zone ricoltivate in superficie.

#### **B) Sotto la scarpata nord della discarica: bonifica della zona interessata da notevoli emergenze di percolati**

- a) sbancamento dei rifiuti sparsi e terre impregnate dai percolati in quella zona su una superficie di ca. 2.000 – 3.000 m<sup>2</sup>, fino a ritrovare l'originale bedrock, e
- b) gestione delle acque bianche e percolati nelle fasi di cantiere con scarichi provvisori e coperture temporanee per settori
- c) trasporto/trasferimento del materiale a cumulo, stimato con 4.000 m<sup>3</sup>, verso la zona sovrastante con seguente sistemazione secondo i profili di progetto,
- d) bonifica e pulizia della zona di sbancamento da tutti i residui non puliti,
- e) creazione di un argine di contenimento del corpo discarica in posizione arretrata rispetto all'originale limite dei rifiuti,
- f) esecuzione di una canaletta drenante di raccolta dei percolati residui e conduzione delle stesse verso il collettore fognario esistente,
- g) riprofilamento del nuovo piede della discarica a partire dall'argine di contenimento, previa impermeabilizzazione del fondo,
- h) rimodellamento di tutta la scarpata a monte del nuovo argine di contenimento secondo i profili di progetto,
- i) copertura definitiva della superficie così ottenuta seguendo le operazioni del capping precedentemente descritto, per un'estensione di ca. 7.000 m<sup>2</sup>.

## **7.2 FASE II: Interventi di bonifica delle zone di utilizzo sportivo (campi da tennis)**

Gli interventi di messa in sicurezza in queste zone comprendono i seguenti lavori di bonifica:

### **A) superfici esterne**

- a) rimozione della pavimentazione dei campi da tennis e dintorni e della relativa sottopavimentazione fino ad arrivare allo strato di base posato all'epoca della costruzione dei campi,
- b) gestione delle acque bianche e percolati nelle fasi di cantiere con scarichi provvisori e coperture temporanee per settori
- c) messa in opera del pacchetto di impermeabilizzazione (a partire dallo strato di regolarizzazione) composto del manto minerale e della guaina geosintetica, nonché dello strato drenante avvolto sotto e sopra in un geotessuto di adeguato spessore,
- d) rifacimento della sottopavimentazione e pavimentazione ai fini sportivi dei campi da tennis,
- e) nuovo allacciamento ai sottoservizi (acqua e gas, acque bianche/nere, corrente elettrica e telefono),
- f) ripristino delle strutture annesse, quali delimitazioni, recinzioni ecc.:
- g) ripristino della viabilità, quali strada d'accesso e parcheggio, con tutti gli oneri connessi.

### **B) superfici interne**

- a) ispezione FID e eventuale perforazione dei pavimenti all'interno degli edifici e della platea di fondazione con maglia di ca. 3.0 x 3.0 m, con seguente
- b) iniezione di massa gelificante nei tratti di sottofondo fino ad ottenere, al di sotto dell'edificio, uno strato sigillante verso il basso,
- c) ripristino dei pavimenti interni a seguito dell'intervento descritto.

## **7.3 FASE III: Interventi di messa in sicurezza integrale (incapsulamento totale)**

Gli interventi di messa in sicurezza integrale (incapsulamento totale) riguardano le seguenti zone e comprendono i seguenti lavori:

### **A) Scarpare nord, sud ed ovest: addolcimento pendenze, arretramento bordo rifiuti, bonifica sottofondo vergine, messa in opera del capping e rinaturalizzazione della superficie**

- a) costruzione delle strade di servizio camionabili per poter accedere alle zone di intervento,
- b) sbancamento dei rifiuti sparsi sulle zone basse delle scarpate fino al ritrovamento dell'originale bedrock e pulizia dello stesso da tutti i residui estranei,
- a) gestione delle acque bianche e percolati nelle fasi di cantiere con scarichi provvisori e coperture temporanee per settori (presidi mobili),
- c) riprofilamento delle scarpate troppo ripide per ottenere le pendenze di progetto, sbancando parte dei rifiuti,
- d) trasporto dei rifiuti sbancati verso la sommità della collina ed abbancamento degli stessi per la nuova dimora definitiva,
- e) creazione - lungo il limite inferiore delle scarpate dei rifiuti - di un argine di contenimento del corpo discarica, in posizione arretrata rispetto all'originale limite dei rifiuti,
- f) esecuzione, a monte dell'argine e a valle del nuovo bordo rifiuti, di una canaletta drenante di raccolta dei percolati residui e conduzione degli stessi verso il collettore esistente,
- g) riprofilamento del nuovo piede della discarica a partire dall'argine di contenimento, previa impermeabilizzazione del fondo vergine messo a nudo a partire, appunto, dalla canaletta drenante descritta,
- h) rimodellamento di tutto il versante a monte del nuovo argine di contenimento seguendo le operazioni descritte nel progetto,
- i) esecuzione di tutti i sottoservizi di approvvigionamento (acqua potabile, corrente elettrica, telefono, ecc) e di smaltimento (acque bianche e nere),
- j) completamento della viabilità definitiva lungo le scarpate per la futura manutenzione,
- k) riporto dello strato di terra e vegetale con seguente rinverdimento della superficie risultante.

**B) Zona pianeggiante in sommità: abbancamento rifiuti scavati dalle scarpate, creazione dei profili di progetto, esecuzione raccordo verso monte, attuazione capping definitivo, esecuzione di rilevato stradale e lavori connessi**

- a) scavo e rimozione dello strato di terra naturale pulita, previa idonea cernita, ed accumulo a lato per il posteriore riutilizzo,
- b) abbancamento dei rifiuti scavati dalle scarpate (di cui al precedente capitolo) ed abbancamento degli stessi in strati sottili in modo da ottenere la necessaria compattazione secondo le indicazioni geotecniche,
- c) gestione delle acque bianche e percolati nelle fasi di cantiere con scarichi provvisori e coperture temporanee per settori (presidi mobili),
- d) rimodellamento di tutto il nuovo rilevato secondo i profili di progetto,
- e) copertura definitiva della superficie con il pacchetto di capping previsto, compresi il manto minerale, la guaina sintetica (geomembrana) ed il tratto drenante avvolto in TNT;
- f) posa delle infrastrutture e dei sottoservizi previsti, ovvero delle condutture di approvvigionamento e di smaltimento,
- g) messa in opera degli strati di completamento e dei sottofondi stradali, come da progetto,
- h) ripristino della viabilità definitiva per l'accesso al futuro all'areale,
- i) realizzazione di edificio per cacciatori.

**C) Parcheggi privati areale Dallo Specchio: rimodellamento della zona con addolcimento delle scarpate, riporti di rifiuti scavati e seguente completamento con capping e manto stradale**

- a) scarifica dell'attuale pavimentazione del parcheggio formato da macadam e sistemazione a lato del materiale pulito,
- b) sbancamento dei rifiuti sulla scarpata sudest per addolcirne la pendenza secondo profili di progetto,
- c) gestione delle acque bianche e percolati nelle fasi di cantiere con scarichi provvisori e coperture temporanee per settori (presidi mobili),
- d) trasporto dei rifiuti scavati ed abbancamento degli stessi in corrispondenza della zona parcheggi,
- e) arretramento del bordo dei rifiuti fino al limite ragionevole previsto in progetto, con bonifica della zona di sbancamento totale,
- f) creazione di un argine di contenimento del corpo discarica in posizione arretrata rispetto all'originale limite dei rifiuti,
- g) esecuzione di una canaletta drenante di raccolta dei percolati residui e conduzione degli stessi verso il collettore esistente,
- h) riprofilamento del nuovo piede della discarica a partire dall'argine di contenimento, previa impermeabilizzazione del fondo vergine messo a nudo a partire, appunto, dalla canaletta drenante descritta,
- i) rimodellamento di tutto il versante a monte del nuovo argine di contenimento,
- j) copertura definitiva della superficie con il pacchetto di capping previsto, seguendo le operazioni descritte ai precedenti capitoli,
- k) messa in opera degli strati di completamento e dei sottofondi stradali come da progetto,
- l) ripristino della viabilità di accesso e del manto stradale per i parcheggi.



## 8. QUADRO DI SPESA

Descrizione	Unità	Quantità	Prezzo	Betrag – Importo
<b>Lavori</b>				
impianto cantiere	pau-ac	1	70.000,00 €	70.000,00 €
lavori di demolizione	pau-ac	1	50.000,00 €	50.000,00 €
disboscamento / rimozione strato erboso	m²	30.000	1,50 €	45.000,00 €
taglio alberi grossi	Stk-no	300	35,00 €	10.500,00 €
<b>LAVORI DI TERRA MODELLAMENTO</b>				
modellamento scavo terre e rifiuti	m³	40.000	6,50 €	260.000,00 €
materiali per riporti	m³	12.000	6,00 €	72.000,00 €
riporti	m³	52.000	4,00 €	208.000,00 €
canale di scarico acque di infiltrazione	m	200	350,00 €	70.000,00 €
dreno laterale in roccia	m	820	80,00 €	65.600,00 €
terre rinforzate	m²	500	100,00 €	50.000,00 €
muri ciclopici	m³	300	80,00 €	24.000,00 €
<b>IMPERMEABILIZZAZIONE</b>				
		39.000		
dreno gas	m²	39.000	4,00 €	156.000,00 €
manto minerale	m²	39.000	21,00 €	819.000,00 €
guaina PEHD	m²	39.000	11,00 €	429.000,00 €
controllo geoelettrico	m²	39.000	1,30 €	50.700,00 €
protezione TNT	m²	39.000	5,50 €	214.500,00 €
drenaggi	m²	39.000	4,00 €	156.000,00 €
<b>RINVERDIMENTO SCARPATE</b>				
terra grezza scarpata	m²	25.000	4,00 €	100.000,00 €
strato di ricoltivazione con rinverdimento	m²	25.000	7,00 €	175.000,00 €
<b>CONSOLIDAMENTO STRADE</b>				
materiale (granulometria scelta) in piano	m²	14.000	3,00 €	42.000,00 €
sottofondo stradale	m²	14.000	3,50 €	49.000,00 €
strato finale strada	m²	14.000	10,00 €	140.000,00 €
<b>SOVRAPREZZO IMPERMEAB. SCARPATE</b>				
		25.000		
sovrapprezzo manto min. scarpata	m²	25.000	1,50 €	37.500,00 €
sovrapprezzo guaina in scarpata	m²	25.000	1,00 €	25.000,00 €
sovrapprezzo geocelle dreno scarpata	m²	25.000	11,00 €	275.000,00 €
controllo qualità impermeabilizzazione	pau-ac	1	40.000,00 €	40.000,00 €
<b>INFRASTRUTTURE</b>				
sistema raccolta percolati	m	1.600	70,00 €	112.000,00 €
sistema raccolta acque meteoriche	m	2.000	50,00 €	100.000,00 €
recinzione perimetrale con cancelli	m	700	50,00 €	35.000,00 €
ripristino ed integrazione diaframma	pau-ac	1	30.000,00 €	30.000,00 €
impermeabilizzazione fondazioni circolo tennis	pau-ac	1	15.000,00 €	15.000,00 €
ripristino campo da tennis	pau-ac	1	50.000,00 €	50.000,00 €
impianto di irrigazione	m²	25.000	1,50 €	37.500,00 €
bacino irriguo	pau-ac	1	20.000,00 €	20.000,00 €
lavori in economia	pau-ac	1	180.000,00 €	180.000,00 €
lavorazioni varie: strade, opere connesse, muri, ecc.	pau-ac	1	200.000,00 €	200.000,00 €
<b>SICUREZZA</b>				
oneri per la sicurezza	pau-ac	1	150.000,00 €	150.000,00 €
<b>Somma per lavori</b>				<b>4.563.300,00 €</b>

## A disposizione dell'amministrazione

imprevisti	5,00%	228.165,00 €
messa in sicurezza traliccio		40.000,00 €
indagini		100.000,00 €
spese tecniche		330.000,00 €
IVA sui lavori e imprevisti	10,00%	479.146,50 €
IVA su spese tecniche e indagini	22,00%	94.600,00 €
<b>Somma a disposizione dell'amministrazione</b>		<b>1.271.911,50 €</b>

## Riepilogo

Lavori	4.563.300,00 €
A disposizione dell'amministrazione	1.271.911,50 €
<b>Totale</b>	<b>5.835.211,50 €</b>

NB: La stima lavori si basa su prezzi di mercato ottenuti per **lavori assimilabili**, maggiorati in media del 15%.

I lavori assimilabili riguardano essenzialmente i seguenti progetti:

- Copertura e sistemazione finale della "nuova Discarica di Castelfirmiano" (completata nell'anno 2011)
- Costruzione dell'invaso di ampliamento della "Discarica Bolzano1" – Ischia Frizzi / Vadena (ultimata nell'anno 2014),
- Copertura e sistemazione della "Discarica di Malagnino" dell' AEM di Cremona (lavori attualmente ancora in corso).

