



BONIFICHE AMBIENTALI **RENATO**
IN PROVINCIA DI BOLZANO **PALAIÀ**

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL

Landesagentur für Umwelt



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

Agenzia provinciale per l'ambiente

La pubblicazione è stata realizzata ai fini di documentare le opere di bonifica ambientale eseguite dalla Provincia Autonoma di Bolzano fra il 1980 ed il 2010, nell'ambito delle zone produttive con attività industriale pregressa.

Autore

Dr. Ing. Renato Palaia

Ha prestato servizio presso l'Assessorato ai Lavori pubblici dal 1974 al 2008, rivestendo le funzioni di Direttore dell'Ufficio Infrastrutture negli ultimi 14 anni di attività.

Nel gestire la competenza delle opere di urbanizzazione delle zone produttive di interesse provinciale, ha dovuto provvedere fra il 1990 ed il 2008 alla bonifica ambientale di diverse zone contaminate da attività industriali pregresse nella veste di direttore dei lavori e di responsabile di progetto.

Pubblicazione a cura di

Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige
Rip. 29 - Agenzia provinciale per l'ambiente

Edizione

Marzo 2015

Grafica

Giulia Palaia per IELLOPEIPER
www.iellopeiper.com

Stampa

Tipografia Grafidea
www.grafideabolzano.it
stampato su carta riciclata al 100%

PAROLE DI SALUTO

Fra gli anni '90 del secolo scorso ed il primo decennio del 2000 la Giunta Provinciale ha provveduto, preliminarmente all'urbanizzazione di vecchie zone industriali, all'esecuzione di consistenti bonifiche ambientali dei terreni, per rimuovere le contaminazioni derivanti dalle attività produttive pregresse. Quest'operazione ha coinvolto contestualmente gli Assessorati alla tutela dell'Ambiente, ai lavori pubblici ed all'industria e artigianato e si è compiuta con l'apporto concreto dell'Ufficio Infrastrutture e dell'Ufficio gestione rifiuti, che nell'ambito delle rispettive competenze hanno applicato scrupolosamente le leggi nazionali e provinciali in materia ambientale. Si è ottenuto come risultato, oltre al risanamento delle aree, anche la riduzione drastica della contaminazione della falda a sud delle zone interessate, con un conseguente beneficio per la popolazione.

In quest'occasione vorrei ricordare che l'Assemblea Generale delle Nazioni unite ha proclamato il 2015 come Anno Internazionale del Suolo. L'obiettivo principale è quello di mettere in evidenza la fondamentale importanza del suolo. Non solo per il suo ruolo nel garantire la sicurezza alimentare e il mantenimento della biodiversità, ma anche per la sua funzione di mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici. Il suolo è infatti una risorsa limitata che va per questo rispettata e tutelata: si calcola che, a livello mondiale, circa il 33% del suolo sia da moderatamente a fortemente degradato a causa dell'erosione, dell'acidificazione, della salinizzazione, dell'esaurimento dei nutrienti, dell'inquinamento chimico e della compattazione.

Un ringraziamento va quindi a quanti, nel rispettivo ruolo istituzionale, hanno permesso di raggiungere un importante traguardo per la bonifica di terreni nelle vecchie zone industriali salvaguardando in tal modo anche del suolo prezioso per future generazioni.



Dott. Richard Theiner
Assessore provinciale per lo sviluppo
del territorio, l'ambiente e l'energia

INDICE

Prefazione Normativa giuridica Relazione generale	4
Bonifica zona produttiva Alumina 1 e 2	12
Bonifica zona produttiva ex Magnesio	18
Bonifica zona produttiva Alumina 3	24
Bonifica zona produttiva di Sinigo	36
Bonifica zona produttiva Sinigo-Merano ex mensa MEMC	42
Bonifica Collina Bolzano Sud	46
Bonifica con misure di sicurezza Discarica Castel Firmiano	50
Messa in sicurezza permanente discarica Rio Valsura	58
Bonifica futuro polo scientifico e tecnologico di Bolzano (ex area Alcoa1)	62
Effetti della bonifica ambientale	68

PREFAZIONE

4

A partire dagli anni '90 del secolo scorso, la Provincia Autonoma di Bolzano ha deciso di acquisire tutte le aree industriali dismesse, per interruzione delle attività iniziate fra le due guerre mondiali, e di trasformarle in zone produttive di interesse provinciale. L'obiettivo è stato quello di consentire una riconversione di tali aree e di destinarle ad insediamenti artigianali, commerciali e di piccola industria.

Il retaggio in termini di inquinamento ambientale lasciato dalle precedenti aziende, ha obbligato la nuova proprietà ad affrontare degli onerosi interventi di risanamento dei terreni, che hanno coinvolto, operativamente, l'Ufficio Infrastrutture e l'Ufficio Impianti smaltimento rifiuti e, in veste di controllo, l'Ufficio Gestione rifiuti, tutti appartenenti all'Amministrazione Provinciale.

Aspetto interessante da sottolineare è che, nell'arco dei ca. 20 anni in cui si sono effettuate le bonifiche, la legislazione nazionale in materia di smaltimento dei rifiuti ha avuto un progressivo sviluppo, partendo da normative generiche, che lasciavano ampio spazio interpretativo agli operatori ambientali, per arrivare a normative sempre più dettagliate e vincolanti. L'approccio alle bonifiche è quindi cambiato nel tempo, passando da una sorta di preistoria dei risanamenti ad una storia moderna, molto influenzata dalla crescita della sensibilità ambientale nella società e dall'avvento di sempre nuove tecnologie di trattamento dei terreni.

La Provincia Autonoma di Bolzano ha mantenuto in questi anni un atteggiamento di pieno rispetto delle leggi, man mano che queste venivano emanate, ed ha ottenuto nel settore dei risultati tecnici pregevoli. Oltre alla rimozione delle contaminazioni dai terreni, ha realizzato anche un risanamento delle falde acquifere, con conseguenti notevoli vantaggi per la salute dei cittadini.

La scarsa visibilità delle opere di risanamento non ne diminuisce l'importanza notevole che esse hanno assunto ed assumono per il ripristino delle condizioni ambientali, compromesse in passato da una politica industriale poco rispettosa del contesto in cui noi cittadini viviamo e lavoriamo.

A conclusione di questo intenso ciclo di interventi ambientali, si è ritenuto opportuno predisporre la presente pubblicazione, per informare la pubblica opinione sulle modalità generali, con cui sono state eseguite le bonifiche della Provincia, utilizzando un linguaggio di immediata comprensione per tutti quelli che volessero prendere conoscenza di tale materia.

NORMATIVA GIURIDICA

Le più recenti leggi e normative, impongono e dettano le modalità operative per l'esecuzione delle bonifiche, con l'entrata in vigore del "Decreto legislativo n.152 del 3 Aprile 2006" (norme in materia ambientale) ed il precedente Decreto Ministeriale del 25 ottobre 1999, n. 471 si è data completa attuazione dell'articolo 17 del Dlgs 22/1997 "Decreto Ronchi" recante le norme in materia di bonifica dei siti contaminati. Il principio generale, previsto dall'articolo 17 del "Decreto Ronchi" e ripreso dall'articolo 7 del DM 471/1999 è quello secondo il quale chiunque cagiona, anche accidentalmente, il superamento dei valori limite di accessibilità fissati dall'allegato 1 al DM 471/1999 o ne determina il pericolo concreto ed attuale, dovrà provvedere alla realizzazione degli interventi di messa in sicurezza di emergenza, bonifica e ripristino ambientale per eliminare l'inquinamento. Ciò significa che l'obbligo di bonifica scatta non soltanto in maniera automatica in conseguenza di fatti illeciti, ma anche in via obbligatoria dopo un incidente, "anche in maniera accidentale", quando cioè non è possibile configurare una responsabilità dolosa o colposa in capo al responsabile.

Lo stesso principio si applica nell'ambito del territorio provinciale dal 2005 attraverso la "Deliberazione della Giunta Provinciale n.1072 del 4 aprile 2005", che regola le "Disposizioni relative a bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati".

La storia delle bonifiche in Provincia di Bolzano si sviluppa in tre periodi, contraddistinti dal cambiamento della normativa vigente in materia:

<u>pre 1999</u>	quindi prima dell'entrata in vigore del DM 471/1999, dove gli obiettivi di bonifica erano fissati nell'ambito dell'appalto
<u>1999-2005</u>	dove si adottavano per la bonifica i criteri del DM 471/1999
<u>post 2005</u>	dove trova applicazione esclusivamente la D.G.P. 1072/2005

RELAZIONE GENERALE

6

PREMESSA

excursus storico

Nel periodo intercorso fra le due guerre mondiali, lo Stato Italiano ha favorito l'insediamento nella zona comunemente denominata "Zona industriale di Bolzano" di alcune grosse attività produttive, che hanno contribuito a creare un nuovo assetto urbanistico alla città di Bolzano nonché alla crescita della componente "operaia" della popolazione del capoluogo.

Tali attività hanno acquistato rilevanza notevole per il ruolo assunto in campo nazionale ed europeo, sia in termini di quantità che di qualità della produzione e della sua buona collocazione in ambito commerciale. Analoga operazione è stata eseguita, nel medesimo periodo storico, presso la località di Sinigo nel Comune di Merano. Questo sito è stato oggetto di una bonifica dei terreni di origine alluvionale, ai fini di consentire l'insediamento dello stabilimento chimico della Montecatini e contestualmente la costituzione di una comunità operaia, destinata ad "italianizzare" la zona.

tipologia zone produttive e collocazione geografica

A Bolzano trovarono collocazione l'industria "Magnesio", che occupava un'area di ca. 15 ha, alla destra di via Buozzi, e produceva leghe di magnesio, attraverso la lavorazione della dolomite, l'industria "Alumix", che, su un'area di ca. 20 ha alla sinistra di via Buozzi, provvedeva alla produzione di alluminio, partendo, come materia prima, dalla bauxite ed infine l'ancora esistente industria siderurgica delle "Acciaierie", che, inserita all'interno di un'area di ca. 5,5 ha a nord di via Volta, ha fondato la sua attività sulla produzione di acciai speciali.

A Sinigo la Montecatini e successivamente la Montedison hanno prodotto concimi azotati; più recentemente la Dynamit Nobel si è specializzata nella produzione di acido cloridrico, rimanendo in attività fino all'avvento dell'attuale MEMC.

riconversione delle aree vetero industriali

7

Fra il 1990 ed il 2005 gran parte delle industrie appena descritte hanno interrotto o ridotto la loro attività, a causa della rapida crescita della concorrenza straniera e dell'aumento contemporaneo dei costi di produzione.

È pertanto scomparsa dalla scena di Bolzano l'antica "Magnesio", ha ridotto l'area produttiva "l'Alumix", mentre le "Acciaierie" si sono orientate verso una produzione tecnologicamente più specializzata.

A Sinigo la MEMC ha occupato circa la metà dell'area produttiva originale, in base alle esigenze strettamente necessarie alla sua attività (riferita alle tecnologie più avanzate).

Le aree divenute così disponibili sono state acquistate dalla Provincia Autonoma di Bolzano, che ha avviato per esse un piano di totale riconversione delle attività produttive, allargando gli insediamenti alle aziende artigianali, commerciali e della piccola e media industria.

RISANAMENTI AMBIENTALI

eredità ambientali delle vecchie industrie

L'utilizzo di tali aree ha richiesto, come operazione preliminare alla nuova urbanizzazione delle aree ed alla loro assegnazione alle nuove aziende produttive, la bonifica dei terreni dall'inquinamento prodotto dalle attività pregresse.

Tale inquinamento, parzialmente giustificabile con la mancanza di una sensibilità ambientale nonché con l'inesistenza di leggi di tutela del territorio nel periodo storico di attività delle vecchie industrie, si è prodotto attraverso l'interramento nei piazzali esterni agli stabilimenti delle scorie delle diverse lavorazioni, attraverso la dispersione nel sottosuolo di oli di vario genere, nonché attraverso il deposito di materiali inquinanti di origine esterna.