Bolzano, Maggio 2015

## ALLEGATI

- Fascicolo di raccolta degli elaborati grafici
- Disegno d'insieme: planimetria e particolari + cronologia degli interventi

# **Deponie "Sigmundskron"**

## **"ALTE DEPONIE"**

### **Definitive Sanierungs- und Absicherungsmaßnahmen**

#### **VOR- UND EINREICHPROJEKT**

*im Sinne des B.L.A. 1072/05*

#### **TECHNISCHER BERICHT - BESCHREIBUNG**

## INHALT

1.	GEGENSTAND UND ZUSAMMENFASSUNG DES PROJEKTES	4
1.1	Vorwort	4
1.2	Standort und Morphologie der "Alten Deponie in Sigmundskron"	4
1.2.1	Gefährdungspotential der Altlast – SCHUTZZIELE und umweltmäßige Rckführung	6
2.	PROGRAMM UND INHALT DER ALTLASTSANIERUNG (SICHERSTELLUNG)	7
2.1	Technisch/umwelttechnische Maßnahmen	7
2.2	Wiedergewinnung der nutzbaren Flächen und landschaftlichen Eingliederung	8
3.	BEGRÜNDUNG DES VERWENDETEN SANIERUNGSMODELLS	9
3.1	Hydrogeologische Vorgaben	9
3.2	Technisch/geotechnische Erfordernisse	9
3.3	Wirtschaftliche Vorgaben (Kostenbegrenzung)	9
3.4	Landwirtschaftliche Vorgaben	9
3.5	Randbedingungen	9
3.6	Zusammenfassungstabelle der wichtigsten Daten des Sanierungseingriffes	9
4.	BESCHREIBUNG DER VORGESEHENEN ARBEITSSCHRITTE	10
4.1	Vorrangig durchzuführende Arbeiten	10
4.1.1	Abfangen und Ableiten der Oberflächenwässer vom Berghang	10
4.1.2	Böschungsstabilisierung	10
4.1.3	Abfallverschiebung zwecks Neumodellierung des Müllkörpers	10
4.1.4	Volumenskompensation zwischen Müllabtrag und Aufschüttungen mit Inertmaterialien	11
4.2	Altlastabsicherung und Abfalleinkapselung	12
4.2.1	Erfassung und Ableitung der Sickerwässer	12
4.2.2	Ausführung des Oberflächenabdichtungspaketes (Capping)	13
4.3	Instandsetzungsarbeiten	18
4.3.1	Errichten neuer Infrastrukturen zur Versorgung bestehender Anlagen	18
4.3.2	Geländewiederherstellung im Bereich des HS-Gittermastens der TERNA	20
4.3.3	Erneuerung der Tennisplätze	20
5.	ZU ERWARTENDE ARBEITSRISIKEN – HINWEISE ZUR SICHERHEIT	21
5.1	Neumodellierung des Müllkörpers und zu erwartende Emissionen	21
5.1.1	Fassungs- und Ableitbauwerke für Regenwasser	21
5.1.2	Umlagerung von Altabfällen	21
5.1.3	Errichten der Randdämme und der SiWa-Dränagen	22
5.2	Oberflächenabdichtung (definitives "Capping")	23



5.3	Abschlussarbeiten für landschaftliche und sportliche Zwecke	23
6.	QUALITÄTSKONTROLLE DER BAUWERKE	24
6.1	Qualitätssicherungsprogramm	24
6.2	Kontrollelemente der Ausführungsqualität	24
7.	CHRONOLOGIE DER AUSFÜHRUNGSPHASEN	25
7.1	PHASE 1: Dringlichkeitsmaßnahmen zur Verminderung und Erfassung der Sickerwässer	25
7.2	PHASE 2: Altlastsicherung im Bereich der Sportflächen (Tennisplätze)	26
7.3	PHASE 3: Maßnahmen zur ganzheitlichen Altlastsicherung (vollständige Einkapselung)	26
8.	KOSTENSCHÄTZUNG	28
9.	ANLAGEN	29

## 1. GEGENSTAND UND ZUSAMMENFASSUNG DES PROJEKTES

### 1.1 Vorwort

Gegenstand des vorliegenden Definitiven Projektes ist die

**umwelttechnische Sanierung der "ALTEN DEPONIE" VON SIGMUNDSKRON**

**mittels**

**ABSICHERUNGS DES VERUNREINIGTEN STANDORTES**

*Die Tätigkeiten für das Vorprojekt sind direkt von der Technikergemeinschaft Geologie und Umweltschutz & Büroweiss durchgeführt worden, während das definitive Projekt von der Gemeinde Bozen, in der Person des **Dr. Geol. Mauro PLATTER** erarbeitet wurde, mit der umweltgeologischen Beratung von **Dr. Geol. Lorenzo Cadrobbi** (Studio Geologie und Umweltschutz - Bozen) und der ingenieurtechnischen Assistenz von **Ing. Martin Weiss** (Studio Büroweiss / Bozen).*

*Um die Ausarbeitungs- und Genehmigungszeiten zu optimieren, wurde beschlossen, die Vorprojekt- und Definitivprojektphasen zusammenzulegen, wie es von den Landesvorgaben vorgesehen ist.*

*NB: Für alle weiteren Ausführungen dieses **Technischen Berichtes** wird auf das Basisdokument verwiesen, bezeichnet als "ERLÄUTERUNGSBERICHT ZUM DEFINITIVEN KONZEPTMODELL", welches alle vorhergegangenen Untersuchungen zusammenfasst und ebenso deren Ergebnisse und Schlussfolgerungen, worauf das gesamte Projekt gegründet ist.*

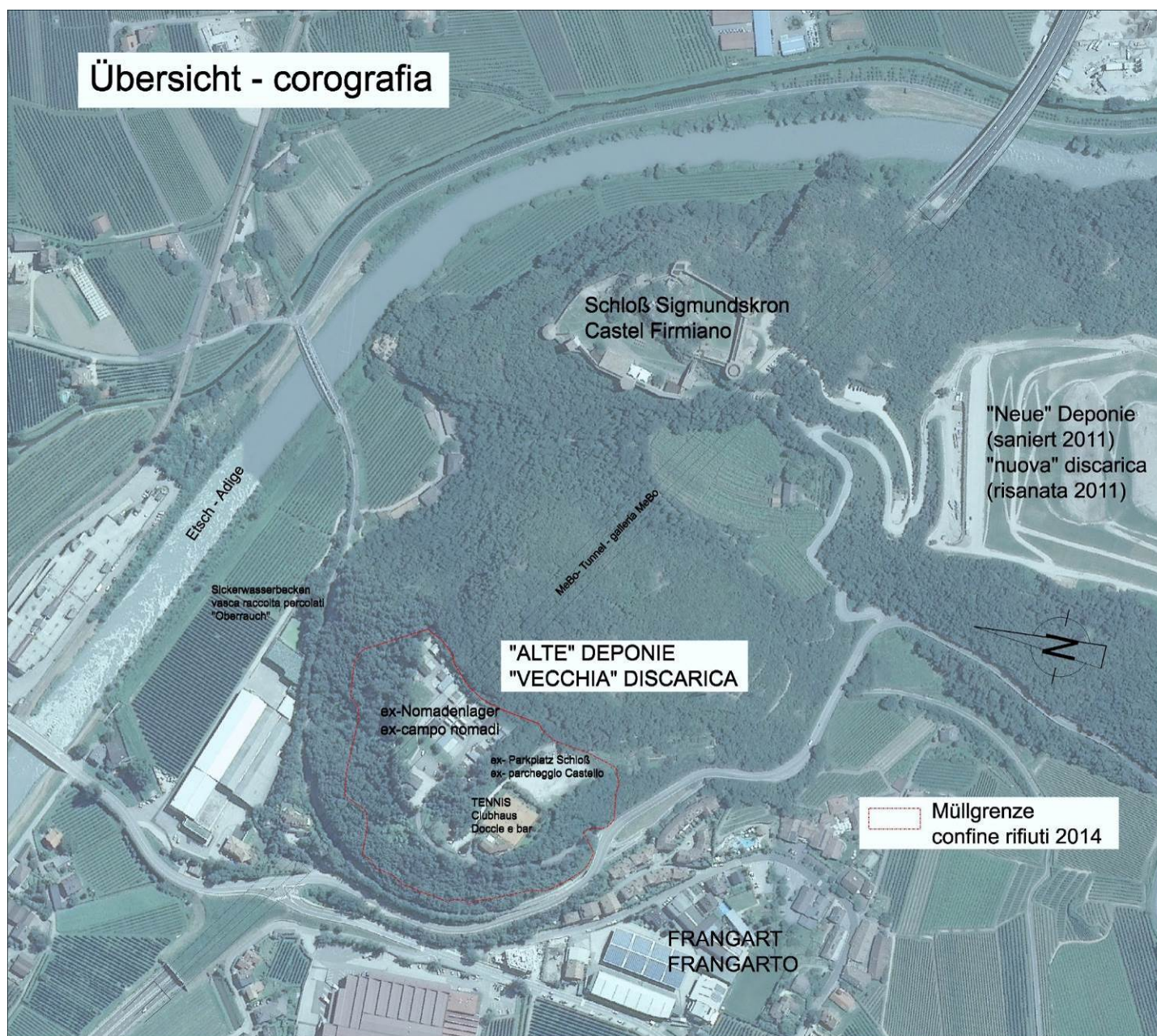
### 1.2 Standort und Morphologie der "Alten Deponie in Sigmundskron"

Der verunreinigte Standort, bezeichnet als "Alte Deponie" von Sigmundskron, befindet sich im Gebiet der Gemeinde Bozen, welche auch – **für ihren Anteil** – den Betrieb und die Anlieferkontrolle während der 50-er und 60-er Jahre des vergangenen Jahrhunderts durchgeführt hat. Während ca. 15 Jahren Deponiebetrieb sind ca. **330.000 m<sup>3</sup> gemischte Abfälle** abgelagert worden, und zwar aus industriellen, handwerklichen, sowie aus Aushub- und Abrisstätigkeiten herstammend.

Das Deponieareal beginnt ca. 300 m westlich Des Schlosses Sigmundskron und ist oberhalb der Fraktion Frangart auf dem sogenannten „Kaiserberg“ gelegen. Es wird östlich vom Bergrücken und südlich und westlich vom Radweg begrenzt, gegen Süden hingegen von der Landesstrasse nach Giran. In Längsrichtung, d.h. von Norden nach Süden, erstreckt sich die Deponie über eine Länge von ca. 270m und in Ost-Westrichtung über ca. 180m. Die maximale Höhe erreicht 20m Abfallstärke, die höchste Erhebung erreicht ca. 296m.ü.d.M. Die bestehenden Böschungen weisen Neigungen bis zu 1: 1,25 (40°) auf. Die höchsten Böschungsneigungen befinden sich auf der Nord- und Westseite der Deponie und sind zum Teil instabil.

Die Deponie-Nettoboberfläche in Projektion beträgt ca. 42.000 m<sup>2</sup>, wovon der größte Anteil (35.700 m<sup>2</sup>) sich im Besitz der Gemeinde Bozen befindet, während ca. 6.000 m<sup>2</sup> Privatbesitz des Hr. Italo Dallo Specchio sind.

**Figura 1: Mappa generale 1 : 5 000**





### 1.2.1 Gefährdungspotential der Altlast – SCHUTZZIELE und umweltmäßige Rckführung

Im Zuge der Charakterisierung der gegenständlichen Altlast wurde die gegenwärtige Umweltsituation mittels spezifischer und eingehender Untersuchungen detailliert erhoben, deren Ergebnisse und Schlussfolgerungen in der Projektanlage BEGRÜNDUNGSBERICHT eingehend beschrieben sind.

**Hauptziel des Projektes muss es somit sein, der derzeitigen Risikosituation für Mensch und Umwelt in der unmittelbaren Umgebung von Schloss Sigmundskron und darüber hinaus wirksam entgegenzuwirken, indem die Ursachen beseitigt und die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen kontrolliert wird.**

Durch die vielfältigen Stoffe und Stoffgemische, die im Laufe der Jahrzehnte auf dem Kaiserberg abgelagert wurden, kam es zu negativen Umweltauswirkungen durch Schadstoffaustrag. Schadstoffe gelangen hauptsächlich über zwei Wege aus dem unmittelbaren Deponiebereich, nämlich über:

- ⇒ **Austragung über das Sickerwasser**
- ⇒ **Wetterverfrachtungen durch Regen und Wind**
- ⇒ **Abrutschen instabiler Böschungen**
- ⇒ **es wurde jedoch keine messbare Deponiegasemission festgestellt.**

Über die genannten Medien kam es zur Kontamination der folgenden Schutzgüter:

- \* *Boden,*
- \* *Grundwasser,*
- \* *Oberflächengewässer,*
- \* *Mensch.*

Negative Beeinflussungen treten aber auch in anderen Bereichen auf:

- \* *Landschaftsbild*
- \* *Fauna und Flora*
- \* *Lokalökonomie, lokales Entwicklungspotential*
- \* *psychologische Belastung der Bevölkerung*

Obwohl im Laufe der letzten Jahrzehnte verschiedene begrenzte Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen gesetzt worden waren, konnte erst nach endgültiger Freigabe des Areals im Jahre 2013 konnte die Planung der ALTLASTSANIERUNG gemäß gesetzlichen Vorgaben in Angriff genommen werden.

-----  
**Das „Maßnahmenpaket“ der Altlastsanierung muss im Wesentlichen beinhalten:**

- *die Fassung und Ableitung des Hangwassers vom Bergrücken (**Regenwasser**)*
- *die Stabilisierung der Aufschüttungen durch vernünftige Neumodellierung des Geländes*
- *die Erfassung und Entsorgung der flüssigen Emissionen,*
- *die vollständige und dauerhafte Einkapselung der Abfälle (d.h. Oberflächenabdichtung),*
- *die kontrollierte Ableitung der Regenwässer und Zuflüsse von außen*
- *das periodische Monitoring der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen.*

**In diesem Zusammenhang ist folgenden Aspekten größte Aufmerksamkeit zu widmen:**

- *der landschaftlichen Einbindung unter Beachtung des Landschaftsschutzplanes,*
- *der Wiedergewinnung des Areals für bestehende und zukünftige Nutzungen, sowie*
- *dem verkehrstechnischen Anschluss an das Strassen-, Fahrrad- und Wegenetz.*



## 2. PROGRAMM UND INHALT DER ALTLASTSANIERUNG (SICHERSTELLUNG)

Aus den, vom interdisziplinären Team durchgeführten grundlegenden umweltgeologischen Erhebungen können folgende wesentlichen Erkenntnisse abgeleitet werden, auf deren **Basis sich Inhalte und Lösungen** im Zuge der weiteren Planungen erarbeiten lassen, welche in nachfolgend angeführter **chronologischer Reihenfolge zusammengefasst werden**:

Im vorliegenden Fall weist das projektbezogene Konzeptmodell im Wesentlichen drei eng miteinander verbundene Aspekte auf:

- der **geologische Untergrund** (geologisches und geomorphologisches Modell)
- Eigenheiten und Herkunft der **Verunreinigungsquellen**
- **Träger und Art der Ausbreitung** der Verunreinigung (hydrogeologisches Modell).

Je nach vorliegendem Umstand hat die Änderung der Wichtigkeit der drei Aspekte eine Änderung des projektbezogenen Konzeptmodells zur Folge.

**Für den gegebenen Fall zeigt sich, wie die korrekte Interpretation des detaillierten hydrogeologischen Modells, abhängig von der Art der Felsformation, sowie von der Morphologie und dem lokalen Kluftsystem ein grundlegendes Element der Planung der Sanierungsmaßnahme wird.**

In der Tat, wie aus den durchgeführten Untersuchungen und Erhebungen hervorgeht, erlaubt nur eine korrekte und definitive Erfassung und Bewirtschaftung der oberflächlich und oberflächennahe abfließenden Regenwässer die Beseitigung der Hauptursache für die Verbreitung der Verunreinigung von der Altlast nach außen.

### 2.1 **Technisch/umwelttechnische Maßnahmen**

Die Altlastabsicherung muss in geotechnisch/technisch/umwelttechnischer Hinsicht folgende Maßnahmen beinhalten:

- **geeignete Lösung zur Unterbindung der Wasserzuflüsse**  
vom Bergrücken (Ostseite), mit Hilfe eines doppelten Eingriffs, d.h.:
  - geeignetes bergseitiges Fassungsbauwerk (Auffanggraben), um den oberflächlichen, vom Berg hang kommenden Wasserabfluss (**Regenwasser**) zu unterbinden, welcher sich an der Ostseite des Deponieplateaus ereignet,
  - tiefe Fassungsbauwerke, um den Wasserfluss in den beiden tiefer liegenden Kluftsystemen des Felsmassivs zu unterbinden.
- **Neumodellierung der Geometrie und Form des Altlasthügels**,  
durch interne Müllumschichtung und nachfolgender Abgrenzung des Randstreifens, mit folgenden Zielen:
  - Umfassung der Altlast zum Zwecke der nachfolgenden Absicherung,
  - Stabilisierung der Böschungen mit Verminderung des Neigungswinkels,
  - Gewährleistung der Zugänglichkeit in Bau-, Wartungs- und Nachnutzungsphase,
  - Gewährleistung der Machbarkeit der vorgesehenen notwendigen technischen Eingriffe,
  - der umweltmäßig/landschaftlichen Rückgewinnung u. Ermöglichen der sportlichen Nutzung, usw.
- **Einkapselung des Abfallkörpers mit einem mehrschichtigen undurchlässigen Oberflächenabdichtungspaket**,  
mittels Realisierung eines dichten "Cappings" über das gesamte Abfalllager oberhalb des Radweges hinweg, d.h. längs aller Böschungen und oberen ebenen Flächen.

In Anbetracht der geringen Undurchlässigkeit des Deponieuntergrundes stellt die vorgesehene Oberflächenabdichtung die wichtigste Barriere dar, um die Abfälle zu immobilisieren oder einzukapseln, zum Zwecke der Minimierung der flüssigen und Staubemissionen.

Die Abdichtung besteht aus einem Mehrschichtsystem, wie es vor einigen Jahren bereits bei der Abdeckung der "Neuen Deponie" ausgiebig erprobt worden war.

- **Errichten eines Sammel- und Abholssystemes für die Oberflächenwässer**,  
sowie für eventuelle Rest-Sickerwässer längs des äußeren Deponiefußes.

Der Sickerwasserabfluß erfolgt nämlich hauptsächlich längs der Oberfläche des Felsmassivs, d.h. an der Kontaktfläche zwischen anstehendem Felsen und Abfallager oder Felsen und natürlicher Erdschicht. Demzufolge kann der größte Teil des unterirdischen Sickerwasserabflusses am äußeren Deponiefuß oder im oberen Kluftbereich des Felsens mittels geeigneter Fassungsbauwerke eingefangen werden.

- **Vorbereitungsarbeiten für nachfolgende Renaturisierung und Rückgewinnung der Oberfläche**, nach entsprechender Sanierung u. Wiederherstellung der sportlichen u. anderen Einrichtungen.

## **2.2 Wiedergewinnung der nutzbaren Flächen und landschaftlichen Eingliederung**

Nach Beendigung der Baumaßnahmen zur Minimierung des Risikopotentiales ergeben sich folgende gesamtplanerischen-landschaftlichen Erfordernisse:

- **ökologische Eingliederung in das Ökosystem des Mittelberges**, damit die Eingriffsflächen, gemeinsam mit dem Berg, einen günstigen Lebensraum für Mensch, Tier und Pflanzen ergeben;
- **Beachtung der ästhetisch-landschaftlichen Erfordernisse des historischen Umfeldes** von Sigmundskron, welche in angemessener Weise zu berücksichtigen sind, einschließlich natürlich des Schlosses selbst.
- **Beachtung der zukünftigen Nutzung des Areals**, gemäß den öffentlichen Notwendigkeiten, oder diesbezüglichen Interessen (da ja der Großteil der Flächen im Besitz der Gemeinde Bozen ist).

**Im Besonderen ist auf folgende RANDBEDINGUNGEN unbedingt hinzuweisen, welche die in der weiteren Planung zu verfolgenden Projektlösungen wesentlich beeinflussen:**

### **a) Erholungs- und Sportanlagen** (Tennisplätze der ENDAS)

Einige ebenen Flächen, die sich aus der Neumodellierung der Deponie ergeben, werden wiederum Erholungs- und Sportzwecken zugeführt, wie sie zur Zeit bestehen.

### **b) Privatparkplätze "Dallo Specchio"**

Es werden auch, soweit als möglich, die Privatparkplätze des Areals "Dallo Specchio" wiederhergestellt, wenn auch in anderen Dimensionen, wegen der beträchtlichen Reduzierung der oberen Ebene auf Grund der notwendigen Anhebung der Kote und der daraus folgenden Neigungsreduzierung/Verlängerung der Böschungen, die sich aus der notwendigen Neumodellierung der Altlast ergeben.

### **c) Bebaubares Deponieplateau**

Es wird soweit als möglich auch das Deponieplateau des ex-Tontaubenschiesstandes zurückgewonnen, wenn auch mit erheblich geringerer ebener Fläche, auf Grund der Reduzierung der Böschungsneigungen und der daraus folgenden Erhöhung des Plateauniveaus infolge der notwendigen Neumodellierung der Altlast.

In Befolgung einer Entscheidung der Gemeinde Bozen, eine Struktur für die Jäger in Betracht zu ziehen, die noch näher zu definieren ist; wird die Detailplanung dieser Flächen auf einen späteren Zeitpunkt verschoben.

### **d) Zeitweilige und definitive Verkehrswege**

Die Hauptabzweigung von der LS 18 nach Girlan muss den Erfordernissen der Baustelle und der Nachnutzung angepasst werden. Ausgehend von der 5 m breiten Hauptzufahrt werden auf verschiedenen Nebenstraßen zu folgenden Zwecken abgezweigt:

- a) für die Arbeitsdurchführung für Bau- und Sanierungseingriffe, sowie für die nachfolgenden Instandhaltungsmaßnahmen;
- b) für Dienstzufahrten zu den wiedergewonnenen bestimmten Flächen;
- c) alle diese Nebenstraßen werden gut in die Infrastrukturen, d.h. Parkplätze, Erholungsbereiche und restliche Nutzflächen, integriert.

### **e) Begrünung/Bepflanzung der Böschungen**

Die Begrünung/Bepflanzung der Grünflächen der sanierten Deponie muss entsprechend dem vorher aufgezählten Erfordernissen erfolgen. Große Bedeutung wird dabei der Wiederverwendung, der Züchtung und Pflanzung von Pflanzenmaterial beigemessen, welches rechtzeitig entfernt, bzw. eingelagert werden soll, um den Sanierungseingriff gemäß amtlicher Vorschriften zu ermöglichen.

### 3. BEGRÜNDUNG DES VERWENDETEN SANIERUNGSMODELLS

Die neue Morphologie des Deponiehügels wurde mittels dreidimensionalem Modell entwickelt und ist das Ergebnis einer interaktiven Optimierung unter folgenden Gesichtspunkten: – technisch-geotechnisch, – ökonomisch, – umweltmäßig und – landschaftlich.

Wie bereits im Erläuterungsbericht dargelegt, sind verschiedene unabdingbare Vinkulierungen und Vorgaben einzuhalten, um die Machbarkeit der Maßnahme zu gewährleisten; im gegenteiligen Falle wäre es nicht möglich, den Sanierungseingriff unter Beachtung der gesetzlichen Vorgaben und nach den Regeln der guten Technik umzusetzen. Diese Vorgaben betreffen:

#### 3.1 Hydrogeologische Vorgaben

- Garantieren eines guten Abflusses der Regenwässer, vor allem aus dem oberen Hangbereich,
- Erstellen einer guten Einbindung des Abdichtungspaketes in den anstehenden Felsen bergseits und seitlich der Deponie,
- Errichten eines stabilen Raddammes am Fuße des Deponiekörpers.

#### 3.2 Technisch/geotechnische Erfordernisse

- Vermeiden von zu steilen und zu langen Böschungen,
- Reduzierung der Zwischenbermen (ansonsten Volumensverlust),
- gute Zugänglichkeit in Bau- und Nachsorgephase,
- Vermeiden von kritischen Punkten, wie Ecken und Kanten.

#### 3.3 Wirtschaftliche Vorgaben (Kostenbegrenzung)

- Reduzierung der abzudichtenden Oberflächen (Rückschöpfen von Abfällen geringer Mächtigkeit aus den Außenbereichen),
- Begrenzung der Anzahl der Bermen und somit Vermeiden von Komplikationen am Abdichtungs-system,
- Vermeiden von zu "bewegten" Oberflächen (geringes Oberflächen-/Volumenverhältnis),
- Gewährleisten einer guten Zufahrtsmöglichkeit und Arbeitsfläche für die Baumaschinen,
- Ermöglichung der sportlichen Nutzung auf der betroffenen Oberfläche mit dem Zweck der Verfü-gungstellung eines öffentlichen Dienstes.

#### 3.4 Landwirtschaftliche Vorgaben

- Begrenzen der übermäßigen Erhöhung des oberen Plateaus des ex-Tontaubenschiessplatzes
- Vermeiden einer zu deutlichen Kegelstumpfform
- Nachbilden/Angleichen der Form an jene des dahinterliegenden Berges

#### 3.5 Randbedingungen

- vom Hochspannungsmasten der TERNÄ genügend (vertikalen) Abstand halten, im Bereich der Tennisplätze und den davorliegenden Parkplätzen.

#### 3.6 Zusammenfassungstabelle der wichtigsten Daten des Sanierungseingriffes

"ALTE DEPONIE" SIGMUNDSKRON	gegenwärtige Situation	Materialumlagerung	vorgesehener Endzustand
Nutzvolumen Abfälle m <sup>3</sup>	332.000	/	332.000
Bruttovolumen Müllkörper (einschl. Raddämme) m <sup>3</sup>	332.000	+ 15.000 (Dämme aus Inert- materialien)	347.000 (ohne Abdeckung)
Müllumlagerung m <sup>3</sup>	/	40.000	/
höchste absolute Erhebung m.ü.d.M.	296.00	+ 2,0	298,00
Böschungsneigung	1 : 1,25	/	1:1,6 fino a 1:2,3
Oberflächenabdichtung m <sup>2</sup> (in Projektion)	/		37.000
von Abfällen bedeckte Oberfläche m <sup>2</sup>	37.500		36.500

## 4. BESCHREIBUNG DER VORGESEHENEN ARBEITSSCHRITTE

### 4.1 Vorrangig durchzuführende Arbeiten

#### 4.1.1 **Abfangen und Ableiten der Oberflächenwässer vom Berghang**

Man geht von der Tatsache aus, dass erhebliche **Regenwassermengen aus dem oberen Hang-bereich** den Abfallkörper auf dem anstehenden Felsen durchströmen und Schadstoffe auslaugen, was zur Bildung von regelrechtem Sickerwasser führt, welches zum Teil entlang der Böschungen zu Tage tritt, und z.T. entlang der Klüfte des Porphyrfelsens abfließt, um weiter talwärts auszutreten (z.B. im Bereich der WBZ Frangart).

Obwohl diese Austritte größtenteils mittels Dichtschirm und Fassungen erfasst und – im Gefälle oder über Pumpstationen – zum Auffangbecken hinter dem "Oberrauchmagazin" geleitet werden, **muss festgehalten werden**, dass es die **Hauptaufgabe** des Sanierungsprojektes sein muss, die **Unterbindung und kontrollierte Ableitung dieser Weißwässer** bereits oberhalb des Deponiekörpers zu gewährleisten, wodurch jeder nachfolgende Kontakt mit Abfall vermieden wird.

Aus diesem Grunde werden zur Erfassung des Hangwassers regelrechte Fassungsbauwerke vorgesehen und zwar sowohl im anstehenden Felsen im Bereich der Kompluvien und auch längs der Displuvien, indem ein durchgehender Auffanggraben errichtet wird, sodass eine unüberwindliche Barriere längs des Hangfußes hinter dem Müllhügel entsteht. Die so erfassten Sickerwässer werden dann im Gefälle seitlich nach Norden und Süden abgeleitet und sodann mittels Rohrzuleitung zum Hauptsammelkanal geführt, welcher in die Etsch mündet.

Es wird festgehalten, dass das Hangwasser teilweise auch zur Speisung eines eigens errichteten Beregnungsbeckens verwendet wird, welches hangseitig hinter der Deponie errichtet wird, sodass de facto nur der Regenwasserüberlauf nach unten in die Etsch geleitet wird. Weitere Erläuterungen dazu folgen im entsprechenden Kapitel.