La "Magnesio" ha in parte stoccato ed in parte sotterrato il silicato bicalcico, ed ha accolto nel contempo quantitativi non irrilevanti di scorie delle "Ac-

ciaierie”, contaminando praticamente tutta l’area di contorno alla fabbrica; l’”Alumix” ha disperso nel terreno i fluoruri provenienti dagli alti forni per la produzione dell’alluminio, aggiungendovi scorie altamente tossiche di amianto nonché idrocarburi percolanti fino alla falda;

le “Acciaierie” hanno prodotto inquinamento da scorie, da oli e da metalli pesanti;

la “Montedison” e la “Dynamit Nobel” hanno anch’esse rilasciato nel terreno le scorie delle rispettive attività produttive, generando nel sottosuolo e nella falda forti contaminazioni da metalli pesanti e da ammoniaca;

a queste forme di contaminazione ambientale di origine industriale si è aggiunta a Bolzano la formazione, a partire dagli anni ‘50, di un deposito di rifiuti di varie provenienze sull’argine sinistro del fiume Isarco (Collina Bolzano Sud), che è cresciuto nel tempo in assenza di qualsiasi misura di sicurezza e di protezione della falda;

anche nella zona di Castel Firmiano sono stati conferiti alla vecchia ed alla nuova discarica in sito i rifiuti derivanti da attività industriali pregresse. Questo conferimento ha determinato contaminazioni del sottosuolo e produzione di gas nocivi.

STUDIO IDROGEOLOGICO-AMBIENTALE E BONIFICHE

Piano di caratterizzazione e progetto delle bonifiche

Con l'entrata in vigore delle nuove leggi ambientali, si è dovuto procedere alla elaborazione di una precisa indagine geologico ambientale, attraverso l'esecuzione di una stretta rete di sondaggi del terreno, il prelievo di campioni di materiale e la loro analisi per la classificazione ambientale. Attraverso questa indagine si è redatto il piano di caratterizzazione del sito ovvero la mappa di distribuzione sulle aree dei diversi inquinamenti sia in termini qualitativi che quantitativi.

In una fase successiva sono stati elaborati il progetto preliminare ed il progetto definitivo di bonifica, corredato da tutti gli interventi necessari per il risanamento dei terreni e della falda acquifera.

modalità di esecuzione delle opere di risanamento

In tutti i siti appena descritti, con riferimento particolare per la ex "Magnesio" e la ex "Alumix", si è proceduto all'esecuzione di scavi dei terreni inquinati, al loro stoccaggio separato secondo tipo e grado di inquinamento, alla loro vagliatura con la separazione fra materiali fini, contaminati, e materiali grossolani, puliti, e quindi riutilizzabili, al trasporto e conferimento alle diverse discariche, in base alla loro classificazione di tossicità dei materiali rimasti inquinati, ad eventuali trattamenti di lavaggio di terreni omogenei ed infine, dove necessario, alla pulizia della falda attraverso il "pescaggio" degli oli.

Per le "Acciaierie", in quanto ancora in piena attività, si sono eseguite solamente bonifiche parziali, il cui onere è stato sostenuto in parte dalla precedente proprietà Falk e in parte dalla Provincia.

Per l'area di Sinigo il terreno inquinato è stato scavato fino ad una profondità di 2,00-3,00 m e raccolto in una discarica in sito, realizzata a piè di monte della scarpata rocciosa, che si erge lungo il confine nord-est della zona produttiva.

Per la Collina di Bolzano Sud si è provveduto alla sua totale asportazio-

ne, con trasporto prevalente del materiale contaminato alla discarica di Castel Firmiano (rifiuti poco contaminati) e parziale in Germania (rifiuti molto contaminati).

Per la discarica di Castel Firminano è stata eseguita una bonifica con misure di sicurezza, con opere di drenaggio, con impermeabilizzazione superficiale ed inerbimento della superficie.

Per la discarica del Rio Valsura è stata eseguita una messa in sicurezza permanente, con impermeabilizzazione ed inerbimento superficiale nonché realizzazione di una stazione per la combustione del biogas aspirato dal corpo della discarica.

Per l'area del futuro "Parco scientifico e tecnologico di Bolzano" è stato effettuato uno scavo per la rimozione e lo smaltimento del terreno contaminato, che ha comportato anche opere di demolizione. Una parte limitata di terreno a bassa contaminazione è stato depositato nella zona Alumina 3 ai fini di un suo riutilizzo futuro in sito. Lo scavo di bonifica ha anticipato in parte lo scavo per la realizzazione del previsto parcheggio sotterraneo del Parco.

Complessivamente nelle zone produttive di Bolzano si è avuta una movimentazione di ca. 430.000 mc di materiale, dei quali due terzi sono stati smaltiti e la restante parte riutilizzata, mentre in quella di Sinigo ca. 100.000 mc, cui si aggiungono i ca. 20.000 mc della vicina zona ex Mensa MEMC. Per la Collina di Bolzano sud, si sono smaltiti 300.000mc di rifiuti. Per la discarica del Rio Valsura non c'è stata movimentazione di rifiuti.

RISULTATO DELLE BONIFICHE

Per i terreni sottoposti alle operazioni prima descritte, l'Ufficio Gestione Rifiuti ha rilasciato un certificato di bonifica, che ne attesta il totale risanamento secondo i parametri richiesti per le zone residenziali o quasi totale secondo i parametri richiesti per le zone industriali.

Contemporaneamente, attraverso il monitoraggio con appositi piezometri, è stato accertato il ripristino della potabilità delle acque di falda, con esclusione della falda di Sinigo, i cui tempi di risanamento naturale sono stati calcolati in ca. 100 anni.

Le aree bonificate della "Magnesio" e dell'"Alluminia (1 e 2)" sono state dichiarate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio "siti di interesse nazionale", rispetto ai quali, lo stesso Ministero ha monitorato e controllato tutti gli interventi di bonifica del suolo e della falda effettuati dall'Amministrazione Provinciale.

COSTI COMPLESSIVI

A Bolzano, su una superficie totale di quasi 27 ha sottoposti a bonifica, i costi di risanamento hanno raggiunto complessivamente ca. 47.000.000,00 €, equivalenti ad un costo unitario di 174,00 €/mq. A questi si aggiungono ca. 11.000.000,00 € per l'asportazione della Collina di Bolzano Sud e 25.000.000 € per la bonifica con misure di sicurezza della discarica Castel Firmiano. Perciò si ottiene una somma di ca. 83.000.000,00 €.

A Sinigo, su una superficie lorda di ca. 9 ha (comprensiva della discarica), la bonifica ha raggiunto il costo di ca. 6.500.000,00 €, cui si aggiungono i 750.000,00 € richiesti dal risanamento della piccola zona ex Mensa MEMC. Per la messa in sicurezza della discarica del Rio Valsura si è raggiunta la spesa di ca. 2.000.000,00 €.

COSTI COMPLESSIVI: 92.250.000 €

BONIFICA ZONA PRODUTTIVA ALUMINIA 1 e 2 (BOLZANO)

12

Epoca di esecuzione	1996 - 2003
Superficie lorda area	8,73 ha
Costi	17.500.000,00 €
ESECUTORE BONIFICA	Ripartizione 10 Infratrutture: Dr. Ing. Alois Stadler Ufficio Infrastrutture: Dr. Ing. Renato Palaia Progettista: Dr. Ing. Guglielmo Concer Responsabile di progetto: Dr. Ing. Renato Palaia Direttore dei lavori: Dr. Ing. Renato Palaia Assistente ai lavori: Geom. Stefano Binelli
ORGANO DI CONTROLLO	Ufficio Gestione Rifiuti: Dr.ssa Verena Trockner
IMPRESA APPALTATRICE	Damonte / ICES Servizi Industriali Baraldi Cooperativa Selciatori
Sitografia	www.ecotecgroup.com (Soil Washing)

Situazione geologica e ambientale

Sull'area destinata alla zona produttiva Alumina 1 e 2 ha trovato sede fino agli anni 80 la società ALUMIX, la cui attività di produzione industriale dell'alluminio è stata accompagnata in modo sistematico dalla dispersione nel terreno delle sostanze di rifiuto da essa derivanti e costituite essenzialmente da fluoruri provenienti dagli alti forni, scorie altamente tossiche di amianto nonché idrocarburi percolanti fino alla falda.

13

Progettazione

Con l'entrata in vigore delle nuove leggi ambientali, si è dovuto procedere alla elaborazione di una precisa indagine geologico ambientale, attraverso l'esecuzione di una stretta rete di sondaggi del terreno, il prelievo di campioni di materiale e la loro analisi per la classificazione ambientale. Attraverso questa indagine si è redatto **il piano di caratterizzazione** del sito ovvero la mappa di distribuzione sulle aree dei diversi inquinanti sia in termini qualitativi che quantitativi.

In una fase successiva è stato elaborato il progetto di bonifica preliminare e definitivo, corredato da tutti gli interventi necessari per il risanamento dei terreni e della falda acquifera.

Esecuzione bonifiche

Nel sito in questione si è proceduto pertanto all'esecuzione di scavi dei terreni inquinati, al loro stoccaggio separato secondo tipo e grado di inquinamento, alla loro vagliatura, eventualmente ripetuta, con la separazione fra materiali fini, contaminati, e materiali grossolani, puliti, e quindi riutilizzabili, al trasporto e al conferimento alle diverse discariche, in base alla classificazione di tossicità dei materiali rimasti inquinati, ad eventuali trattamenti di lavaggio dei terreni omogenei ed infine, dove necessario, alla pulizia della falda dagli oli di percolazione. La classificazione ad opere dell'Ufficio Gestione Rifiuti, cui spetta il compito di attribuire loro un codice di conferimento e quindi determinarne la possibile destinazione: discarica per rifiuti non pericolosi, discarica per rifiuti pericolosi, riutilizzo (che si sono indicati per comodità come rifiuti gialli, rossi e verdi).

Complessivamente nella zona produttiva si è avuta una movimentazione di ca. 200.000 mc di materiale, dei quali due terzi sono stati smaltiti (nella discarica di Vadena, in discariche del Veneto, in depositi autorizzati per il riutilizzo del materiale a basso inquinamento) e la restante parte riutilizzata.

Per la **Zona Aluminia 2**, il piano di caratterizzazione ha omesso di valutare nell'operazione di bonifica lo stato fisico del materiale inquinato: in luogo del previsto materiale sciolto, su una parte consistente dell'area, si sono incontrati blocchi di calcestruzzo, derivanti da demolizioni pregresse di vecchi capannoni industriali, per i quali l'inquinamento risultava limitato ad un ridotto spessore superficiale. L'impostazione iniziale del risanamento, che prevedeva come procedimento privilegiato il lavaggio del materiale, è stata conseguentemente abbandonata e sostituita da un trattamento così articolato:

frantumazione dei blocchi, vagliatura del materiale e classificazione tramite analisi chimiche del materiale grossolano (sopravaglio) e di quello fino (sottovaglio). Il cambiamento del programma di bonifica ha determinato una riduzione dei costi, sufficiente da assorbire l'aumento delle quantità di materiale trattato, senza la necessità di ricorso a perizie di variante suppletive.

Per i terreni sottoposti alle operazioni prima descritte, l'Ufficio Gestione Rifiuti ha rilasciato un certificato di avvenuta bonifica, che ne attesta il risanamento secondo i parametri richiesti per le zone industriali, anche se in parte, sono stati raggiunti addirittura i limiti residenziali.

Contemporaneamente, attraverso il monitoraggio con appositi piezometri, è stato accertato il ripristino della potabilità delle acque di falda.