#### 4.1.2 **Böschungsstabilisierung**

Die bestehenden Abfall-Böschungen mit Neigungen bis zu 40° befinden sich in labilem Zustand. Die Stabilität kann hergestellt werden mittels Neuprofilierung u/o Flankenschutz. Zur Neumodellierung werden folgende technischen Parameter vorgeschlagen, um die Stabilität der neuen Böschungen zu gewährleisten:

<u>höchster Höhenunterschied</u>	<u>höchste Neigung</u>	<u>Böschungsabwicklung</u>
15,0 m	30° (1:1,8)	29 m schräg

#### 4.1.3 **Abfallverschiebung zwecks Neumodellierung des Müllkörpers**

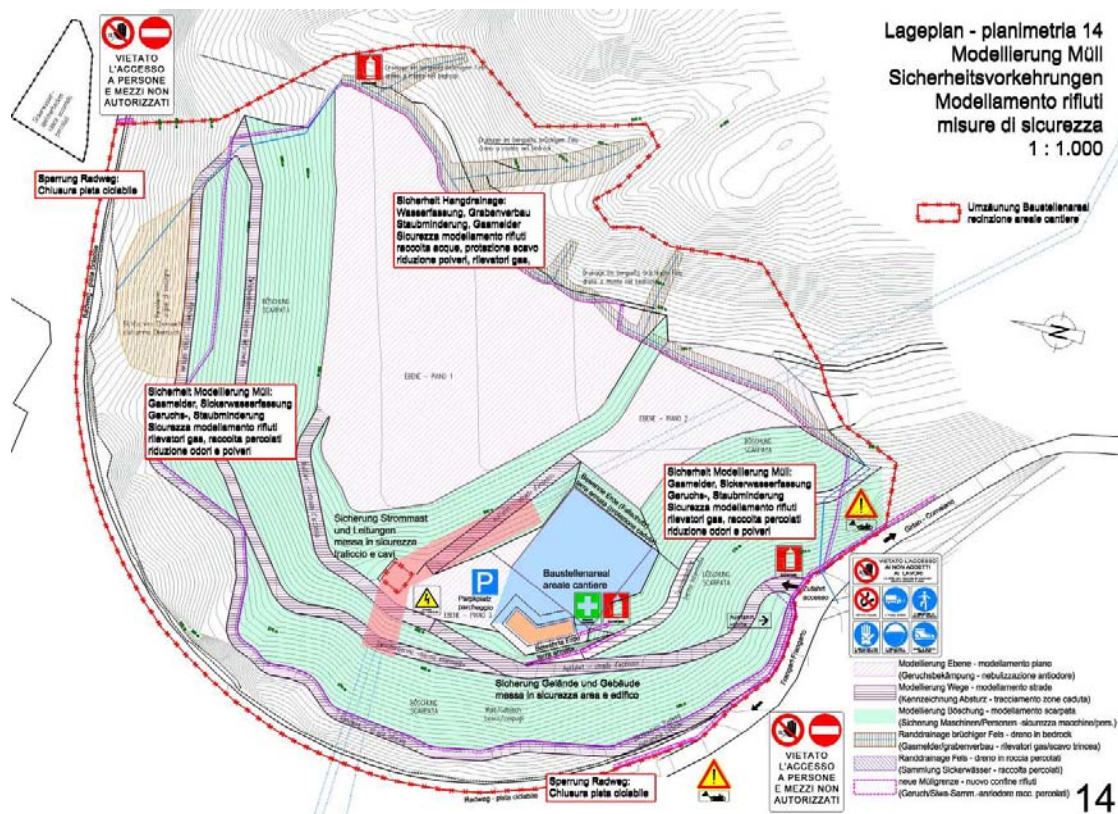
Bei der Neumodellierung der Deponie muss man unterscheiden zwischen internen Umschichtungen und Verlagerungen von Abfällen. Mit dem Begriff "interne Umschichtungen" versteht man Verschiebungen von Abfallmengen in begrenztem Umkreis, z.B. mittels eines Löffelbaggers, während mit Verlagerung von Abfällen das Aufladen auf LKW, Transport und Abladen immer innerhalb der Baustelle, um die Deponie auf die gewünschte endgültige Form zu bringen.

Das durch diese Abfallverschiebung betroffene Volumen ergibt sich zu ca. 40.000 m<sup>3</sup>. Diese Menge kann sich proportional zum Wiedergewinnungspotential der Inertfraktion durch gezielte mechanische Trennung entsprechend noch reduzieren. Man geht davon aus, dass damit von obgenannter Abfallmenge ein Inertanteil zwischen 10% und 30% abgetrennt werden kann. Dies kann nur in Ausführungsprojektphase oder in Ausführungsphase selbst besser abgeschätzt werden. (In diesen Mengen sind die von außen zugeführten Inertstoffmengen nicht enthalten, welche gegebenenfalls für die Errichtung von Dämmen usw. notwendig sein werden.)



Dieser Arbeitsgang ist die empfindlichste Phase der Arbeiten in dem Sinne, dass sie unkontrollierte Sickerwasser- und Staubemissionen verursachen können und somit besonderer Aufmerksamkeit und Sicherheitsvorkehrungen bedürfen, welche in den nachfolgenden Kapiteln näher angegeben werden.

In der nachfolgenden Darstellung sind die von den Abfallverschiebungen betroffenen Bereiche gekennzeichnet, wie folgt:



#### 4.1.4 Volumenskompensation zwischen Müllabtrag und Aufschüttungen mit Inertmaterialien

Die VOLLSTÄNDIGE VOLUMENSKOMPENSATION durch die Neumodellierung der Deponie, einschließlich des Materials aus der Säuberung der Randbereiche, ist "unabdingbare Bedingung" für die Sanierung der "Alten Mülldeponie von Sigmundskron".

Daraus folgt, dass infolge der Notwendigkeit der Säuberung und Neuprofilierung der Böschungen und somit des Abtransportes von Material, indem der Rand um ca. 5m zurückversetzt wird, das derzeitige Niveau des Parkplatzes "Dallo Specchio" gezwungenermaßen um einige Meter angehoben werden muss, um die Materialmengen zu kompensieren. Auch die obere Ebene des Müllhügels muss ebenfalls angehoben und mit einem Mindestgefälle von 2% versehen werden, um die Regenwasser gut abzuleiten.

Zur Stabilisierung der Müllböschungen und zum Eingrenzen des Abfallagers muss als erste Maßnahme das INERTMATERIAL für die Stützdämme eingebracht werden.

Im Gesamten gesehen, betreffen die **Materialbewegungen** folgende Mengen:

- interne Müllumlagerungen ca. 40.000 m<sup>3</sup>
- Inertmaterialbedarf für Stützdämme ca. 12.000 m<sup>3</sup>
- Baumaterial für Abdichtungen und Drägen ca. 33.000 m<sup>3</sup>
- Erde und Straßenunterbau für die Endabdeckung ca. 39.000 m<sup>3</sup>

Während sich die internen Müllumlagerungen sämtlich im Bereich der Deponie abspielen, verursachen die Transporte von außen ein temporär erhöhtes Verkehrsaufkommen auf den öffentlichen Straßen. Um die Verkehrsbelastung in den Wohngebieten zu begrenzen wird vorgeschlagen, die externen Anlieferungen über die MEBO abzuwickeln und sodann im Außenbereich von Sigmundskron über die Etschbrücke in Richtung Giran abzuleiten, wonach die Auffahrt zum Ex-Tontaubenschießstand genommen werden kann, ohne das Zentrum von Frangart zu durchqueren.

Es ist grundsätzlich immer darauf zu achten, dass die **VOUMENSKOMPENSATION** ein Hauptteil des Projektes ist; diese muss in Ausführungsprojektphase über elektronische Datenverarbeitung mit dreidimensionaler Berechnung/Darstellung nachgewiesen werden.

## 4.2 Altlastabsicherung und Abfalleinkapselung

### 4.2.1 Erfassung und Ableitung der Sickerwässer

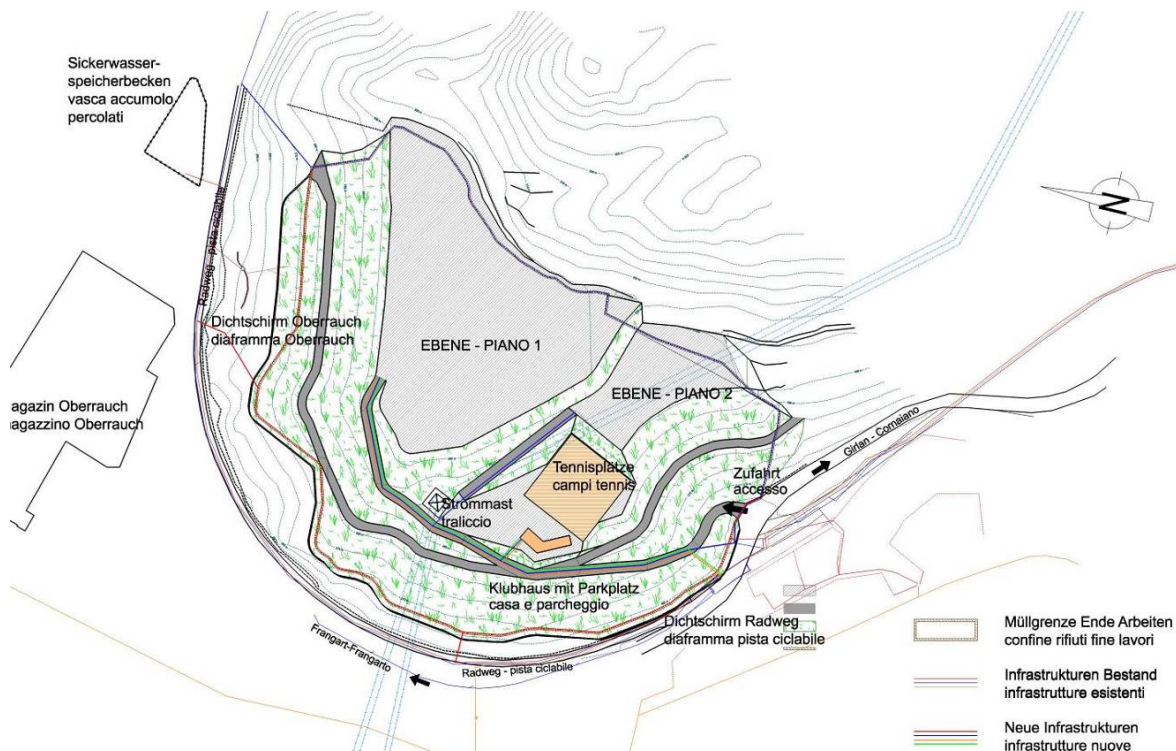
Zum besseren Verständnis werden nachfolgend die wesentlichen geologischen Eigenschaften der Zone zusammengefasst:

- Die Aufstandsfläche der Deponie besteht aus kristallinem Porphyry, dessen an und für sich sehr geringe Durchlässigkeit hauptsächlich durch die vielen Klüfte im Gestein gegeben ist.
- Der Abfluss der Sickerwässer aus dem Deponiebereich erfolgt auf zwei Arten:
  - Oberflächen- und oberflächennaher (hypodermischer) Abfluss
  - Einsickern in die tieferen Bodenschichten über die Gesteinsklüfte.
- Der größte Sickerwasseranteil fließt oberflächlich oder oberflächennahe ab.
- Die Verunreinigung im Talboden konzentriert sich auf das "Frangarter Becken" (im oberen Grundwasserstockwerk) und stellt selbst eine dauernde Gefahr für das lokale Ökosystem dar.

Es ist deshalb von grundlegender und vordringlicher Wichtigkeit, für die möglichst vollständige Erfassung und Entsorgung der Sickerwässer zu sorgen.

#### **Die vorgesehenen Maßnahmen betreffen:**

- Verbesserung der derzeitigen Sickerwasserfassungen durch Unterbindung des oberflächennahen Ablaufs mittels Ausweitung der Fassungsbauwerke,
- außerordentlicher Reinigungs-Wartungseingriff beim Sickerwasserdrän- und Sammelsystem,
- neue Sickerwasserfassungs- und Sammlungsbauwerke im Bereich der äußeren Stützdämme,
- Ableitung der Sickerwässer zum Auffangbecken hinter dem Oberrauch-Magazin,
- Entsorgung der Sickerwässer durch die Gemeinde Bozen und deren reguläre Behandlung.



Lageplan INFRASTRUKTUREN - Planimetria INFRASTRUTTURE 1. 2:000 16

#### 4.2.2 Ausführung des Oberflächenabdichtungspaketes (Capping)

Dieses besteht aus einer nahezu vollständigen Einkapselung des Müllkörpers zum Zwecke der Immobilisierung des schädlichen Inhaltes, sowie der grundsätzlichen Reduzierung der negativen Auswirkungen der Deponie auf die Schutzgüter Boden und Wasser.

**Die Oberflächenabdichtung stellt das Herz des technischen Sanierungseingriffes dar und muss deshalb von spezialisierten und erfahrenen Firmen, unter geeigneter Eigen- und Fremdüberwachung durchgeführt werden.**

Die betroffenen Oberflächen sind genügend groß, um auf jeden Fall den Einsatz von ausgeklügelten Maschinen und Technologien zu rechtfertigen.

Auf der Grundlage der bei ähnlichen Anwendungsfällen gemachten Erfahrungen kann man festhalten, dass die "gemischte Abdichtung" (Kombination zwischen Kunststoffdichtungsbahnen und mineralischen Schichten) das beste System zur Einkapselung von Abfällen darstellt, da es folgende Eigenschaften aufweist:

- a) es besitzt hohe Abdichtungswirksamkeit
- b) es hat sich für lange Zeiträume bewährt
- c) es ist genügend redundant (Mehrfachsicherheit!)
- d) es ist sehr gut prüfbar, sowohl in Bauphase als auch im Nachhinein.

Das Abdichtungspaket für das "definitive Capping" geht von dem im D.L. 36/2003 vorgesehenen Deponieabdecksystem aus, mit entsprechenden Anpassungen an die reale Situation, da es sich nicht um die Abdeckung einer **neuen** Deponie handelt, **sondern** um eine Altlastsanierung im Sinne einer definitiven Absicherung.