Per ca. 30.000 mc di materiale inquinato, proveniente dalla bonifica della **Zona Aluminia 1**, previo loro stoccaggio su un'area provvisoriamente libera a sud della zona ex Magnesio, si è proceduto al lavaggio del terreno (**Soil Washing**), con un apposito impianto (tecnologicamente simile agli impianti di betonaggio, che prelevano la ghiaia e la sabbia dai corsi d'acqua). Il materiale è stato sottoposto ad una preventiva vagliatura, con la conseguente separazione del materiale fino da quello più grossolano. Entrambe le pezzature hanno subito il lavaggio in acqua additivata con adeguati solventi. Il materiale grossolano, che, sulla base di periodiche analisi chimiche a campione, è risultato del tutto decontaminato, è stata portato a riutilizzo immediato, senza limitazioni; di-

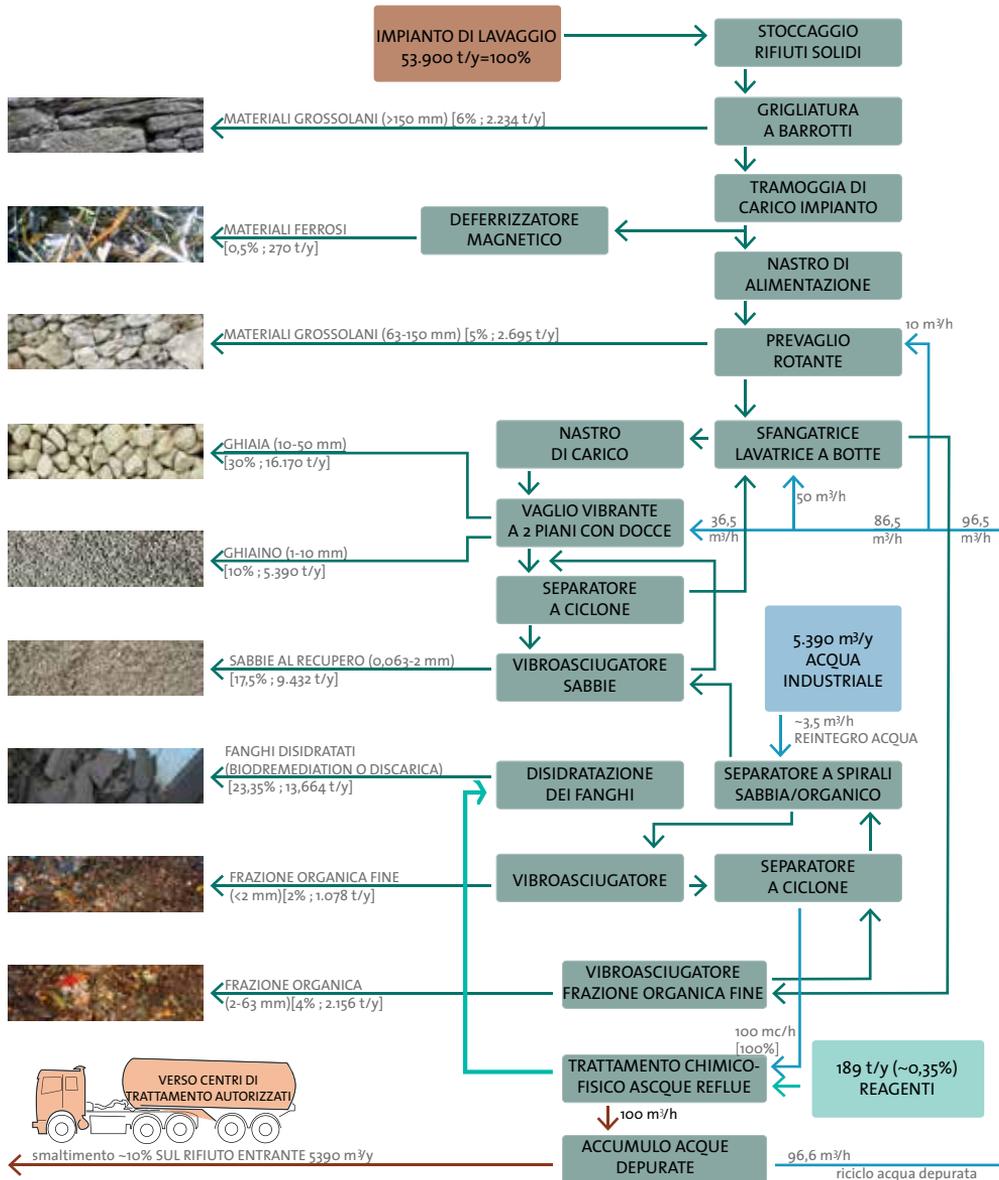
versamente per il materiale fino, sono stati aggiunti cicli di lavaggio per sciogliere le sostanze contaminanti; per la frazione che ha conservato, nonostante il trattamento, un grado di contaminazione medio e quella che è rimasta nella condizione iniziale, si è dovuto provvedere allo smaltimento in due diversi tipi di discariche. L'acqua utilizzata per il lavaggio del materiale, per ogni ciclo di lavaggio concluso ha richiesto un suo smaltimento specifico, causa l'elevatissimo contenuto di sostanze pericolose.

La tecnologia del lavaggio, che nelle intenzioni ed aspettative dell'Ufficio Gestione Rifiuti, avrebbe dovuto garantire un rendimento del 75%, di fatto si è fermata ad un mediocre 25%. Le cause sono da addebitare alla disomogeneità della contaminazione e della granulometria del terreno trattato, che avrebbero richiesto una continua ritaratura dell'impianto secondo le diverse condizioni, con costi conseguentemente molto rilevanti. L'impresa aggiudicataria dei lavori non è stata in grado di affrontare tecnicamente questa difficoltà, che avrebbe richiesto una presenza continua di esperti in materia e di mano d'opera specializzata nonché una scelta ed un dosaggio appropriato dei solventi. L'esperienza è risultata estremamente utile in vista di un eventuale reimpiego della tecnologia in opere di bonifica dei terreni, per le quali si considerasse certo il suo funzionamento, tuttavia partendo da parametri di impostazione più precisi (tipo e grado di contaminazione, granulometria del materiale da lavare).



esempio di impianto di lavaggio terreni (soil washing) - fonte: www.ecotecgroup.com

BONIFICA ZONA PRODUTTIVA ALUMINIA 1 e 2 (BOLZANO)



schema di flusso impianto soil-washing - fonte: www.ecotecgroup.com

Il presente schema ed i relativi dati di portate costituiscono un modello di impianto per il trattamento di terre contaminate già realizzato in più esemplari e che ha prodotto risultati eccellenti. Può essere adattato e modificato sulla base di specifiche esigenze progettuali.

BONIFICA ZONA PRODUTTIVA EX MAGNESIO (BOLZANO)

18

Epoca di esecuzione	2000 - 2003
Superficie lorda area	15,46 ha
Costi	16.500.000,00 €
ESECUTORE BONIFICA	Ripartizione 10 Infrastrutture Dr. Ing. Alois Stadler Ufficio Infrastrutture Dr. Ing. Renato Palaia Progettista Dr. Ing. Siegfried Unterberger Responsabile di progetto Dr. Ing. Giuseppe Morello Direzione e assistenza lavori Dr. Ing. Siegfried Unterberger Dr. Ing. Federico Pasquali
ORGANO DI CONTROLLO	Ufficio Gestione Rifiuti Dr.ssa Verena Trockner
IMPRESA APPALTATRICE	Bonatti (1 ^a fase) ATI Oberosler Cav. Pietro, Wipptaler Bau, Pasquazzo.(Opere completamento)
Sitografia	www.ropf.net (Skimmer a nastro)

Situazione geologica e ambientale

All'epoca dell'acquisizione dell'area, la situazione del terreno, di origine alluvionale, risultava fortemente compromessa dall'inquinamento connesso con le attività industriali pregresse della "Società del Magnesio e leghe del Magnesio", che aveva in parte stoccato ed in parte sotterrato il silicato bicalcico, residuo della produzione del magnesio, ed aveva accolto nel contempo quantitativi non irrilevanti di scorie delle "Acciaierie" e di rifiuti urbani di ignota provenienza, contaminando il sottosuolo di quasi tutta l'area di contorno alla fabbrica, con particolare concentrazione nella parte sud. (Materia prima per la produzione del magnesio la dolomite, che veniva trasformata per calcinazione in ossido di magnesio, e da questo, per riduzione chimica mediante silicio, in magnesio puro/scoria residua di tale lavorazione il silicato bicalcico).

Le sostanze inquinanti presenti nel sottosuolo risultavano costituite pertanto da: silicato bicalcico puro, silicato bicalcico misto a terra, silicato bicalcico misto a scorie, scorie, rifiuti urbani in sacchetti nonché oli esausti. Tutti i materiali hanno richiesto una classificazione secondo codice di conferimento, che volta per volta veniva loro attribuito, sulla base delle analisi chimiche, dall'Ufficio Gestione Rifiuti, e sono stati conferiti alle discariche autorizzate per i suddetti codici.

Venendo meno la Magnesio, quale responsabile delle contaminazioni, all'obbligo, sancito da una Convenzione con la Provincia, di effettuare le necessarie opere di risanamento, è dovuta intervenire direttamente la Provincia con la seguente programmazione.

Progettazione

Si è proceduto alla elaborazione di un'indagine geologico ambientale, attraverso l'esecuzione di una rete di sondaggi del terreno, il prelievo di campioni di materiale e la loro analisi per la classificazione ambientale. Attraverso questa indagine si è redatto il piano di caratterizzazione del sito ovvero la mappa di distribuzione sulle aree dei diversi inquinamenti sia in termini qualitativi che quantitativi. La maglia, eccessivamente larga, adottata per la rete di campionamento dei terreni ha reso il piano del tutto inattendibile rispetto alla reale situazione ambientale della zona, che è risultata notevolmente più compromessa rispetto alle previsioni sommarie indicate dai geologi.

In una fase successiva è stato elaborato il progetto preliminare e definitivo di bonifica, corredato da tutti gli interventi necessari per il risanamento dei terreni e della falda acquifera.

Esecuzione opere

Per ogni maglia della rete di distribuzione dell'inquinamento, il risanamento si è sviluppato attraverso le seguenti operazioni: l'esecuzione degli scavi dei terreni inquinati, il loro stoccaggio in cumuli distinti secondo tipo e grado di inquinamento, la loro vagliatura con la separazione fra materiali fini, contaminati (di sottovaglio) e materiali grossolani (di sopravaglio), puliti, e quindi riutilizzabili, l'ulteriore conseguente stoccaggio in sotto cumuli diversi, ed in fine il trasporto e conferimento alle diverse discariche, in base alla classificazione di tossicità dei materiali rimasti inquinati, secondo i codici C.E.R. loro attribuiti dall'Ufficio Gestione Rifiuti. Quanto sopra in seguito a regolari campionamenti dei terreni e a sistematiche analisi chimiche per ogni 1.000 mc di materiale. Le analisi, eseguite secondo la metodologia CNR-IRSA, si sono effettuate sul "tal quale" e/o sull'"eluato" (prova di cessione in acido acetico), secondo le indicazioni dell'Ufficio Gestione Rifiuti; il secondo tipo di analisi ha rilevato sempre un maggiore grado di contaminazione, rispetto al primo.

Particolare rilevanza tecnica ha avuto l'operazione di **pulizia della falda inquinata da idrocarburi esausti**, in corrispondenza di un'area circoscritta al centro della zona, sulla base di un progetto specifico redatto dal Dr. Geol. Alessandro Bozzani, così articolata:

esecuzione di uno scavo fino a quota -3,00 m sotto il livello della falda (con diametro al fondo di ca. 25 m, tale da comprendere la proiezione dell'area contaminata);

creazione di una barriera galleggiante in "salsicciotti di polipropilene", in corrispondenza del limite sud dello specchio d'acqua;

parziale "assorbimento", tramite opportuni panni idrorepellenti, degli oli in sospensione sulla superficie della falda

contestuale "pescaggio" degli oli con un nastro trasportatore (**skimmer a nastro**), che entrando nella falda catturava gli oli per adesione, spinti nella direzione del nastro da una pompa sommersa; quindi, venendo rimossi da un rullo pressante, li scaricava in una tramoggia di raccolta e, da questa in appositi bidoni, perchè potessero poi essere regolarmente smaltiti.

L'operazione, che non ha interessato gli strati profondi sotto il livello della falda, ha dato un discreto risultato, in relazione al suo carattere sperimentale, benché abbia comportato un aumento dei costi di bonifica di ca. 1 miliardo di lire. Il risanamento

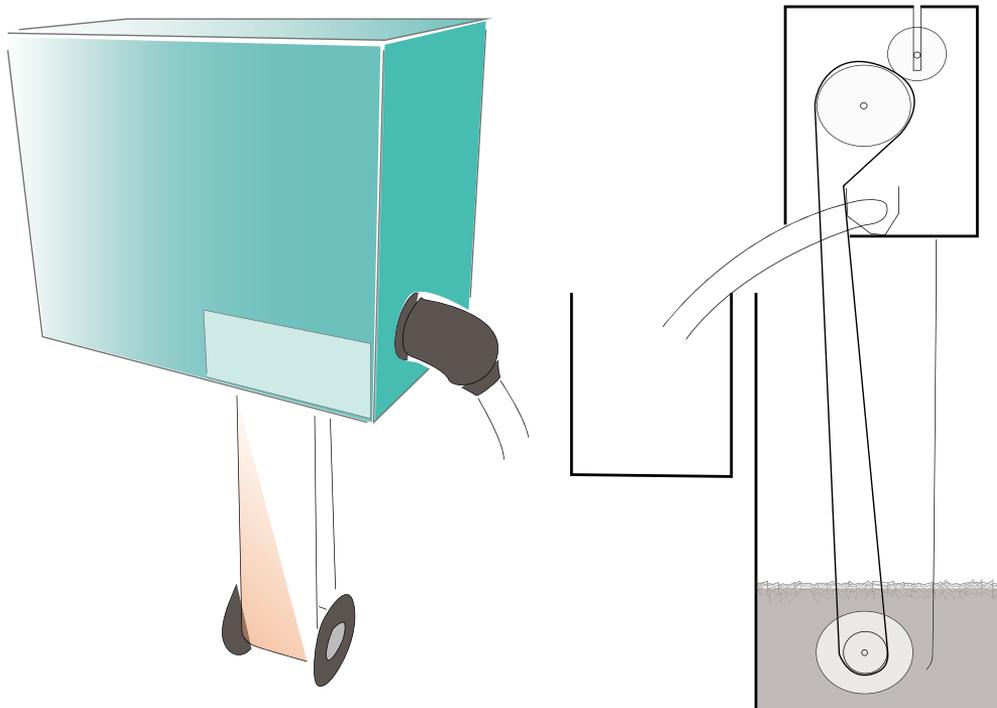
della falda non è proseguito oltre la profondità di progetto (di - 3,00 m), per evitare ulteriori spese, essendosi altresì constatato che la ridotta velocità della falda non era in grado di staccare dalle particelle lapidee del sottosuolo la pellicola di olio ad esse aderente per la sua elevata viscosità, e che quindi risultava fisicamente impossibile un trascinarsi a valle della contaminazione.

A bonifica ultimata, sulla base dei certificati di avvenuta bonifica rilasciati dall'Ufficio Gestione Rifiuti, l'originale rete risultava così suddivisa:

maglie con risanamento fino ai limiti della colonna A, tabella 1
(per siti residenziali)

maglie con risanamento fino ai limiti della colonna B, tabella 1
(per siti industriali)

La scarsa attendibilità del piano di caratterizzazione, derivante dall'adozione di una maglia di sondaggi troppo larga e la conseguente inevitabile approssimazione, in termini riduttivi, del progetto di bonifica, hanno determinato una lievitazione dei costi di risanamento rispetto alla stima preventivata, obbligando alla suddivisione del progetto delle bonifiche e delle infrastrutture in due lotti distinti.



skimmer a nastro - fonte: www.ropf.net

Rimuove le perdite di olio gallegginate, schiuma di olio, batteri ecc. dall'acqua e dalle superfici dei refrigeranti

Il nastro di rimozione dell'olio viene immerso nell'acqua. L'acqua viene respinta e l'olio aderisce alla superficie del nastro. Attraverso una leggera rotazione del nastro l'olio viene rimosso da un rullo pressante.



bonifica contaminazione da oli con impiego di skimmer
foto di Dr. Geol. Alessandro Bozzani

BONIFICA ZONA PRODUTTIVA ALUMINIA 3 (BOLZANO)

24

Epoca di esecuzione	2005 - 2009
Superficie lorda area	2,50 ha (esclusa fonderia SAPA)
Costi	8.500.000,00 €
ESECUTORE BONIFICA	Ripartizione 10 Infrastrutture Dr. Ing. Valentino Pagani Ufficio Infrastrutture Dr. Ing. Renato Palaia Progettista Dr. Ing. Guglielmo Concer Responsabile di progetto Dr. Ing. Renato Palaia Direttore dei lavori Dr. Ing. Renato Palaia Assistente ai lavori Geom. Stefano Binelli
ORGANO DI CONTROLLO	Ufficio Gestione Rifiuti Dr. Giulio Angelucci
IMPRESA APPALTATRICE	ATI Unieco, Baraldi
Sitografia	Soil vapor extraction/bioventing – Creawater (SVE) www.youtube.com - Vaglio rotante T4 TerraSelect W Ladurner (Rotovaglio)

Situazione geologica e ambientale

Il terreno, di origine alluvionale, risulta fortemente contaminato dagli smaltimenti di scorie industriali connessi con l'attività pregressa della Società Alumix per la produzione dell'alluminio (materia prima la bauxite o l'allumina, da cui veniva ricavato l'ossido di alluminio e da questo per elettrolisi l'alluminio). Le sostanze inquinanti sono le seguenti:

Fluoruri solubili ed insolubili, contenuti nella criolite, utilizzata per abbassare la temperatura di fusione della bauxite o dell'allumina, dalla quale veniva ricavato l'alluminio.

Idrocarburi (infiltrazioni di oli pesanti nel terreno e nella falda) per effetto di perdite da cisterne.

Amianto, prevalentemente in scaglie, materiale di cui erano costituiti i canali di gronda dei fabbricati industriali, nonché tubazioni varie e guarnizioni.

La distribuzione non uniforme dell'inquinamento ha consigliato di costruire, sulla base dei dati di rilievo geologico e ambientale, una fitta rete a maglie di 10 m di lato (ridotto a 5 m in alcune zone a più intenso inquinamento), nella quale ciascuna maglia è caratterizzata, in base alla concentrazione degli elementi di contaminazione ed alla loro distribuzione stratigrafica (secondo spessori del terreno di 2 m, dal piano di campagna fino alla profondità massima di - 8,00 m).

Progettazione

Successivamente alla elaborazione del piano di caratterizzazione, è stato redatto il progetto preliminare e definitivo di bonifica, di cui in data 26.01.2005 si è avuta l'approvazione da parte della Conferenza dei Servizi.

Tale progetto prevedeva la suddivisione della zona in tre fasce longitudinali, di cui la più interna (larghezza di ca. 35 m) doveva essere bonificata integralmente, la fascia mediana (larghezza di ca. 39 m) veniva destinata al contenimento del materiale a bassa contaminazione ($32.000 \text{ mc} < 3.000 \text{ mg/kg F}$), tramite la realizzazione di una mes-

sa in sicurezza a cappotto opportunamente monitorata, la fascia esterna, parallela a via Brida, (larghezza ca. 15 m), doveva contenere il materiale a medio inquinamento (15.000 mc < 9.000 mg/kg F), con una messa in sicurezza a perfetta tenuta stagna, anch'essa dotata di monitoraggio. Le tre fasce potevano avere urbanisticamente una destinazione ed un utilizzo diversificati. Il materiale maggiormente inquinato aveva come destinazione ineluttabile le discariche per rifiuti pericolosi.

Esecuzione

26

In corso d'opera il progetto è stato modificato sostanzialmente con la soppressione delle due fasce di messa in sicurezza e la bonifica pressoché integrale del terreno, con la conseguente creazione delle condizioni per un utilizzo libero di quasi tutta l'area. Questo in virtù del trattamento e recupero parziale del terreno contaminato, garantito dalle attrezzature tecnologiche impiegate dall'impresa appaltatrice.

Le maglie sono state accorpate o suddivise secondo grado e tipologia dell'inquinamento reale, così come veniva accertato in sito con l'avanzare delle operazioni di scavo; ciò ha determinato un consistente cambiamento della mappa delle aree contaminate, rispetto a quella risultante dal progetto originale.

Nell'area a valle della fonderia, preventivamente apprestata, e in un tempo successivo nell'area appositamente asfaltata a nord -est della stessa fonderia, è stato eseguito il deposito del materiale in cumuli separati, di cui una parte rilevante ha subito un preventivo trattamento di vagliatura, anche a doppio ciclo, con vaglio mobile e roto-vaglio. Tale operazione di vagliatura si è tradotta nella formazione di ulteriori sotto cumuli di granulometrie diverse, che sono stati resi riconoscibili rispetto alle relative caratteristiche attraverso il posizionamento di un cartello esplicativo del loro grado di inquinamento, della loro conseguente classificazione in base ai codici di conferimento C.E.R. attribuiti dall'Ufficio Gestione Rifiuti, e quindi della loro possibile destinazione.

Quanto sopra in seguito a regolari campionamenti dei terreni e a sistematiche analisi chimiche per ogni 1.000 mc di materiale. Le analisi, eseguite secondo la metodologia CNR-IRSA, si sono effettuate sul "tal quale" e/o sull'"eluato" (prova di cessione), secondo le indicazioni dell'Ufficio Gestione Rifiuti; il secondo tipo di analisi ha rilevato sempre un maggiore grado di contaminazione, rispetto al primo.

Il materiale è stato distinto nei seguenti tipi a seconda della contaminazione di fluoruri:

Pulito < 2.000 mg/kg e < 133 mg/kg (IRSA).

A basso inquinamento 2.000 - 3.000 mg/kg.

A medio inquinamento 3.000 - 9.000 mg/kg.

Ad elevato inquinamento > 9.000 mg/kg.

Le destinazioni possibili:

Riutilizzo incondizionato del materiale pulito in siti industriali.

Discarica di Vadena, in base ad una convenzione non onerosa stipulata con l'ECO-CENTER, per riutilizzo in scarpata di materiale con limite 3.000 mg/kg, per il ricoprimento con materiale entro il limite 9.000 mg/kg. In alternativa conferimento al Centro Guida Sicura di Vadena, previa inertizzazione chimica in sito, tramite l'impiego di calce ad opportuno dosaggio e con preventive analisi di controllo dell'Ufficio Gestione Rifiuti (questo in particolar modo per il materiale da demolizione delle fondazioni dei capannoni / ca. 12.000 mc).

Discarica 2/B o 2/B super o 2/C per materiale con valori superiori a 9.000 mg/kg. (Destinazione prevalente, mediante trasporto con ferrovia a discariche della Germania, più precisamente per riempimento gallerie di miniere dismesse).

Per l'**intervento sulla falda** si è eseguita la perforazione fino a 31 m di profondità di un pozzo per lo sbarramento idraulico a valle della zona inquinata (in corrispondenza, dell'angolo sud-est della fonderia), con l'installazione di due pompe per l'emungimento delle acque eventualmente contaminate da idrocarburi e per il loro monitoraggio. Tali acque sono state immesse in pressione nella canalizzazione delle A.N. di via Volta.

Il terreno insaturo contaminato da idrocarburi esausti a monte della fonderia Alcoa è stato sottoposto ad una "bioventilazione" con impianto Soil Vapor Extraction, avente la funzione, attraverso appositi pozzi (6 complessivi), di insufflare aria nel sottosuolo, per determinare la volatilizzazione degli idrocarburi (sblocco dei composti volatili), combinata con processi di degradazione biologica delle sostanze contaminanti, e di

BONIFICA ZONA PRODUTTIVA ALLUMINIA 3 (BOLZANO)

aspirare i conseguenti gas o vapori attraverso altri pozzi (12 complessivi) fino al successivo assorbimento su carboni attivi e alla liberazione dei gas o vapori residui nell'aria. Il funzionamento dell'impianto è stato monitorato settimanalmente, con la misura sistematica della parte volatile e del CO₂ sui 12 pozzi aspiranti e la verifica mensile dell'assorbimento degli idrocarburi da parte di un campione di carboni attivi. Essendo la parte contaminante costituita da oli pesanti, l'operazione si è presentata piuttosto complessa; infatti nel corso dell'anno 2009 non si sono ottenuti risultati di bonifica apprezzabili.

Contemporaneamente alla fase di monitoraggio, si sono venuti a conoscere gli esiti di uno studio sperimentale effettuato su un campione del nostro terreno dall'Università di Innsbruck, che ha individuato nella combinazione di un'ossidazione chimica con una biologica il sistema in grado di accelerare sensibilmente il processo di rimozione degli idrocarburi pesanti dal sottosuolo. La quantità, tuttavia, di reagenti chimici richiesta da questa tecnologia sarebbe talmente elevata e costosa, da rendere impraticabile la sua applicazione, tenuto conto dei risultati del monitoraggio. Per il suo calcolo, in mancanza di una letteratura tecnica specifica, si dovrebbe fare riferimento a Ditte specializzate purtroppo prive di certificazioni ufficiali e quindi propense a sottostimarla.

Con l'impiego dell'impianto SVE si è raggiunto comunque l'importante obiettivo di accertare il raggiungimento dell'equilibrio dei fattori suolo, aria, acqua nell'area inquinata e, in relazione a questo, la possibilità di una semplice messa in sicurezza del terreno.