Im Detail ist die Schichtenfolge der Abdeckung aus folgenden Hauptelementen aufgebaut:

- mineralische Dichtlage sehr geringer Durchlässigkeit
- Dränschichten darunter und darüber
- Kunststoffdichtungsbahn, vollkommen wasserundurchlässig und wurzelfest
- Deckschichten für Rekultivierung und Nachnutzung

Nachfolgend wird das Abdichtungspaket näher beschrieben.



## A. Mineralische Dichtlagen geringer Durchlässigkeit

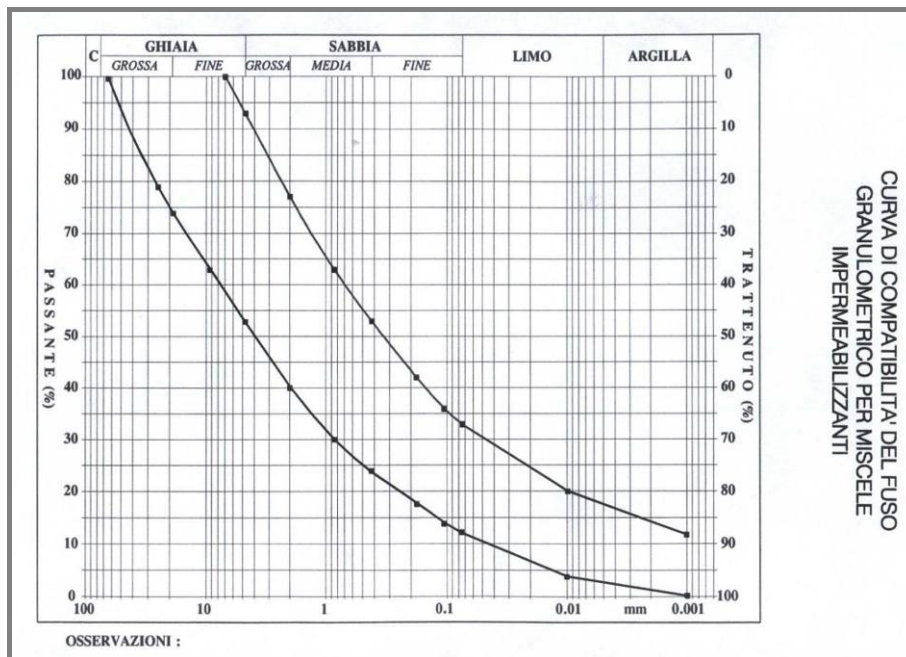
Für die Verlegung mineralischer Dichtlagen geringer Durchlässigkeit – sowohl auf ebener Flächen als auch auf Böschungen – ist unter Anwendung des "Konzeptes der Äquivalenz" eine Mindestschichtstärke von 25 cm anstatt von 50 cm vorgesehen, wobei jedoch ein Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f \leq 4 \cdot 10^{-9}$  m/s anstatt  $k_f \leq 1 \cdot 10^{-8}$  m/s vorgesehen wird, womit sogar eine niederere äquivalente Durchlässigkeit erreicht wird.

Im Besonderen ist es über die für mineralische Dichtlagen geforderte geringe Durchlässigkeit hinaus notwendig, dass die für Dichtlagen hergestellten Mischungen, welche laut Projekt auf bis zu 30° geneigter Flächen aufgebracht werden sollen, die nachfolgend angeführten Körnungs-, Durchlässigkeits- und Scherfestigkeitseigenschaften aufweisen.

### A1) Anforderungen an heterogen zusammengesetzte Materialgemische mit kontinuierlicher Kornverteilung

Gleichförmigkeitsfaktor der Körnung  
Reibungswinkel  
wirksame Kohäsion  
Durchlässigkeitsbeiwert

$U = D_{60} / D_{10} \geq 700 - 1000$   
 $\phi' \geq 35,0^\circ$   
 $C' \geq 0$  Kpa  
 $k_f \leq 4 \cdot 10^{-9}$  m/s



### A2) Anforderungen an mineralischer Dichtlagen aus Naturton geringer Durchlässigkeit mit gering abgestufter Körnung

Gleichförmigkeitsfaktor der Körnung  
resultierender Scherwinkel zwischen Reibung und Kohäsion  
Durchlässigkeitsbeiwert

$U = D_{60} / D_{10} \leq 4$   
 $\phi' \geq 35,0^\circ$   
 $k_f \leq 4 \cdot 10^{-9}$  m/s

Spezifische Prüfungen und Analysen für die In-Situ-Freigabe müssen in Bauphase durchgeführt werden.



## **B. Dränagematerialien**

### **1. Obere Dränschicht**

Auch die Schichtstärke dieser Dränschicht wird – unter Anwendung desselben Äquivalenzprinzips – von 50 cm auf 25 cm reduziert, da die Verwendung eines hochdurchlässigen Materials der Körnung 30-70 verwendet wird, welches normgemäß zu zertifizieren ist. Es wird festgehalten, dass für die Verlegung dieses Materials auch Böschungen mit 30° geneigten Flächen stützende Geozellen verwendet werden müssen, um die Stabilität zu gewährleisten.

### **2. Gasdränage (untere Dränschicht)**

Da am besagten Standort niemals (auch nicht mit eigenen Spürgeräten) nennenswerte Gas- oder Dampfvorkommen gemessen wurden, kann die vorgesehene "Gasdränage", welche übrigens auch die Funktion einer Ausgleichsschicht übernimmt, auf eine Stärke von 25 cm begrenzt werden, wobei Material der Körnung 0-70 eingesetzt wird, welches auf jeden Fall genügend durchlässig ist und dank dieser Kornabstufung einen hohen Reibungsbeiwert besitzt (ca. 35°) und somit den stabilen Einbau auch auf bis zu 30° geneigten Flächen erlaubt.

## **C. Abschlusschichten für Rekultivierung und Nachnutzung**

Das Abschlusspaket der sanierten Altlast – oberhalb der Dichtungs- und Dränagelagen (geschützt durch ein Schutzvlies) – sieht je nach Zweckbestimmung unterschiedliche Ausführungen vor:

### **a) *Rekultivierungsschicht längs der Böschungen des Hügels (von unten nach oben)***

- a.1) Basis als Rohrerdeschicht                      Schichtstärke ca. 70 cm
- a.2) obere Vegetationsschicht                      Schichtstärke ca. 30 cm
- a.3) Begrünung und Bepflanzung mit Hecken und mittelhohen Bäumen

Die Basisschicht aus Roherde muss eine Körnungskurve aufweisen, welche mit dem Prinzip der Stabilität auf den im Projekt vorgesehenen Neigungen vereinbar ist.

### **b) *Straßenunterbau entlang der Bermen und befahrbaren Geländestufen***

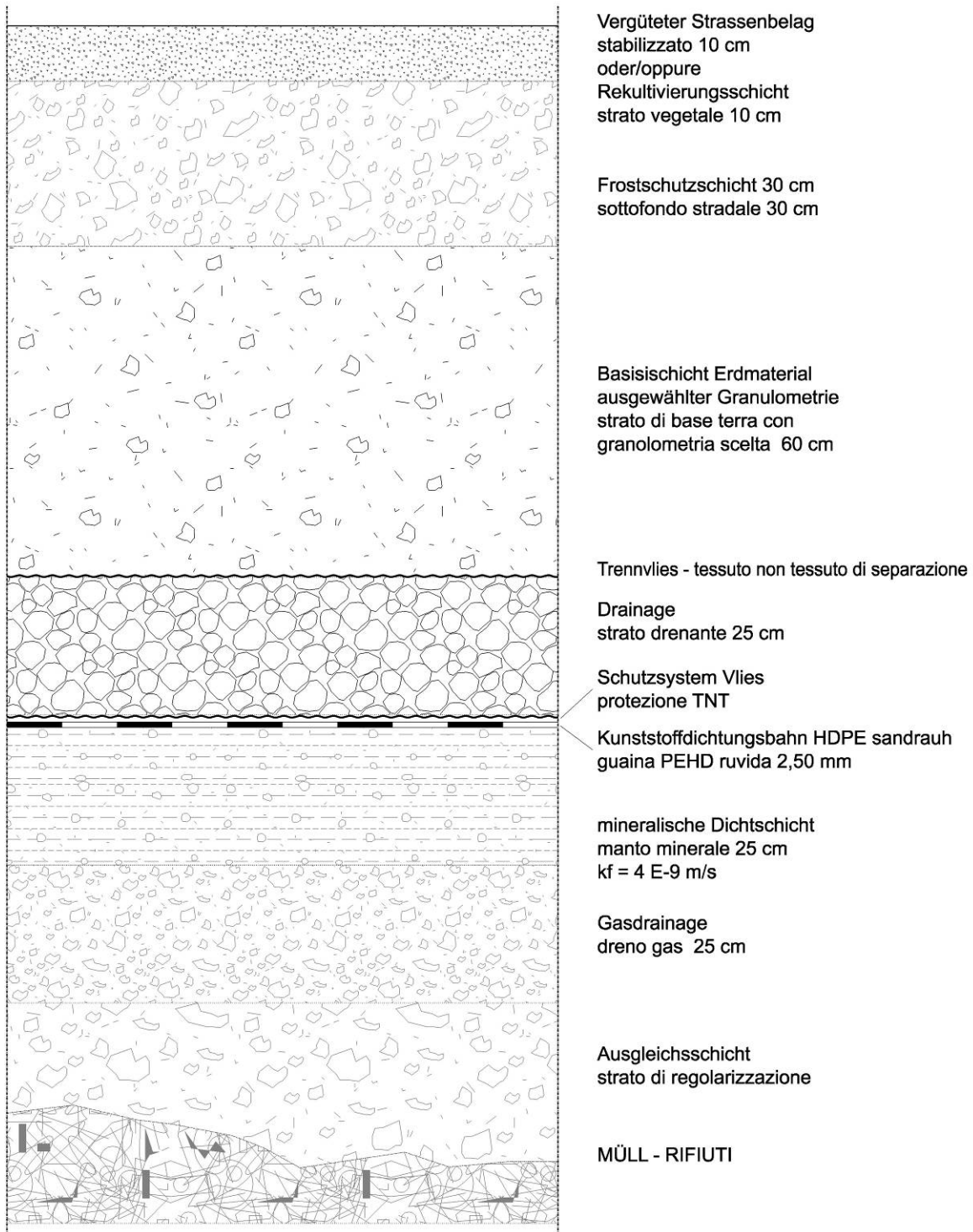
- b.1) Auffüllschichten aus Materialien der Kategorie A2, A3 und A4 der Norm CNR UNI 10006 eingebracht in Schichten zu 30 cm, sowie gewalzt und verdichtet. Die Verdichtung muss bis zum Erreichen von mindestens 95% der maximalen Proctor-AASHO-Dichte (Laborwert) und eines Deformationsmoduls von Me/ 15 Mpa weitergeführt werden;
- b.2) Frostschutz-Basisschicht der Stärke von ca. 30 cm, bestehend aus bindigem Material aus kompaktem und nicht porösem Korn, frei von Verunreinigungen und organischen Anteilen, der Körnung 0-70 mm, gemäß Körnungskurve A der Norm CNR UNI 10006; Verdichtung bis zum Erreichen von mindestens 95% der maximalen Proctor-AASHO-Dichte (Laborwert) und eines Deformationsmoduls von Me/ 40 Mpa;
- b.3) bindige Abschluss-Schicht der Stärke ca. 10 cm, befahrbar, bestehend aus kornstabilem bindigen Material aus kompaktem und nichtporösem Korn, frei von Verunreinigungen und organischen Anteilen, der Körnung 0-30 mm, gemäß Körnungskurve B der Norm CNR UNI 10006 (Abb. B); Verdichtung mittels Walze und mindestens 4 Übergängen, jedenfalls bis zum Erreichen von 95% der maximalen Proctor-AASHO-Dichte (Laborwert) und eines Deformationsmoduls von Me/ 80 Mpa

### **c) *Obere Plateaus mit möglicher zukünftiger Bebauung***

Für diesen Fall wird das gleiche Schema angewandt, wie bei Pkt. b, Absatz b.1) und b.2) beschrieben, während die Schicht laut Absatz b.3) – in Erwartung der zukünftigen Nutzung – durch eine begrünte Humus-Vegetationsschicht der Stärke von ca. 10 cm ersetzt wird. Die für die Oberflächengestaltung vorgeschlagenen Schichten sind, sowohl für die oberen Plateaus, als auch für die Böschungen, in nachfolgenden Typenzeichnungen detailliert dargestellt.