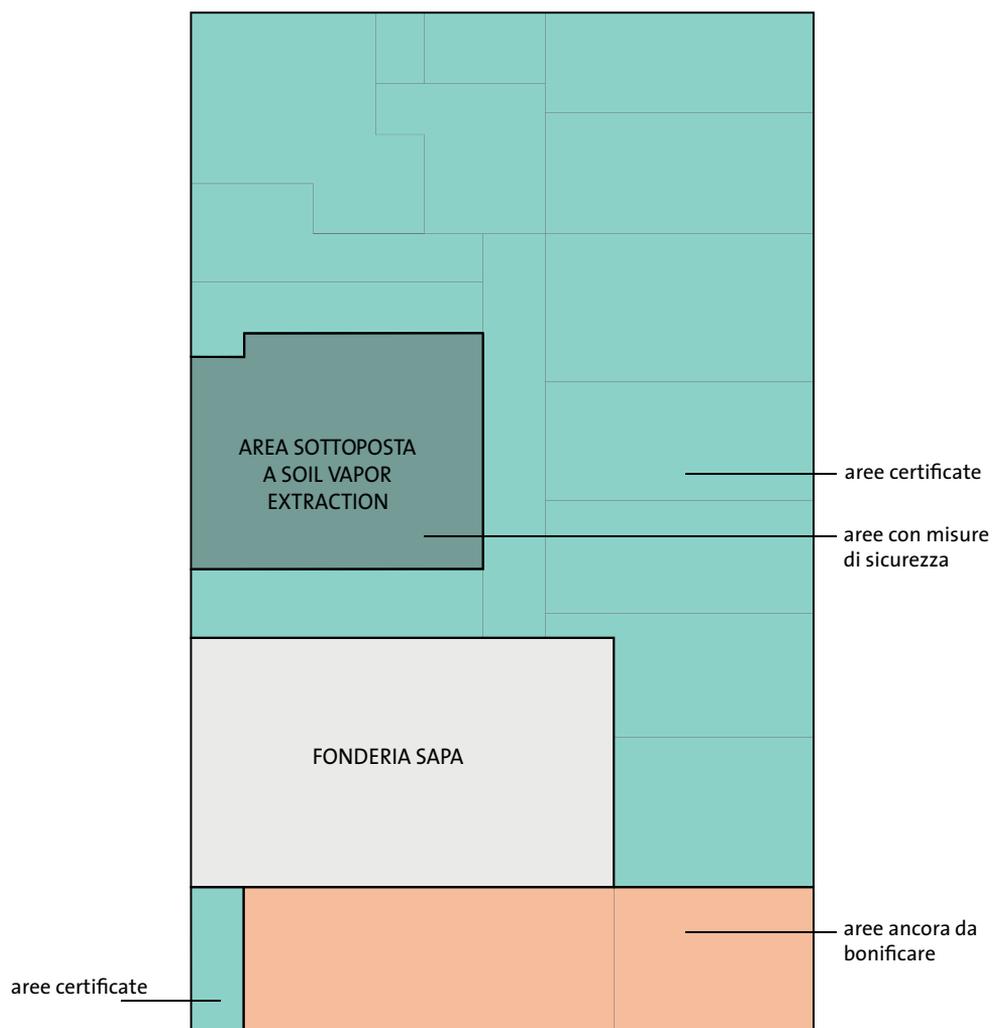
A bonifica ultimata si è registrata l'avvenuta movimentazione di ca. 110.000 mc di materiale e la realizzazione di un risanamento pressoché integrale del terreno (con l'eccezione di alcune aree per le quali è da prevedere la messa in sicurezza). I futuri insediamenti del "parco tecnologico" potranno pertanto realizzarsi senza vincoli costruttivi sostanziali, se non in parti limitate della zona.

Sono rimaste escluse dalla bonifica le aree a sud della fonderia per raggiunti limiti di spesa e per espressa decisione dell'Assessorato all'Industria di non provvedere nell'immediato ad ulteriori finanziamenti.

La quota finale media del terreno risulta a -4,00 m dal piano di campagna circostante. Per i terreni sottoposti alle operazioni sopra descritte, l'Ufficio Gestione rifiuti ha rila-

BONIFICA ZONA PRODUTTIVA ALLUMINIA 3 (BOLZANO)

sciato un certificato di avvenuta bonifica, che ne attesta il totale risanamento secondo i parametri richiesti per le zone industriali o, come ultima variante, ha dichiarato la necessità di una loro messa in sicurezza.



mappe bonifiche - fonte Dr. Ing. Renato Palaia

scheda soil vapor extracion

DESCRIZIONE

La **Soil Vapor Extraction (SVE)** è un intervento per il trattamento di suoli che permette, tramite un flusso controllato di aria, la rimozione di contaminanti organici volatili presenti nella zona insatura del terreno. La zona insatura è quella porzione di terreno in cui l'acqua si muove principalmente per percolazione. La tecnica è di tipo in situ (vedi note). Attraverso la SVE vengono create nel sottosuolo sacche di vuoto che favoriscono la rimozione dei contaminanti mediante una loro volatilizzazione, si crea quindi una depressione che estrae i componenti volatili dell'inquinante presenti nel terreno.

L'aspirazione di un flusso controllato dal sottosuolo richiama nuova aria dalla superficie favorendo così processi di degradazione biologica delle sostanze contaminanti. I gas aspirati vengono trattati in superficie prima del loro rilascio definitivo in atmosfera.

La quantità di contaminanti estratta nell'unità di tempo decresce rapidamente durante la ventilazione.

L'unica difficoltà nell'applicazione di questo intervento è data dalla complessità delle matrici sotterranee, che non permettono un controllo completo dell'ambiente in cui si opera con rischi di diffusioni indesiderate non rilevabili; per ridurre tale rischio si affiancano a tale intervento sistemi di controllo della migrazione dei contaminanti.

Dal punto di vista impiantistico il sistema di ventilazione in situ è costituito da:

- pozzi o dreni di estrazione vapori; (Aluminia 3 N. 12)
- pozzi o dreni di immissione aria (eventuali); (Aluminia 3 N. 6)
- pozzi di monitoraggio.

Le principali fasi del processo di SVE consistono:

- nella ventilazione del suolo tramite uno o più pozzi tenuti sotto vuoto con apposite pompe. Tramite i pozzi di iniezione viene applicata una corrente di aria compressa che trascina con sé i contaminanti e li dirige verso i pozzi di estrazione sotto forma di vapore o gas;

Il convogliamento dei gas estratti verso un sistema di raccolta per il successivo trattamento;

nel richiamo di aria dalla superficie che innesca i naturali processi di degradazione biologica dei contaminanti.

La rimozione dei contaminanti è effettuata con l'applicazione di altri trattamenti come l'assorbimento su carbone attivo, l'ossidazione catalitica o con trappole a freddo e in certi casi con un sistema di termodistruzione.

Il tipo di trattamento dipende dal contaminante e dalla sua concentrazione.

NOTE

31

L'implementazione del processo richiede l'esecuzione di una serie di prove preliminari in situ, per determinare i principali parametri di progetto:

numero, dislocazione e dimensione dei pozzi di ventilazione;

quantità e qualità dei contaminanti estratti;

dimensioni e tipologia dell'unità di trattamento dell'aria estratta.

In particolare sono essenziali le seguenti prove in campo:

prova di permeabilità del terreno all'aria (K), che permette di determinare il raggio di influenza del singolo pozzo;

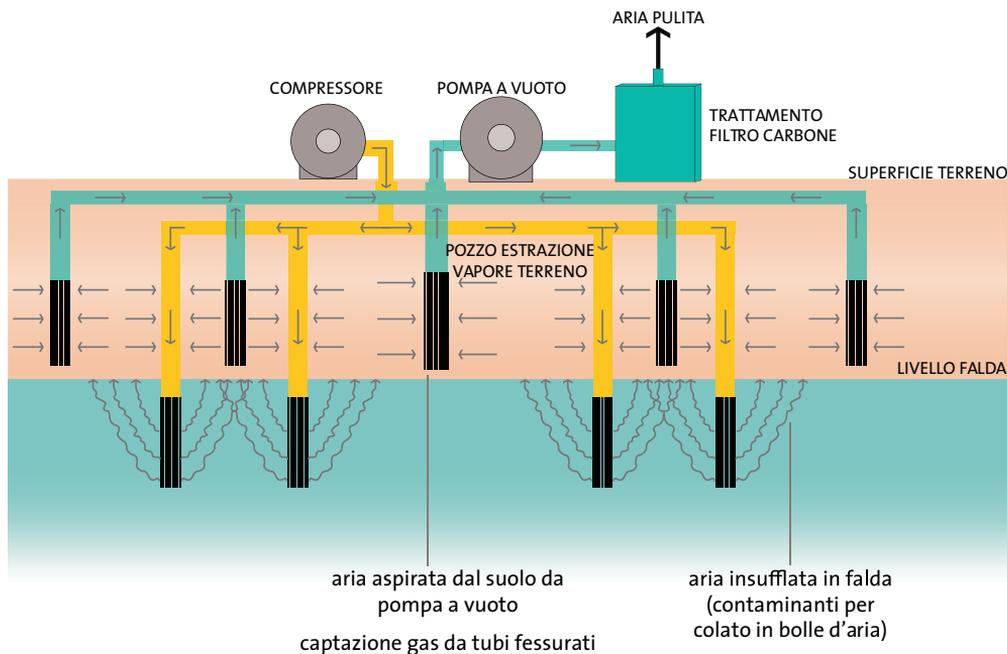
prova di pompaggio delle acque di falda, che permette di determinare la trasmissività e il coefficiente di immagazzinamento della falda.

La durata del trattamento varia dalle decine di giorni ad alcuni anni a seconda del tipo di intervento di bonifica che si deve realizzare.

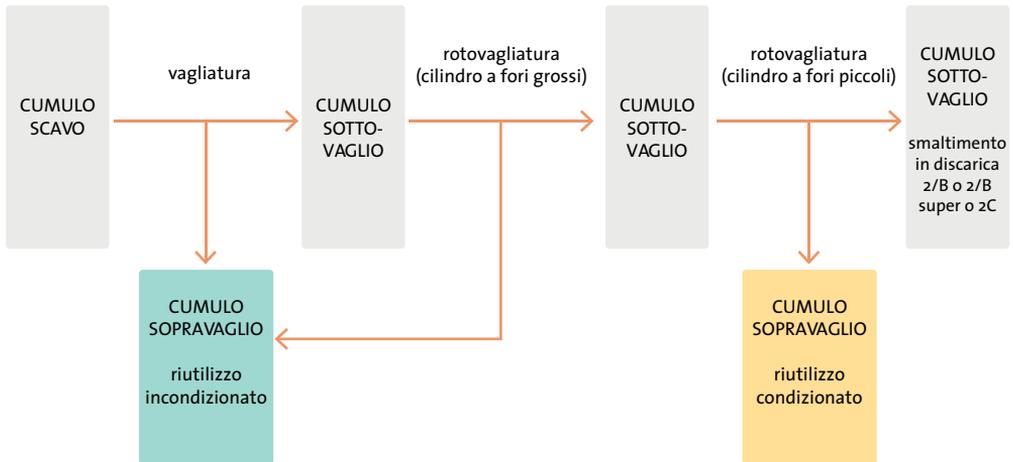
In situ: interventi effettuati senza rimozione o movimentazione del suolo inquinato, quindi l'intervento avviene nel luogo della contaminazione.

On-Site: interventi effettuati con movimentazione e rimozione di materiali e suolo inquinato, ma con trattamento nell'area del sito stesso; solitamente meno oneroso dell'off-site.

Off Site: interventi effettuati con movimentazione e rimozione di materiali e suolo inquinato, fuori dal sito stesso, per avviare i materiali e il suolo negli impianti di trattamento autorizzati o in discaricap.



soil vapor extraction - fonte: www.riverreporter.com



ciclo di vagliatura - fonte: Dott. Ing. Renato Palaia

I cumuli sono stati distinti secondo classificazione ambientale e secondo granulometria, ai fini del successivo diverso riutilizzo totale o parziale e dello smaltimento in discarica.



formazione cumuli da vagliatura - foto di Geom. Stefano Binelli
tre cumuli di pezzatura diversa e di contaminazione decrescente dalla pezzatura inferiore a quella maggiore



trattamento terreni con vaglio e rotovaglio - foto di Geom. Stefano Binelli

BONIFICA ZONA PRODUTTIVA ALLUMINIA 3 (BOLZANO)



35

cumuli da vagliatura distinti per classificazione e granulometria - foto di Geom. Stefano Binelli



cumuli di ghiaia - foto di Geom. Stefano Binelli

BONIFICA ZONA PRODUTTIVA SINIGO – MERANO

36

Epoca di esecuzione	1992 - 1998
Superficie lorda area	9,08 ha (compresa discarica)
Costi	6.500.000,00 €
ESECUTORE BONIFICA	Ripartizione 10 Infrastrutture Dr. Ing. Alois Stadler Ufficio Infrastrutture Dr. Ing. Giuseppe Morello Progettista Dr. Ing. Enrico Lee Responsabile di progetto Dr. Ing. Giuseppe Morello Direzione e assistenza lavori Dr. Ing. Enrico Lee
ORGANO DI CONTROLLO	Ufficio Gestione Rifiuti Dr. ssa Verena Trockner
IMPRESA APPALTATRICE	Obersler Cav. Pietro

Situazione geologica e ambientale

La zona produttiva si estende sull'area sede delle attività industriali pregresse della Montecatini e della Dynamit Nobel; le indagini ambientali eseguite sul terreno, classificabile geologicamente come terreno di origine alluvionale, hanno rilevato la presenza nel sottosuolo di una forte contaminazione da metalli tossici e nocivi (rame, piombo, arsenico, cadmio), in conseguenza degli smaltimenti, effettuati in sito, delle sostanze di rifiuto di tali attività. La profondità di contaminazione è stata misurata in 2,50 – 3,00 m. L'analisi dell'acqua di falda ha accertato altresì un grado di inquinamento da ammoniacale, cadmio, zinco, ferro e manganese talmente elevato, da considerare prevedibile un risanamento naturale della stessa falda nell'arco di non meno di 100 anni.

Progettazione

In assenza di leggi in materia ambientali di indirizzo più preciso, rispetto a quelle che sarebbero entrate in vigore negli anni successivi; la progettazione non ha richiesto un preliminare piano di caratterizzazione, ma il semplice utilizzo dei dati di indagine forniti dal geologo e l'adozione delle misure di bonifica da questi suggerite. L'Ufficio Gestione rifiuti, avrebbe preventivamente dato il suo benestare sulle soluzioni adottate.

Con queste premesse, tuttavia la bonifica della zona di Sinigo ha avuto notevole carattere innovativo rispetto al passato, applicando il criterio della soluzione totale dell'operazione di risanamento all'interno dello stesso sito contaminato.

Bonifica dei terreni

L'intervento di bonifica ambientale, controllato dall'Ufficio Gestione rifiuti, è consistito nello scavo del terreno contaminato e nel suo trasporto entro la discarica realizzata sottomonte lungo il confine est della zona (per una lunghezza complessiva di 400 ml) e nel successivo riempimento dello scavo con materiale di riporto di adeguate caratteristiche meccaniche. La capacità della discarica è data dal volume compreso fra il muro longitudinale in c.a. eretto al piede della scarpata e la stessa scarpata in

roccia, a formare una enorme vasca suddivisa in quattro comparti, fino a raggiungere la cubatura di ca. 75.000 mc.

Il pacchetto di copertura superficiale (dello spessore di 1,00 m) si compone di una membrana impermeabile in PE (a garanzia della tenuta idraulica), di un primo telo di tessuto non tessuto (con effetto drenante) collegato ad opportune opere di drenaggio, di uno strato di copertoni legati ad una rete elettrosaldata (a protezione meccanica / 15 cm), di un secondo telo di tessuto non tessuto analogo al precedente, di uno strato di terreno di riporto selezionato (60 cm), nonché di uno strato di terra vegetale (25 cm), sormontato da un telo di biotessuto preseminato.

Lungo la scarpata in roccia l'intervento protettivo comprende un materassino bentonitico isolante, sormontato da uno strato di copertoni.

38

Lungo il paramento interno del muro di contenimento la protezione è costituita da una membrana in PE, da un tessuto non tessuto e da un intonaco isolante. Al piede del muro corrono due tubazioni drenanti in PVC Ø 125, di cui una interna alla membrana, l'altra esterna, collegate al pozzetto di monitoraggio posto in opere sul paramento esterno del muro.

Il pacchetto complessivo svolge la funzione di sigillatura a cappotto della discarica, con protezione dall'infiltrazione delle acque meteoriche e dalle sollecitazioni meccaniche. La dislocazione sulla parte superiore della discarica di copertoni di autotreni ha avuto lo scopo di aumentare la capacità di assorbimento dell'energia d'urto di eventuali massi che potessero cadere dal versante montano in roccia.

Lo stato di precarietà di tale roccia, derivante dalla sua diffusa fessurazione, ha altresì imposto immediati interventi di disaggio e di consolidamento della parete con opportuni ancoraggi. Una recinzione lungo il paramento superiore dei muri di contenimento è stata eretta con la funzione di bloccare i massi ed impedirne la caduta sull'area sottostante.

Due canalette in calcestruzzo, la prima posata lungo la linea di contatto della discarica con la roccia, e la seconda parallela al paramento superiore dei muri, garantiscono la raccolta delle acque piovane di dilavamento superficiale della scarpata ed il loro

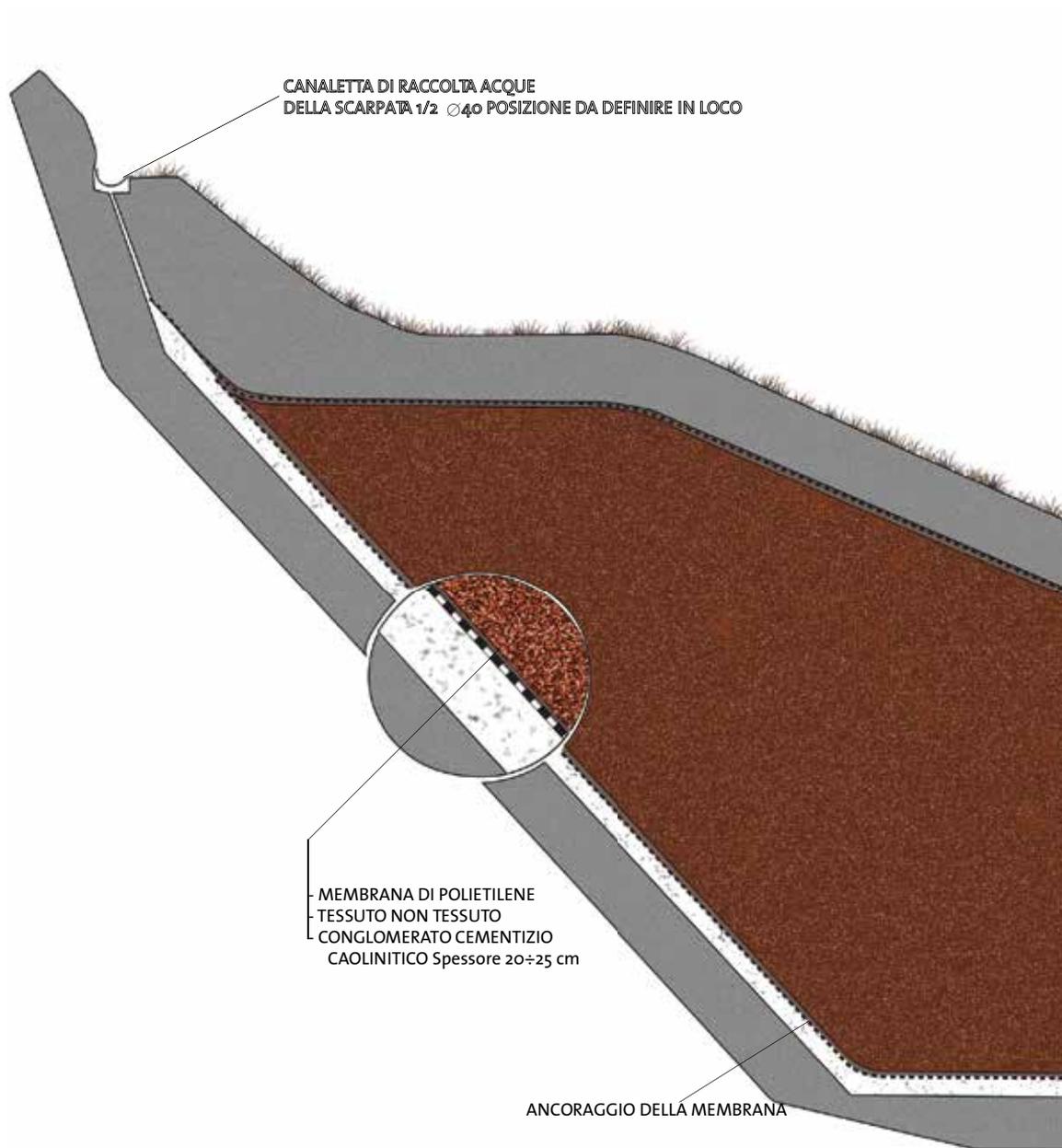
successivo smaltimento attraverso appositi pozzetti di raccolta, che scaricano in pozzi perdenti, predisposti ad opportuni intervalli ai piedi della discarica.

Allo stato attuale, per effetto della continua erosione della roccia, determinata nel tempo dagli eventi atmosferici, si rende necessaria una serie ulteriore di interventi di pulizia e di consolidamento della parete rocciosa.

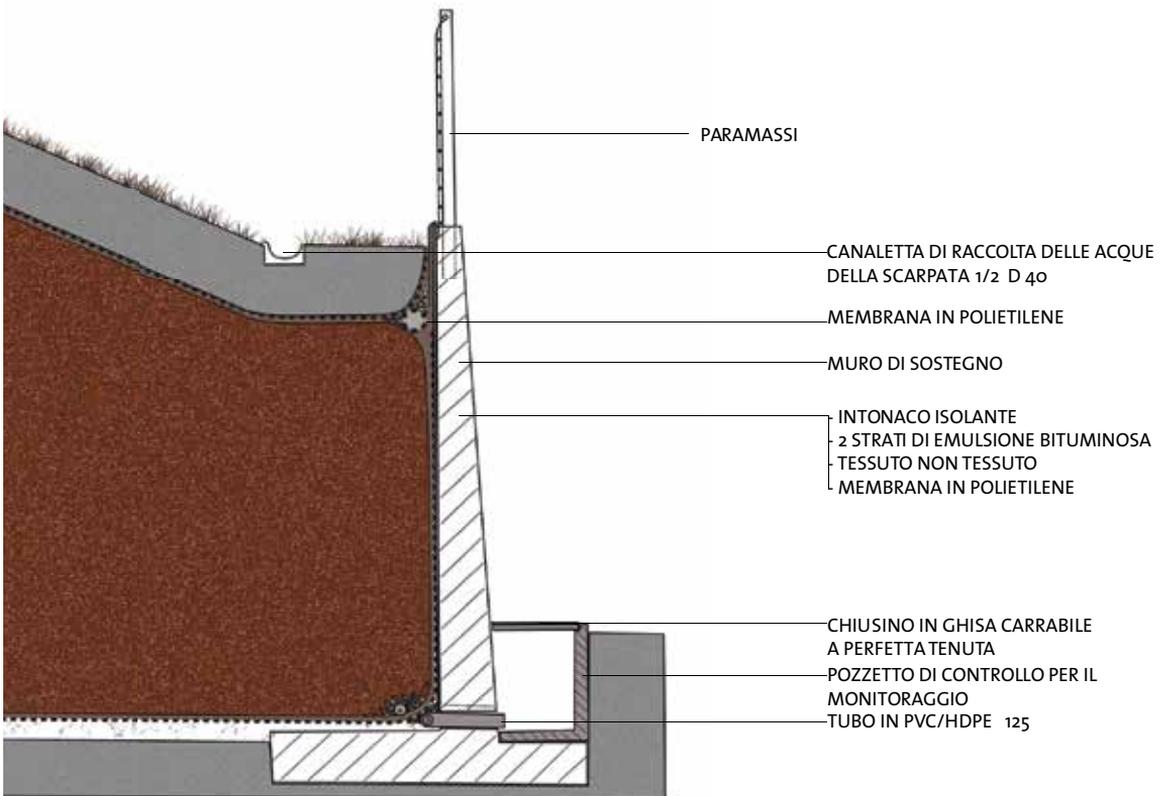
Contemporaneamente è in atto un monitoraggio della discarica attraverso i 4 pozzetti all'uopo predisposti per ciascuna delle 4 vasche, per verificare il mantenimento della sua tenuta rispetto alle infiltrazioni d'acqua e quindi rispetto a possibili contaminazioni della falda.



vista aerea discarica a pié di monte - foto da cartografia Geobrowser



sezione tipo discarica a pié di monte - fonte: Dr. Ing. Enrico Lee



BONIFICA ZONA PRODUTTIVA SINIGO-MERANO EX MENSA MEMC

42

Epoca di esecuzione	2001
Superficie lorda area	0,50 ha
Costi	750.000,00 €
ESECUTORE BONIFICA	Ripartizione 10 Infrastrutture Dr. Ing. Valentino Pagani Ufficio Infrastrutture Dr. Ing. Renato Palaia Progettista Dr. Ing. Enrico Lee Responsabile di progetto Dr. Ing. Renato Palaia Direzione e assistenza lavori Dr. Ing. Enrico Lee
ORGANO DI CONTROLLO	Ufficio Gestione Rifiuti Dr. ssa Verena Trockner
IMPRESA APPALTATRICE	IDES

Situazione geologica e ambientale

L'area fa parte integrante della zona produttiva di Sinigo, dalla quale è separata dalla ex SS 38 dello Stelvio. Anch'essa è stata sede delle attività industriali pregresse della Montecatini e della Dynamit Nobel; le indagini ambientali eseguite sul terreno, classificabile geologicamente come terreno di origine alluvionale, hanno confermato la presenza nel sottosuolo di una forte contaminazione da metalli tossici e nocivi (rame, piombo, arsenico, cadmio), in conseguenza degli smaltimenti, effettuati in sito, delle sostanze di rifiuto di tali attività nonché da amianto, materiale costitutivo delle gronde dell'ex mensa. La profondità di contaminazione è stata misurata mediamente in 1,50 m. L'analisi dell'acqua di falda ha accertato altresì un grado di inquinamento da ammoniaca, cadmio, zinco, ferro e manganese talmente elevato, da considerare prevedibile un risanamento naturale della stessa falda nell'arco di non meno di 100 anni.