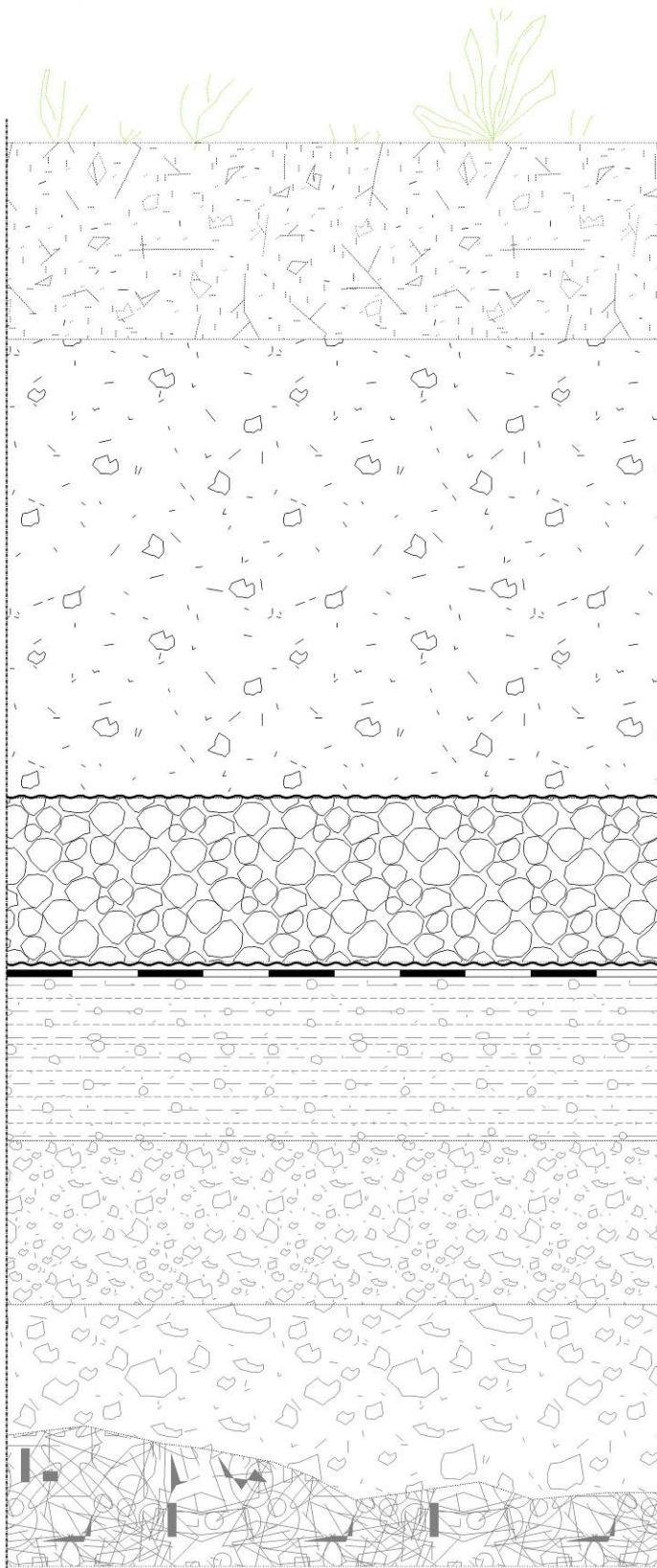
**Abdichtungssystem Ebene**  
**sistema di impermeabilizzazione in piano**  
**1 : 10**

**A**



# **Abdichtungssystem Böschung** **sistema di impermeabilizzazione in scarpata** **1 : 10**

**B**



**Rekultivierungsschicht**  
**strato di coltivazione 30 cm**

**Roherde**  
**terra grezza 70 cm**

**Trennvlies - tessuto non tessuto di separazione**

**Drainage**  
**strato drenante 25 cm**

**Schutzsystem Vlies**  
**protezione TNT**

**Kunststoffdichtungsbahn HDPE sandrauh**  
**guaina PEHD ruvida 2,50 mm**

**mineralische Dichtschicht**  
**manto minerale 25 cm**  
**kf = 4 E-9 m/s**

**Gasdrainage**  
**dreno gas 25 cm**

**Ausgleichsschicht**  
**strato di regolarizzazione**

**MÜLL - RIFIUTI**



### 4.3 Instandsetzungsarbeiten

#### 4.3.1 Errichten neuer Infrastrukturen zur Versorgung bestehender Anlagen

##### a) Leitungsnetz zur Sammlung und Ableitung der Regenwässer

Das Regenwassersammel- und Ableitsystem muss folgenden Zielsetzungen genügen: außer dem bereits beschriebenen Eingriff zur Erfassung der vom Hang oberhalb der Deponie abfließenden Regenwässer und deren nachfolgender Einleitung in ein unter Pkt. b) beschriebenes Beregnungsbecken:

- kontrollierte Ableitung der direkt auf die rekultivierten/benutzten Oberflächen fallenden Niederschläge, mittels Anordnen von Dränagelinien und Ablaufrinnen mit Anschluss der Abflüsse an das bestehende Regenwassernetz;
- Entlastung der Oberflächenabdichtung durch schnelle Ableitung der in das Erdreich eingesickerten Regenwassermengen entlang der Dränage unterhalb der Erdschicht und oberhalb des Abdichtungspaketes;
- Ausführen eines Überlaufes aus dem Beregnungsbecken, wie unter nachfolgendem Pkt b) beschrieben; auch hier wird das überschüssige Wasser längs der Ablaufkanäle und über die rund um den Deponierand herum vorgesehenen Leitungen abgeführt.

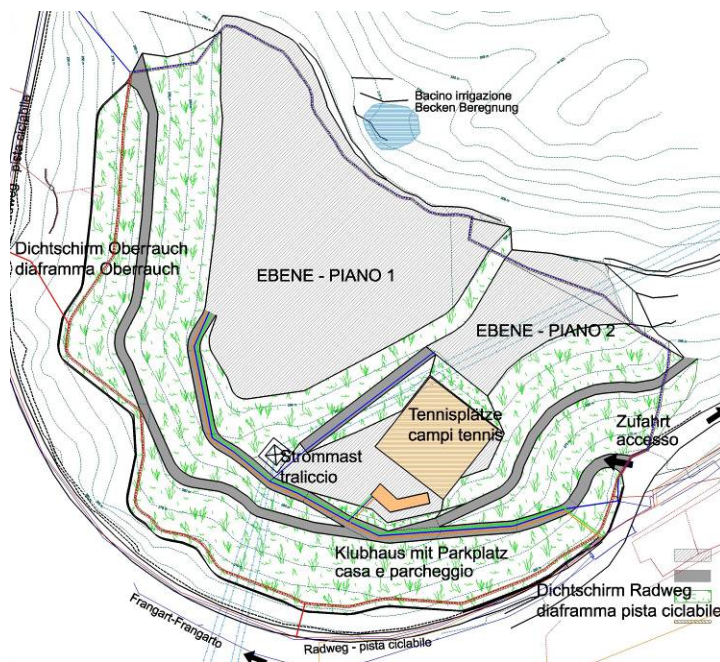
##### b) Beregnungsnetz für die Grünflächen

Es wird vorausgeschickt, dass im Zusammenhang mit den Maßnahmen zur kontrollierten Ableitung der Oberflächenwässer, am Fuße des westseitigen Bergrückens der Bau eines Regenwasserspeicherbeckens mit Fassungsvermögen von ca. 1.000 m<sup>3</sup> vorgesehen ist.

Der Beregnungsspeicher besteht aus einem Erdbecken (mit Volumen von ca. 1.000 m<sup>3</sup>) zur Speicherung des Regen-Hangwassers, welches oberhalb der Deponie gefasst wird. Für längere Trockenperioden ist die Möglichkeit der Nachfüllung des Beckens über das Wasserleitungsnetz vorgesehen.

Das Beregnungsnetz selbst wird als Oberflurberegnung mittlerer Höhe ausgeführt (um Hecken und Sträucher zu überregnen). Für die Bereiche mit Baumbewuchs ist eine Tropfberegnung vorgesehen.

Die sind im Detail an den Begrünungs- und Bepflanzungsplan anzupassen.

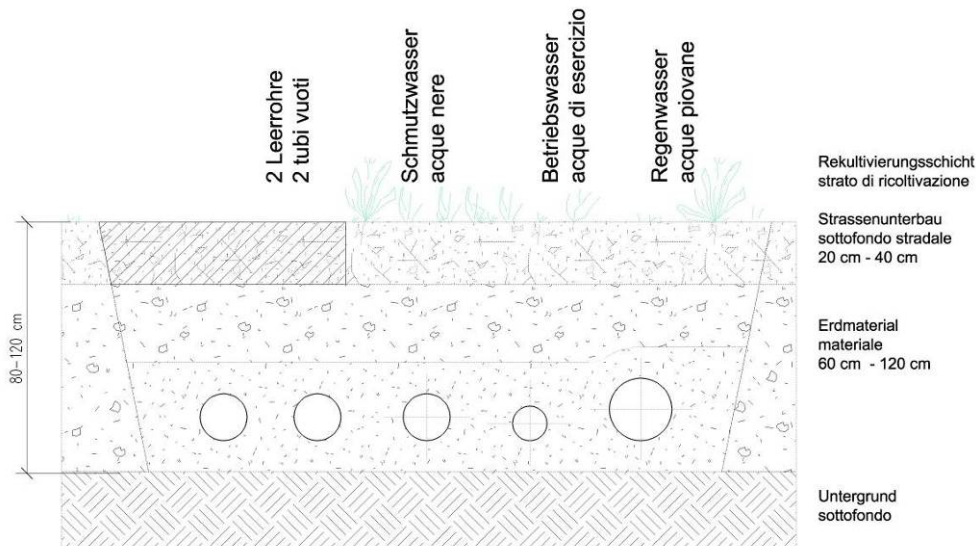


##### c) Versorgungs- und Entsorgungsleitungen für zivile Nutzung (Trinkwasser, elekt. Strom, Telefon, Schmutzwasser, usw.)

Das gesamte unterirdische Paket der Versorgungs- und Entsorgungsleitungen, für Trinkwasser, elektr. Strom, Telefon, Schmutzwasser, usw. wird – ausgehend von den bestehenden Anschlüssen bis zu den Nutzern - neu errichtet und zwar sowohl für die bestehenden Strukturen (wie Tennisplatz und Ähnliches), als auch für eventuelle zukünftige Anlagen, welche nach Abschluss der Sicherstellungsmaßnahmen auf dem Plateau des Hügels entstehen könnten.

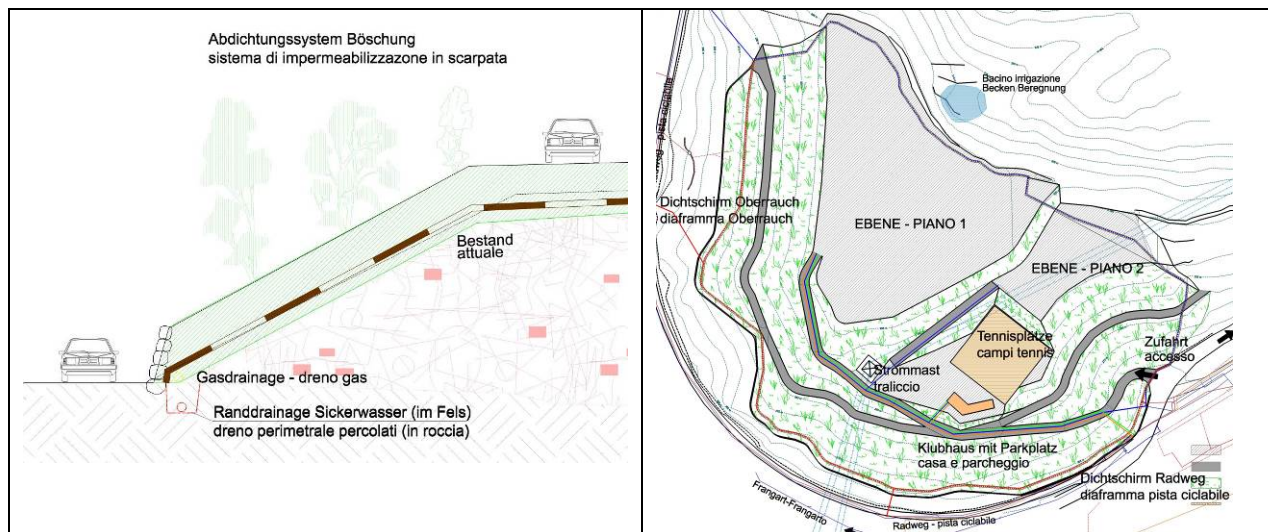
Das Paket der Infrastrukturleitungen wird in der nachfolgend dargestellten Art ausgeführt:

### Rohrgraben Infrastrukturen - posa condotte infrastrutture



### d) Netz zur Sammlung der restlichen Sicherwässer

Obwohl der Deponiekörper nach abgeschlossener Sanierung nach oben hin vollständig abgedichtet ist, wird er weiterhin die in der Vergangenheit im Altmüll gespeicherte Feuchtigkeit ablassen, weshalb für einige Jahre das Phänomen der Wasseraustritte an den bereits bekannten Stellen und längs des durch die neuen Stützdämme definierten Deponierandes anhalten wird. Im Zusammenhang mit dem Dammbau wird deshalb beim Ausgraben bis zum anstehenden Felsen eine in den Fels eingelassene Sickerwasserrigole längs des gesamten Deponierandes gelegt mit entsprechenden Ableitungen zum Hauptsammelkanal auf dem Radweg; weiters werden die bestehenden Sickerwasserfassungen reaktiviert, welche seinerzeit im Bereich der Dichtschirme angelegt worden waren. Auf diese Art und Weise können sämtliche, auf der Deponiebasis und den oberflächennahen Erdschichten abfließenden flüssigen Emissionen erfasst und ordnungsgemäß abgeleitet werden.

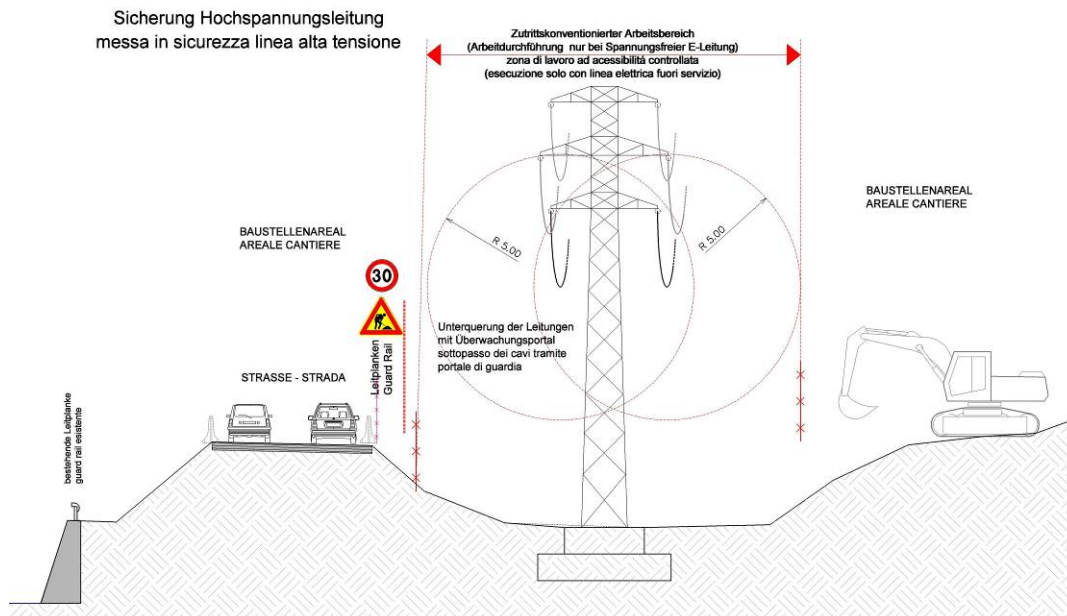




#### 4.3.2 Geländewiederherstellung im Bereich des HS-Gittermastens der TERNA

Neben dem Sportgebäude des Tennisplatzes steht ein Hochspannungsgittermasten der TERNA, in dessen Umfeld es notwendig ist, die Deponieoberfläche anzugleichen, um daraufhin auch dort das vorgesehene Oberflächenpaket ausführen zu können.