Progettazione

L'Ufficio Gestione Rifiuti ed il Comune di Merano hanno definito la caratterizzazione dell'intervento, finalizzandolo al raggiungimento dei limiti fissati all'epoca dalla Regione Toscana, corrispondenti sostanzialmente ai valori della colonna A del successivo Decreto Ronchi Nr. 471 del 25 ottobre 1999, quindi oltre l'obbligo attribuito dalla legge alla MEMC per i siti a destinazione industriale (colonna B); quanto sopra ai fini soprattutto di un adeguamento della bonifica dell'area ai parametri già adottati per la vicina zona produttiva di Sinigo (colonna A) per siti a destinazione residenziale.

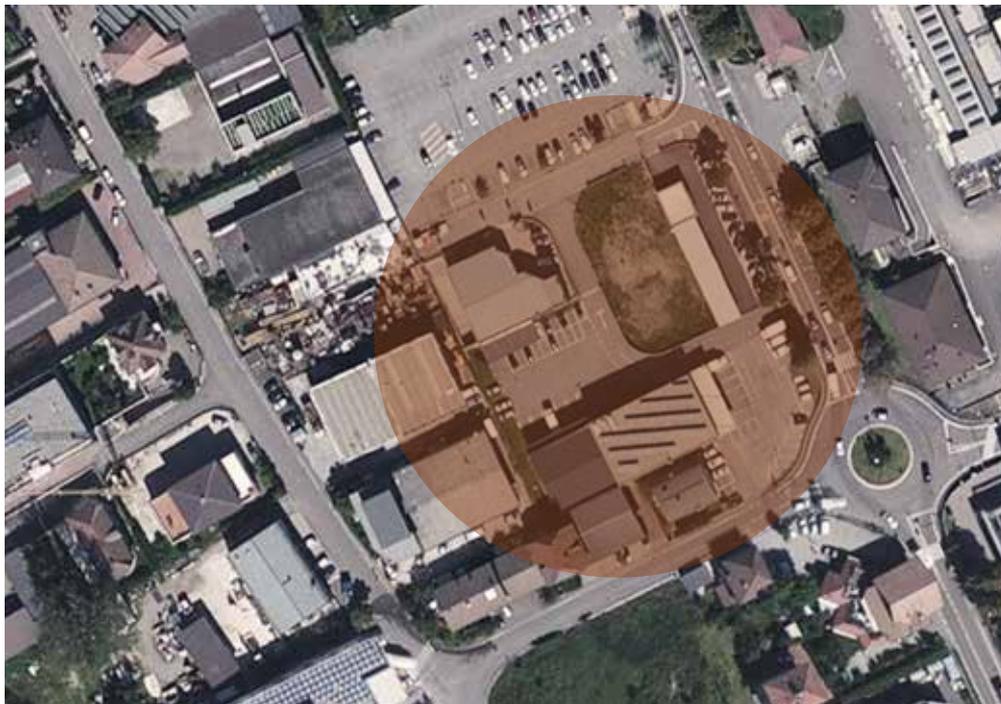
La MEMC, riconosciuta responsabile della contaminazione, in quanto precedente proprietaria dei terreni, si è fatta pertanto carico della bonifica fino ai limiti prescritti della colonna B, la Provincia si è invece assunta i costi supplementari necessari per raggiungere i limiti della colonna A. Su tali presupposti è stata affidata, tramite convenzione, alla MEMC l'esecuzione dell'intera operazione di risanamento.

Bonifica dei terreni

L'intervento di bonifica ambientale, controllato dall'Ufficio Gestione rifiuti, è consistito nello scavo del terreno contaminato, per una profondità media di 2,00 m, e nel suo conferimento nelle discariche autorizzate per lo smaltimento dei materiali codificati dall'Ufficio Gestione rifiuti della Provincia. Il raggiungimento della capacità limite della discarica di sotto monte lungo il confine est della zona di Sinigo, non ha consentito di utilizzarla per il mantenimento dei rifiuti in sito.

Complessivamente si sono movimentati ca. 20.000 mc di materiale, omettendo comunque la bonifica della fascia di rispetto lungo la ex S.S. dello Stelvio. Particolare rilevanza hanno assunto le contaminazioni da amianto, derivanti dalla frantumazione dei canali di gronda della ex Mensa MEC, nel corso della sua demolizione.

BONIFICA ZONA PRODUTTIVA EX MENSA MEMC (SINIGO-MERANO)



veduta aerea zona produttiva ex mensa memc - fonte: bing.com/maps

BONIFICA COLLINA BOLZANO SUD

Epoca di esecuzione	2006 - 2008
Superficie lorda area	1,5 ha (appartiene al sito Bolzano 1)
Costi	11.000.000,00 €
ESECUTORE BONIFICA	Ripartizione 10 Infrastrutture Dr. Ing. Valentino Pagani Ufficio Impianti smaltimento rifiuti p.i. Georg Simeoni Progettista Dr. Ing. Martin Weiss, H & T PlanungsBüro Responsabile di progetto Dott. Ing. Federico Pasquali, Rausa Engineering Srl Direzione e assistenza lavori Dr. Ing. Martin Weiss, H & T PlanungsBüro
ORGANO DI CONTROLLO	Ufficio Gestione Rifiuti Dr. Giulio Angelucci
IMPRESA APPALTATRICE	ATI Ladurner Bonifiche Srl, Oberosler Cav. Pietro SPA, Cosbau SPA

Situazione geologica e ambientale

La cosiddetta “Collina Bolzano sud” ha costituito un deposito di rifiuti interno all’area, in riva sinistra dell’Isarco, compresa nell’omonima zona produttiva di interesse provinciale. Tale discarica è stata utilizzata a partire dal 1950 come discarica speciale destinata al conferimento di materiale inerte derivante da demolizioni e scavi, in assenza tuttavia di tutte le misure di sicurezza e di tutela ambientale, che verrebbero prescritte dalle norme attualmente in vigore, con particolare riferimento per l’impermeabilizzazione del piano d’appoggio, l’intercettazione del percolato con il relativo smaltimento ed il monitoraggio della falda. Con il trascorrere degli anni, i limiti imposti all’iniziale destinazione della discarica sono venuti a cadere, in quanto, al previsto deposito di inerti, si è aggiunto gradualmente il conferimento di scorie prodotte dagli stabilimenti della zona industriale (scorie d’altoforno delle Acciaierie, silicato bicalcico della Magnesio e fluoruri dell’Alumix) e di altri rifiuti speciali, quali le morchie gelatinose di IPA provenienti dall’Officina del gas del Comune di Bolzano. L’attività di conferimento si è conclusa alla fine degli anni ‘90 con il trasporto del materiale proveniente dagli scavi per la realizzazione dell’impianto di compostaggio di Bolzano sud ed il raggiungimento del volume finale complessivo di 300.000 mc. Una prima indagine geologico-ambientale è stata redatta dallo Studio Geol. Marini all’inizio degli anni ‘90, con scavi e carotaggi del terreno, nonché piezometri per la verifica delle condizioni della falda. Una seconda indagine è stata predisposta dalla Studio Geol. Nobile e Cadrobbi con la consulenza del Dr. Ing. Martin Weiss.

Progettazione

Per il risanamento ambientale è stato redatto un progetto, che prevede l’asportazione completa del deposito di rifiuti, secondo un criterio di selezione e quindi di distinzione dei materiali, in base al grado di inquinamento, dal quale viene determinata poi la precisa destinazione. Il materiale con la minore contaminazione viene diretto alla vecchia discarica di Castel Firmiano a riempimento di vasche predisposte per questo scopo, con la impermeabilizzazione delle loro pareti, secondo le disposizioni normative attualmente in vigore, ai fini di prevenire qualsiasi rischio di inquinamento del terreno circostante. Il materiale con una contaminazione media viene sottoposto a vagliatura, tramite un adeguato impianto, onde ottenere la separazione del materiale di maggiore pezzatura, meno inquinato, da quello di pezzatura ridotta, con grado di inquinamento più elevato.

Per il primo la destinazione rimane Castel Firmiano, secondo le modalità appena descritte, per il secondo la destinazione sono delle discariche al di fuori del territorio provinciale, per il loro ulteriore trattamento e smaltimento. L'operazione di smembramento del deposito comporta l'applicazione di severe misure di sicurezza, che riguardano in particolare il provvisorio stoccaggio del materiale maggiormente inquinato su terreno impermeabilizzato e coperto da apposita tenda; ai fini di evitare l'uscita di effluvi nell'aria, tale tenda deve essere tenuta in costante depressione con filtraggio attraverso carboni attivi dell'aria di ricambio re immessa nell'ambiente esterno. Tali precauzioni devono inibire l'uscita di polvere nelle zone circostanti lo stoccaggio: la loro efficacia viene controllata attraverso quattro stazioni di monitoraggio dell'aria nel cantiere e nei suoi dintorni. È previsto anche un costante monitoraggio della falda attraverso pozzi piezometrici, per verificare l'eventuale possibile contaminazione delle acque sotterranee nel corso dei lavori. Idonee misure di sicurezza devono essere adottate anche per salvaguardare la salute di tutti gli operatori.

Esecuzione lavori

Le operazioni di bonifica si sono svolte nel rispetto pressochè totale del progetto esecutivo: lo scavo del materiale è stato effettuato secondo una maglia di lato 10 m e per strati dello spessore di 2 m, così da individuare dei parallelepipedi di 200 mc, su ciascuno dei quali sono stati eseguiti campionamenti ed analisi chimiche, per poter procedere alla selezione dei rifiuti in base al grado di contaminazione; una seconda selezione sul materiale di medio inquinamento è stata effettuata successivamente alla sua vagliatura. (Le acque di percolazione sono state raccolte entro bacini impermeabilizzati, per poterne analizzare l'eventuale tossicità). Si è arrivati così a conferire nelle vasche di Castel Firmiano circa l'89% della cubatura complessiva del deposito, risultata a basso contenuto di inquinamento, mentre l'11% del volume, a contenuto di inquinamento elevato, è stato trasportato in discariche della Germania su rotaia, partendo dalla stazione ferroviaria di trasbordo Siberia (anche qui è stata installata una tenda analoga alla precedente e disposta a cavallo di un binario, entro la quale si è effettuato lo stoccaggio provvisorio del materiale più tossico, ai fini di poterlo caricare poi su vagoni appositamente attrezzati). A opere ultimate si è accertata una quantità inferiore rispetto alle previsioni della frazione fortemente contaminata. I controlli sulla falda non hanno evidenziato contaminazioni delle acque sotterranee per effetto dei lavori eseguiti.