Nach erfolgter Feststellung, dass der bestehende Mindestabstand der HS-Freileitung nicht verringert wird, erkennt man keinerlei negative Auswirkungen auf das vorliegende Projekt. Klarerweise müssen im Zuge der Arbeitsdurchführung, d.h. während der Materialbewegungen durch die Baumaschinen, die Mindestabstände von der Freileitung eingehalten werden. Der Sicherheitsplan muss diese Anforderung entsprechend berücksichtigen.



#### 4.3.3 Erneuerung der Tennisplätze

Die derzeitigen Tennisplätze sind auf den ehemaligen Abfallaufschüttungen oberhalb der in den Jahren 1989 – 1990 verlegten Kuststoffdichtungsbahn, ohne besondere Vorkehrungen zu deren Schutz und zur Ableitung der Wässer, angelegt worden. Um gemäß geltenden Normen auch für diesen Deponie- teil die gleiche Absicherungsqualität und –zuverlässigkeit wie beim restlichen Areal zu gewährleisten, ist vorgesehen, das neue Abdichtungspaket auch auf den z.Z. für sportliche Aktivitäten genutzten Depo- niebereich auszudehnen.

Deshalb ist es notwendig, den Bodenbelag der Tennisplätze und dazugehörigen Flächen bis zur Deponieoberfläche abzutragen, um auch hier das beschriebene Oberflächenabdichtungspaket einbauen zu können.

Oberhalb dieses Paketes kann dann das typische Schichtpaket der Tennisplätze, usw. verlegt werden, um die Funktionalität dieser Sportanlage wiederherzustellen.

Bezüglich des eigentlichen Gebäudes ist zu sagen, dass es sich in einem sehr guten Erhaltungs- zustand befindet, obwohl es nicht auf abgedichteten Untergrund errichtet wurde. In Anbetracht der Tat- sache, dass die Überdachung des Gebäudes schon eine Oberflächenabdichtung in Projektion darstellt, wird kein unterirdischer "Zerstörungseingriff" durchgeführt. Aus Gründen der Gebäudehygiene ist jedoch vorgesehen, abdichtende Bodeninjektionen durch die Fundamentplatte hindurch durchzuführen, um jed- wede Emission in die frequentierten Räumlichkeiten zu verhindern.

Man beschränkt sich somit darauf, die das Gebäude umgebenden Außenflächen abzusichern, wobei auf jeden Fall für eine einwandfreie Anbindung des Dichtungspaketes an die Außenwände des Gebäudes zu sorgen ist.

Der endgültige Bodenbelag der Tennisplätze wird gemäß Angaben der zuständigen Gemeinde- ämter ausgeführt.

## 5. ZU ERWARTENDE ARBEITSRISIKEN – HINWEISE ZUR SICHERHEIT

Zum Zwecke der Bewertung der Randbedingungen bezüglich der Sicherheit im Hinblick auf die Neumodellierung und Abdeckung der Altlast werden folgende Aspekte in Betracht gezogen:

### 5.1 Neumodellierung des Müllkörpers und zu erwartende Emissionen

#### 5.1.1 *Fassungs- und Ableitbauwerke für Regenwasser*

##### Risiken

##### a) direkte Baustellenrisiken

- Risiken während des Abholzens
- Generelle Risiken der Überschneidung von unterschiedlichen Arbeitsgängen

##### b) indirekte Baustellenrisiken

- Gefahren von gängigen Arbeitsmaschinen
- ungenügende Stabilität der Arbeitsebenen
- Seinschlag vom Berghang bei starkem Regen oder Schnee

##### c) Risiken von außen oder nach außen

- Zutritt unbefugter Personen
- Nähe des Radweges
- Abrollen von Material zum Radweg

##### Vorkehrungen

- Verwendung der allgemeinen und persönlichen Schutzausrüstung, wie im SiKO-Plan und spezifischem ESP vorgesehen
- vorschriftsmäßige Umzäunung der Baustelle
- Schutz gegen herabrollende Steine, usw.
- temporäre Schließung von betroffenen Nebenzufahrten

#### 5.1.2 *Umlagerung von Altabfällen*

Es wird vorausgeschickt, dass die Reaktivität der "Alten Deponie" schon seit Jahren erschöpft ist; Diese Tatsache wurde im Laufe der durchgeführten Charakterisierungsuntersuchungen eindeutig festgestellt. Die Arbeitsrisiken beschränken sich somit auf "normale" Sicherheitsvorkehrungen des üblichen Arbeitsschutzes, wie nachfolgend ausgeführt:

##### Risiken

##### a) direkte Baustellenrisiken

- Kontakt mit Altmüll u/o Sickerwasser
- Einatmen von Abfallstäuben

##### b) indirekte Baustellenrisiken

- Gefahren von gängigen Arbeitsmaschinen
- ungenügende Stabilität der Arbeitsebenen
- Gefahr des Rutschens bei starken Regen oder Schnee
- Hochspannungsleitung der TERNA

#### c) Risiken von Außen oder nach Außen

- Zutritt unbefugter Personen
- Nähe des Radweges
- Abrollen von Material zum Radweg

#### **Vorkehrungen**

- Verwendung von Arbeitsmaschinen mit kontrollierter Atemluft in den Kabinen
- Verwenden der persönlichen Schutzausrüstung, wie im SiKo-Plan und spezifischer ESP vorsehen
- periodische geotechnische Überprüfung der Bodenbeschaffenheit
- vorschriftsgemäße Umzäunung der Baustelle
- Schutz gegen herabfallendes Material
- zeitweilige Schließung des Randweges längs der Böschung
- Halten eines Sicherheitsabstandes von der Hochspannungsleitung der TERNA

### **5.1.3 Errichten der Randdämme und der SiWa-Dränagen**

#### **Risiken**

##### a) direkte Baustellenrisiken

- Kontakt mit Altmüll
- Kontakt mit Sickerwasser
- Einatmen von Abfallstäuben

##### b) indirekte Baustellenrisiken

- Allgemeine Risiken durch Überschneidung zwischen unterschiedlichen Arbeitsgängen
- Gefahren von gängigen Arbeitsmaschinen
- ungenügende Stabilität der Arbeitsebenen
- Gefahr des Rutschens bei starkem Regen oder Schnee

##### c) Risiken von außen oder nach außen

- Zutritt unbefugter Personen
- Nähe des Radweges
- Abrollen von Material zum Radweg

#### **Vorkehrungen**

- Verwendung von Arbeitsmaschinen mit kontrollierter Atemluft in den Kabinen
- Verwenden der persönlichen Schutzausrüstung, wie im SiKo-Plan und spezifischer ESP vorsehen
- periodische geotechnische Überprüfung der Bodenbeschaffenheit
- vorschriftsgemäße Umzäunung der Baustelle
- Schutz gegen herabfallendes Material
- zeitweilige Schließung des Randweges längs der Böschung

## **5.2 Oberflächenabdichtung (definitives "Capping")**

### a) direkte Baustellenrisiken

- Kontakt mit Altmüll
- Einatmen von Abfallstäuben
- Einatmen von Dämpfen beim Schweißen der Kunststoffdichtungsbahnen

### b) indirekte Bausellenrisiken

- Allgemeine Risiken durch Überschneidung zwischen unterschiedlichen Arbeitsgängen
- Gefahren von gängigen Arbeitsmaschinen
- ungenügende Stabilität der Arbeitsebenen
- Gefahr des Rutschens bei starkem Regen oder Schnee
- Hochspannungsleitung der TERNA

### c) Risiken von Außen oder nach Außen

- Zutritt unbefugter Personen
- Nähe des Radweges
- Abrollen von Material zum Radweg

### **Vorkehrungen**

- Verwenden der persönlichen Schutzausrüstung, wie im SiKo-Plan und spezifischer ESP vorsehen
- periodische geotechnische Überprüfung der Bodenbeschaffenheit
- vorschriftsgemäße Umzäunung der Baustelle
- Schutz gegen herabrollendes Material längs der Böschung nach unten
- zeitweilige Schließung des Randweges
- Halten eines Sicherheitsabstandes von der Hochspannungsleitung der TERNA

## **5.3 Abschlussarbeiten für landschaftliche und sportliche Zwecke**

### **Risiken**

#### a) direkte Baustellenrisiken

- Allgemeine Risiken durch Überschneidung zwischen unterschiedlichen Arbeitsgängen
- Gefahr des Abrutschens bei starkem Regen oder Schnee

#### b) indirekte Baustellenrisiken

- Gefahren von gängigen Arbeitsmaschinen
- ungenügende Stabilität der Arbeitsebenen

#### c) Risiken von Außen oder nach Außen

- Zutritt unbefugter Personen
- Nähe des Radweges
- Abrollen von Material zum Radweg

### **Vorkehrungen**

- Verwenden der persönlichen Schutzausrüstung, wie im SiKo-Plan und spezifischer ESP vorsehen
- vorschriftsgemäße Umzäunung der Baustelle
- zeitweilige Schließung der von den Arbeiten betroffenen Zufahrtswegen

## 6. QUALITÄTSKONTROLLE DER BAUWERKE

### 6.1 Qualitätssicherungsprogramm

Im Zuge der Erstellung des Ausführungsprojektes ist ein **detaillierter Qualitätssicherungsplan** zu erstellen (QSP), auf dessen Grundlage der Eigenschaften der Material- und Verarbeitungs- u/o Verle-gearbeiten in drei Phasen geprüft werden.

**Die drei Phasen unterscheiden sich in:**

- 1. Vorprüfung der Materialien auf der Grundlage technischer Datenblätter
- 2. Prüfung von Probefeldern, durchgeführt im technischen Maßstab
- 3. periodische Prüfungen auf der Baustelle der in Ausführung befindlichen Arbeiten

### 6.2 Kontrollelemente der Ausführungsqualität

Das Qualitätssicherungsprogramm muss zusammenfassend folgende Inhalte haben:

- Abfallschüttungen:
  - Prüfung der geotechnischen Parametern
  - Prüfung des Verdichtungsgrades für die Gewährleistung der Aufschütt- und Böschungsstabilität
- Dammbau:
  - Qualität des Inertmaterials
  - geotechnische Parameter
  - Verdichtungsgrad
- Sickerwasserdränagen:
  - Qualität und Körnung des Dränkieses
  - Qualität der Dränrohre
  - Nachweis der Gefälle
- Ausgleichsschicht:
  - geotechnische Parameter des Materials
  - Verdichtungsgrad zur Gewährleistung der Stabilität
  - Nachprüfung der Projektprofile
- mineralische Dichtschicht:
  - Körnungskurve
  - innerer Reibungswinkel
  - Durchlässigkeitsbeiwert
  - Nachprüfung des Einbaus
- Kunststoffdichtungsbahn:
  - Materialqualität
  - Kontaktreibungswinkel
  - Schweißnahtprüfung
  - Dichtigkeitsprüfung
- Dränageschicht:
  - Qualität und Körnung des Dränkieses
  - eingebaute Schichtstärken
  - Qualität der Schutz- und Trennvliese
- Erdschicht:
  - Materialqualität, Körnung, Reibungswinkel
  - Überprüfung des Einbaues: Stärken und Profilierungen
  - Nachweis der Begrünungen und Bepflanzungen



## 7. CHRONOLOGIE DER AUSFÜHRUNGSPHASEN

Die **Altlastsicherung der Alten Deponie von Sigmundskron** kann, je nach Dringlichkeit und finanzieller Verfügbarkeit der Gemeinde Bozen, in mehreren nachfolgenden Phasen durchgeführt werden.

### 7.1 **PHASE 1: Dringlichkeitsmaßnahmen zur Verminderung und Erfassung der Sickerwässer**

Die Dringlichkeitsmaßnahmen betreffen folgende Zonen und beinhalten folgende Arbeiten:

#### **A) Am Nordwesthang der Deponie: Erfassung und kontrolliertes Ableiten der Regenwässer vom Hang hinter der Deponie**

- a) Errichtung von 4 Wasserfassungen für den oberflächennahen Abfluss im Bereich der kleinen Täler (Kompluvien), gebildet durch die Morphologie des Felsens,
- b) Erfassung der diffusen Hang-Oberflächenwässer mittels Ausbilden eines Drainagegrabens im Felsuntergrund, der Länge von ca. 200 m,
- c) Ableiten des Wassers zu den beiden Grabenenden gegen Norden und Süden hin, mit Anschluss an das bestehende Regenwassernetz,
- d) Ausführen eines Bypasses zwecks kontrolliertem Ableiten zum darunterliegenden abgedichteten Beregnungsbecken hin: siehe dazu nachfolgenden Punkt,
- e) Errichten eines geeignet abgedichteten Beregnungsbeckens im Erdbauweise, der Oberfläche von 350 m<sup>2</sup> und des Inhaltes von 1000 m<sup>3</sup>, als Wasserspeicher für die Speisung des Beregnungsnetzes auf den rekultivierten Oberflächen.

#### **B) Unterhalb der Nordböschung der Deponie: Bonifizierung des Bereiches mit erheblichen Sickerwasseraustritten**

- a) Abtrag der verstreuten Abfälle und der mit Sickerwasser durchtränkten Erdoberfläche auf einer Fläche von ca. 2.000-3.000 m<sup>2</sup>, bis zum ursprünglichen Felsen, und
- b) Entsorgung der Regen- und Sickerwässer in Bauphase, einschl. provisorischer Leitungen und temporäre sektorielle Abdeckungen
- c) Transport/Umlagerung des Materials in Häufen, geschätzte Menge 4.000 m<sup>3</sup>, auf die darüberliegenden Bereiche und nachfolgendes Einbringen gemäß Projektprofilen,
- d) Bonifizieren und Säubern der Abtragsflächen von allen unsauberen Rückständen,
- e) Errichten eines Deponie-Stützdammes in zurückversetzter Position im Vergleich zum ursprünglichen Deponierand,
- f) Ausführen einer Dränrinne für die restlichen Sickerwässer und Ableiten derselben zum bestehenden Hauptsammler,
- g) Neuprofilierung des Deponiefußes, ausgehend vom Stützdamm, nach entsprechender Einbringung einer Sohldichtung,
- h) Neumodellierung der ganzen Böschung oberhalb des Stützdammes, entsprechend den Projektprofilen,
- i) definitive Abdeckung der erhaltenen Oberfläche unter Anwendung des vorher beschriebenen Abdichtungspaketes, auf einer Fläche von ca. 7.000 m<sup>2</sup>.

## **7.2 PHASE 2: Altlastsicherung im Bereich der Sportflächen (Tennisplätze)**

Die Altlast-Sicherungsmaßnahmen in diesen Bereichen beinhalten folgende Sanierungseingriffe:

### **A) Außenflächen:**

- a) Abtrag des Bodenbelages der Tennisplätze und Umgebung, sowie der Unterbodenschichten bis zu der Tragschicht, die beim Bau der Tennisplätze eingebaut worden war,
- b) Verminderung/Entsorgung der Regen- und Sickerwässer in Bauphase mit provisorischen Leitungen und temporären Abdichtungen;
- c) Einbau des Abdichtungspaketes (aufbauend auf die Ausgleichsschicht), bestehend aus mineralischer Dichtlage und Kunststoffdichtungsbahn, sowie der Dränschicht, welche oben und unten in ein Vlies geeigneter Stärke eingepackt ist,
- d) Erneuerung des Unterbodens und des Bodenbelages für Tennissportzwecke,
- e) Neuanschluss an die Infrastrukturen (Wasser und Gas, Weiß- und Schwarzwasser, elektrischer Strom und Telefon),
- f) Wiederherstellen der dazugehörigen Strukturen, wie Abgrenzungen, Umzäunungen, usw.:
- g) Wiederherstellen der Verkehrswege, wie Zufahrtsstraßen und Parkplätze, einschl. aller damit verbundenen Aufwände.

### **B) Innenflächen:**

- a) FID-Inspektion und eventuelle Durchbohrung der Böden im Innern der Gebäude und der Fundamentplatten, im Raster von ca. 3,0 x 3,0 m, und nachfolgende
- b) Injektion von Gel in die Unteröden bis zum Erhalt einer dichten Schicht unterhalb des Gebäudes,
- c) Wiederherstellen des Bodenbelages nach erfolgtem Sanierungseingriff.

## **7.3 PHASE 3: Maßnahmen zur ganzheitlichen Altlastsicherung (vollständige Einkapselung)**

Die Maßnahmen zur ganzheitlichen Altlastsicherung (vollständigen Einkapselung) betreffen folgende Bereiche und beinhalten folgende Arbeiten:

### **A) Nord-, Süd- und Westböschung: Abflachen der Neigungen, Rückbau des Deponierandes, Sanierung des ursprünglichen Unterbodens, Aufbringen der Oberflächenabdichtung und Renaturierung der Oberfläche**

- a) Errichten von Baustellenstraßen für LKW, zwecks Zugänglichkeit zu den Eingriffsflächen,
- b) Abtragen der verstreuten Abfälle an den unteren Böschungsrändern bis hin zum anstehenden Felsen und Säubern desselben von allen fremden Rückständen,
- c) Neuprofilierung der zu steilen Böschungen gemäß den im Projekt angegebenen Neigungen, mit Abtragen eines Teiles der Abfälle,
- d) Transport der abgetragenen Abfälle zur oberen Ebene des Hügels und dortiger Einbau zwecks endgültiger Lagerung derselben,
- e) Errichten eines Stützdammes längs den Deponie-Böschungsfuß und zwar in rückversetzter Position im Vergleich zum ursprünglichen Deponierand,
- f) Ausführen einer Sickerwasser-Rigole am oberen Dammfuß unterhalb der neuen Abfallgrenze und Ableiten der Sickerwässer zum bestehenden Sammelkanal,
- g) Neuprofilierung des Böschungsfußes, ausgehend vom Stützdamm, nach vorhergehender Abdichtung der Grabensohle oberhalb des freigelegten ursprünglichen Bodens, mit Überschüttung, eben, der beschriebenen Dränrigole,
- h) Neumodellierung des gesamten Deponie-Hanges über dem Stützdamm unter Beachtung der im Projekt beschriebenen Vorgangsweise,
- i) Verlegen aller Versorgungsleitungen (Trinkwasser, el. Strom, Telefon, usw.) und Entsorgungsleitungen (Weiß- und Schwarzwasser),

- j) Fertigstellen der definitiven Verkehrswege für die zukünftige Instandhaltung,
- k) Aufbringen der Erd- und Vegetationsschicht mit nachfolgender Begrünung der erhaltenen Oberflächen.

**B) Oberes Plateau: Einbau der Abfälle aus der Böschungsbegradigung, Abziehen gemäß Projektprofil, Ausführen der Anbindung zum Bergrücken, Einbau des Abdichtungspaketes, Ausführen des Straßenkörpers und dazugehörige Arbeiten**

- a) Abtragen und Entfernen der sauberen Erdschicht nach entsprechender Vorsortierung und seitliches Lagern für die spätere Verwendung,
- b) Einbau der von den Böschungen abgetragenen Abfälle (wie im vorigen Kapitel beschrieben) und Verteilen derselben in dünnen Schichten um die notwendige Verdichtung gemäß geotechnischen Angaben zu erreichen,
- c) Bereitschaffung der Regen- und Sickerwässer in Bauphase mittels provisorischer Ableitung und temporären sektoriellen Abdeckungen (mobile Planen),
- d) Neumodellierung der neuen Aufschüttungen gemäß Projektvorgaben,
- e) definitive Abdeckung der Oberfläche mit dem vorgesehenen Dichtungspaket, einschl. mineralischer Dichtlage, Kunststoffdichtungsbahn und Dränrigolen aus Kies und Vliesumhüllung,
- f) Verlegung der Infrastrukturen, d.h. der Versorgungs- und Entsorgungsleitungen,
- g) Einbau der restlichen Schichten und des Straßenunterbaues, gemäß Projekt,
- h) Wiederherstellen der definitiven Verkehrswege für die Zufahrt zum zukünftigen Gelände,
- i) Errichtung eines Gebäudes für die Jäger.

**C) Privatparkplätze im Areal "Dallo Specchio": Neumodellierung des Geländes mit Verminderung der Böschungsneigungen, Einbau von abgetragenen Abfällen und nachfolgender Oberflächeabschluss mit dem Abdichtungspaket und dem Straßenunterbau**

- a) Entfernen des derzeitigen Parkplatzbelages aus Macadam und seitliches Lagern des sauberen Materials,
- b) Aushub der Abfälle an der Südost-Böschung zwecks Verminderung der Böschungsneigung gemäß Projektprofil,
- c) Bewirtschaftung der Regen- und Sickerwässer in Bauphase mittels provisorischer Ableitung und temporären sektoriellen Abdeckungen (mobile Planen),
- d) Umlagerung der ausgehobenen Abfälle und Einbau derselben im Parkgelände,
- e) Rückbau des Deponierandes bis zur sinnvollen Grenze gemäß Projekt und Sanierung des freigelegten Bodens,
- f) Errichtung eines Stützdammes für den Deponiekörper in rückversetzter Position im Vergleich zur bisherigen Abfallgrenze,
- g) Ausführen einer Sickerwasser-Rigole und Ableiten der Sickerwässer zum bestehenden Sammelkanal,
- h) Neuprofilierung des Böschungsfußes ausgehend vom Stützdamm, nach vorhergehender Abdichtung der Grabensohle oberhalb des freigelegten ursprünglichen Bodens, mit Überschüttung, eben, der beschriebenen Dränrigole,
- i) Neumodellierung des gesamten Deponie-Hanges über dem Stützdamm,
- j) Endgültige Abdeckung der Oberfläche mit der vorgesehenen Oberflächenabdichtung, wie in den vorherigen Kapiteln beschrieben
- k) Einbau der restlichen Schichten und des Strassenunterbaues, gemäß Projekt,
- l) Wiederherstellen der Zufahrtswege und des Straßenbelages der Parkplätze

## 8. KOSTENSCHÄTZUNG

Beschreibung	Unità	Quantità	Prezzo	Betrag – Importo
<b>Arbeiten</b>				
Baustelle einrichten	pau-ac	1	70.000,00 €	70.000,00 €
Abbrucharbeiten	pau-ac	1	50.000,00 €	50.000,00 €
Rodung / Grasnarbe entfernen	m²	30.000	1,50 €	45.000,00 €
Große Bäume fällen	Stk-no	300	35,00 €	10.500,00 €
<b>ERDARBEITEN MODELLIERUNG</b>				
Modellierung Aushub Erde und Müll	m³	40.000	6,50 €	260.000,00 €
Material für Aufschüttungen	m³	12.000	6,00 €	72.000,00 €
Aufschüttungen	m³	52.000	4,00 €	208.000,00 €
Ableitungskanal Grundwasser	m	200	350,00 €	70.000,00 €
Randdrainage im Fels	m	820	80,00 €	65.600,00 €
Bewehrte Erde	m²	500	100,00 €	50.000,00 €
Zyklopenmauern	m³	300	80,00 €	24.000,00 €
<b>ABDICHTUNG</b>		39.000		
Gasdrainage	m²	39.000	4,00 €	156.000,00 €
mineralische Dichtung	m²	39.000	21,00 €	819.000,00 €
Kunststoffdichtungsbahn HDPE	m²	39.000	11,00 €	429.000,00 €
Leckkontrolle	m²	39.000	1,30 €	50.700,00 €
Schutzsystem Vlies	m²	39.000	5,50 €	214.500,00 €
Drainage	m²	39.000	4,00 €	156.000,00 €
<b>BEGRÜNUNG BÖSCHUNGEN</b>				
Roherde Böschung	m²	25.000	4,00 €	100.000,00 €
Rekultivierungsschicht mit Begrünung	m²	25.000	7,00 €	175.000,00 €
<b>BEFESTIGUNG STRASSEN</b>				
Erdmaterial (ausgewählte Granulometrie) Ebene	m²	14.000	3,00 €	42.000,00 €
Frostschutzschicht	m²	14.000	3,50 €	49.000,00 €
Straßenbelag	m²	14.000	10,00 €	140.000,00 €
<b>ZUSATZ ABDICHTUNG BÖSCHUNGEN</b>		25.000		
Aufpreis min. Dichtung Böschung	m²	25.000	1,50 €	37.500,00 €
Aufpreis KDB auf Böschung	m²	25.000	1,00 €	25.000,00 €
Aufpreis Drainage Geozellen Böschung	m²	25.000	11,00 €	275.000,00 €
Qualitätssicherung Abdichtung	pau-ac	1	40.000,00 €	40.000,00 €
<b>INFRASTRUKTUREN</b>				
Sickerwassersammelsystem	m	1.600	70,00 €	112.000,00 €
Regenwassersammelsystem	m	2.000	50,00 €	100.000,00 €
Umzäunungen mit Toren	m	700	50,00 €	35.000,00 €
Dichtschirm wiederherstellen und integrieren	pau-ac	1	30.000,00 €	30.000,00 €
Abdichtung Fundamentplatte Klubhaus Tennis	pau-ac	1	15.000,00 €	15.000,00 €
Wiederherstellen Tennisplatz	pau-ac	1	50.000,00 €	50.000,00 €
Beregnungsanlage	m²	25.000	1,50 €	37.500,00 €
Beregnungsteich	pau-ac	1	20.000,00 €	20.000,00 €
Regiearbeiten	pau-ac	1	180.000,00 €	180.000,00 €
Verschiedene Arbeiten: Straßen, Zubehör, Mauern, usw.	pau-ac	1	200.000,00 €	200.000,00 €
<b>SICHERHEIT</b>				
Sicherheitsmaßnahmen	pau-ac	1	150.000,00 €	150.000,00 €
<b>Summe Arbeiten</b>				<b>4.563.300,00 €</b>



### Zur Verfügung der Verwaltung

Unvorhergesehenes	5,00%	228.165,00 €
Sicherung Strommast		40.000,00 €
Untersuchungen		100.000,00 €
Technische Spesen		330.000,00 €
Mwst auf Arbeiten und Unvorhergesehenes	10,00%	479.146,50 €
Mwst auf Technische Spesen, Untersuchungen	22,00%	94.600,00 €
<b>Summe zur Verfügung der Verwaltung</b>		<b>1.271.911,50 €</b>

### Zusammenfassung

Arbeiten	4.563.300,00 €
Zur Verfügung der Verwaltung	1.271.911,50 €
<b>Gesamtsumme</b>	<b>5.835.211,50 €</b>

NB: Die Kostenschätzung basiert **auf Marktpreisen**, wie sie bei vergleichbaren Arbeiten erzielt wurden, im Mittel um 15% erhöht.

Die vergleichbaren Arbeiten betreffen im Wesentlichen folgende Projekte:

- Oberflächenabdichtung der "Neuen Deponie von Sigmundskron"  
(ausgeführt im Jahre 2011)
- Errichtung des Erweiterungsbeckens der Deponie Bozen1 – Frizzi Au / Pfatten  
(fertig gestellt im Jahre 2013)
- Oberflächenabdichtung der "Deponie von Malagnino" der AEM in Cremona  
(Arbeiten sind zurzeit noch im Gange).

Bolzano, Mai 2015

## 9. ANLAGEN

- Sammelheft der grafischen Unterlagen
- Gesamtüberblick Lageplan und Details: ABFOLGE DER BAUMASSNAHMEN