vista cantiere - foto di Geom. Jürgen Wieser



tenda in pressione - foto di Geom. Jürgen Wieser

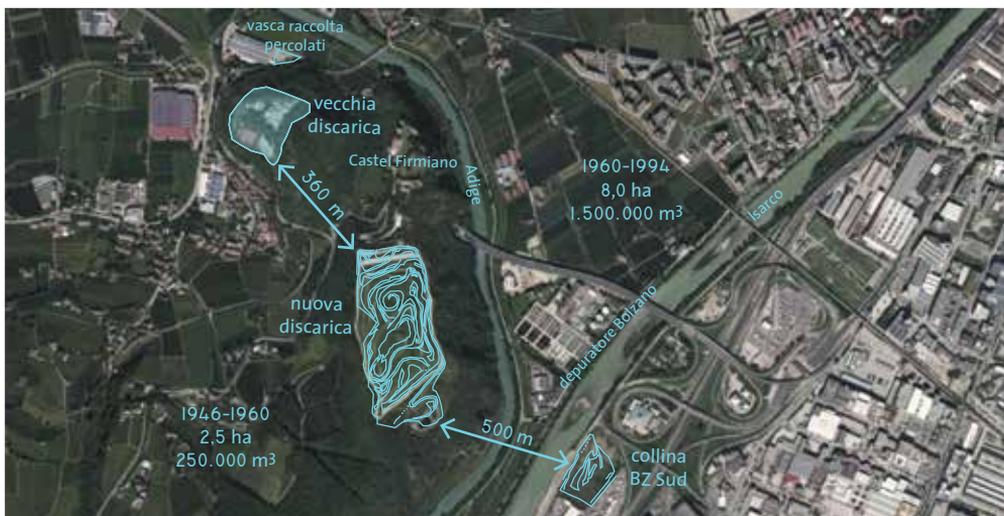
BONIFICA CON MISURE DI SICUREZZA DISCARICA CASTEL FIRMIANO

Epoca di esecuzione	1998 – 2011
Superficie lorda area	8 ha (appartiene al sito Bolzano 1)
Costi	ca. 25.000.000 €
ESECUTORE BONIFICA	Ripartizione 10 Infrastrutture Dr. Ing. Alois Stadler Dr. Ing. Valentino Pagani Progettista Dr. Ing. Marin Weiss, H&T PlanungsBüro Assistenza geologica: Studio Geologia e tutela dell'ambiente Dr. Michele Nobile, Dr. Lorenzo Cadrobbi, Dr. Stefano Paternoster Responsabile di progetto Dr. Ing. Federico Pasquali Rausa Engineering Srl Direzione ed assistenza lavori Dr. Ing. Martin Weiss, H&T PlanungsBüro
ORGANO DI CONTROLLO	Ufficio Gestione Rifiuti Dr.ssa Verena Trockner Dr. Giulio Angelucci Geom. Manfred Nagler
IMPRESA APPALTATRICE	ATI Oberosler Cav. Pietro S.p.A., De.Co.Bau S.r.l., Alpenbau S.r.l., Rauchbau S.p.A., Cosbau S.p.A, Sigmundskron Konsortial S.r.l.: Alpenbau S.r.l., Gasser S.r.l., Rottensteiner Heinrich & Co.OHG e Costruzioni Repetto S.r.l.

Retrospektiva storica

Per diversi decenni il colle „Kaiserberg“ ha ospitato due siti contaminati, che sono appartenuti alla preistoria dello smaltimento dei rifiuti della città di Bolzano: la „vecchia discarica“, in corrispondenza dell'ex poligono di tiro al piattello, e la „nuova discarica“ a sud del Castel Firmiano. La cosiddetta „nuova discarica di Castelfirmiano“ è stata gestita dal Comune di Bolzano dal 1969 al 1992. In questo periodo ad essa sono stati conferiti ca. 1,5 milioni di m³ di rifiuti misti, di tipo urbano, industriale ed artigianale, nonché materiali di demolizione e scavo. Dal 1992 è stato cessato ogni conferimento.

Fin dal 1982 l'Assessorato provinciale per la tutela dell'ambiente ha effettuato alcuni piccoli interventi di risanamento preliminare, per mitigare temporaneamente e localmente, seppure in maniera non sostanziale, gli effetti negativi della discarica sull'ambiente.



Descrizione topografica dei due siti contaminati - fonte: Ufficio gestione rifiuti

Situazione geologica e ambientale

Partendo dallo studio di Molfetta e Bortolami (vedi grafico) vengono ricostruite in dettaglio le carte delle isobate/isopache del limo superficiale, la carta delle isobate dell'acquifero superficiale, la carta delle isobate del tetto del secondo acquifero. Successivamente vengono definite le caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero superficiale di fondo valle, nonché quelle generali e

BONIFICA CON MISURE DI SICUREZZA DISCARICA CASTEL FIRMIANO

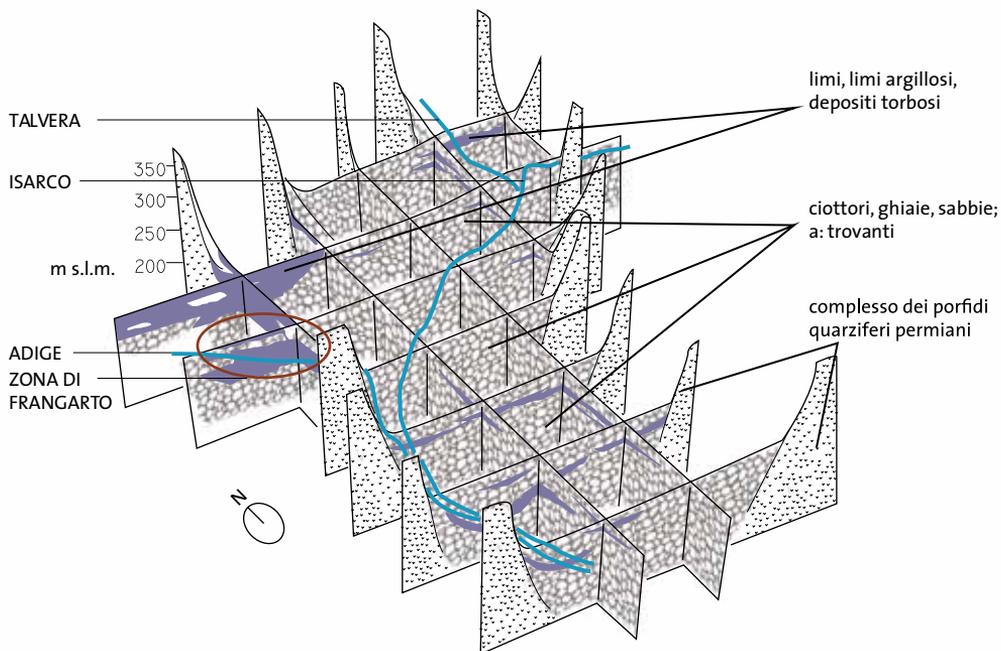
facies idrochimica dell'acqua di falda.

Di fatto questa ricostruzione caratterizza l'acquifero nel quale sono stati riscontrati i contaminanti come un acquifero dalle caratteristiche di falda confinata con valori di trasmissività e quindi di mobilità bassissimi. Lo stesso chimismo mostra come la falda superficiale di Frangarto soggetta a contaminazione sia una falda confinata.

Evoluzione della contaminazione: A seguito di nuovi campionamenti, sono state prodotte una serie di tavole tematiche che individuano il pennacchio reale. Si fa presente infatti che l'analisi di rischio si basa su un modello semplificato e ipotetico, in parte inadatto a rappresentare la complessità del caso in esame.

Nell'elaborazione delle tavole tematiche viene riportato come la contaminazione presente sia da ascrivere „verosimilmente a infiltrazione di percolati provenienti dalla Discarica Vecchia di Castelfirmiano“ e non alla nuova.

Inoltre si osserva come, rispetto alla situazione del 1995, vi sia una riduzione della dimensione del pennacchio, da mettere in relazione con le diverse opere di bonifica già eseguite.



ricostruzione tridimensionale dell'assetto litostratigrafico del sottosuolo della conca di Bolzano - fonte Studio di Molfetta e Bortolami (1993)

Progettazione

Data la complessità e l'onerosità dell'opera, dal 1992, il risanamento della „Collina di rifiuti Bolzano Sud“ e della „nuova discarica di Castelfirmiano“ viene trasferito dal Comune all'Assessorato provinciale tutela ambiente, che ne affida il progetto al Dr. Ing. Martin Weiss dello Studio Tecnico H&T. Sulla base degli interventi da questo proposti, nel 1996 vengono adottate le seguenti soluzioni tecniche:

- a) La cosiddetta „nuova discarica“ a Castelfirmiano era da sottoporre ad un **rimodellamento** sostanziale, in modo da conseguire sia la bonifica tecnica, che il recupero paesaggistico ed il riutilizzo razionale dell'areale;
- b) La bonifica tecnica andava realizzata **congiuntamente con quella della collina Bolzano Sud**, mediante captazione e smaltimento delle emissioni liquide e gassose, incapsulamento possibilmente completo e permanente (ossia l'impermeabilizzazione superficiale), monitoraggio periodico dell'efficacia delle misure protettive;
- c) L'utilizzo finale più razionale è stato considerato quello connesso alla realizzazione di una zona di ricreazione per la città di Bolzano.

Da questa decisione preliminare, nell'agosto 1997, nasce il progetto di massima n. 96/37 e i successivi progetti esecutivi presentati ed approvati per lotti. Le opere sono state eseguite, conformemente al parere di impatto ambientale, con il conseguente rilascio in data 25/05/2012 da parte dell'Ufficio Gestione rifiuti del certificato di avvenuta bonifica.

Conclusioni: Il progetto, considerate le specificità dell'acquifero e le dimensioni del pennachio contaminato, nonché la riduzione della sorgente contaminante a seguito delle opere di bonifica, propone di tenere sotto controllo periodico lo stato della falda superficiale di Frangarto e di attivare un eventuale sistema di barriere idrauliche solo nel caso in cui si registrasse un sensibile peggioramento della situazione. L'Ufficio Gestione rifiuti ha inoltre provveduto a un regolare monitoraggio della falda, constatando come negli anni la situazione possa essere classificata stazionaria.

I limiti per l'arsenico: Questo aspetto è stato approfondito internamente dall'Agenzia per l'am-

BONIFICA CON MISURE DI SICUREZZA DISCARICA CASTEL FIRMIANO

biente, che ha prodotto diverse analisi del rischio, due delle quali vengono sommariamente così descritte:

Run 1) Questa analisi del rischio viene effettuata, utilizzando gli stessi parametri e lo stesso software utilizzato nel giugno del 2003 ed è finalizzata ad ottenere l'ipotetico obiettivo di bonifica che renderebbe il rischio accettabile

Run 2) In questa seconda analisi, rispetto alla prima, si impone come obiettivo di bonifica il valore di 1/3 rispetto al limite per l'arsenico nelle acque potabili: si tratta di un valore che spesso si riscontra nelle acque potabili di Bolzano e sicuramente non soggette a contaminazione. Si applica quindi il limite di 3 microgrammi/litro.

Si deduce che: la contaminazione della falda è limitata a una porzione della falda superficiale di Frangarto e presumibilmente legata a fenomeni ancora attivi di percolazione dalla vecchia discarica. Non vi è una situazione di pericolo per la falda di Bolzano.

Esecuzione

Il progetto di bonifica della discarica di Castelfirmiano è stato suddiviso nei seguenti interventi secondo un criterio di priorità tecnica:

Interventi urgenti per il miglioramento della raccolta dei percolati e per la captazione dei gas su tutta la superficie: Attraverso interventi mirati, quali l'esecuzione di iniezioni nella roccia o l'inserimento di diaframmi isolanti, è stato bloccato lo scolo sotterraneo dei percolati, ottimizzando la possibilità di captazione degli stessi. Inoltre si è provveduto a pulire o a rinnovare le esistenti tubazioni di raccolta. Per ridurre al minimo gli odori, ovvero per migliorare la qualità dell'aria, è stata poi realizzata su tutta l'area una rete di pozzetti per i gas della discarica. I gas vengono trattati in un impianto centralizzato che garantisce emissioni al di sotto dei limiti prescritti dalla legge. Intervento eseguito nel 1998/1999

Conoidi di sostegno e infrastrutture: I fianchi a nord e a sud della discarica sono stati riprofilati per il rimodellamento della superficie della discarica. Per effettuare i necessari spostamenti e gli ulteriori conferimenti di rifiuti è indispensabile creare nuovi volumi, senza peraltro oltrepassare i limiti della zona di rispetto delle acque potabili di Bolzano (ex zona C). A tal fine è stato necessario realizzare, alle estremità nord e sud, degli argini di contenimento con materiale inerte (conoidi di sostegno). Inoltre è stato realizzato un nuovo tracciato per la strada di accesso alla discarica e sono stati previsti dei bacini e dei serbatoi di accumulo per le acque meteoriche.

Interventi eseguiti nel 1999/2000 (argine infrastrutture Sud) e 2004 (argine e infrastrutture Nord)

Impermeabilizzazione di base dei settori di trasferimento dei rifiuti: Il rimodellamento della discarica ha comportato tre nuove zone di ampliamento, rispetto alla planimetria attuale, che si sono dovute naturalmente dotare di un'impermeabilizzazione di base, e precisamente 7.100 m² a sud, 3.600 m² a nord e 8.400 m² a ovest. Questi settori sono stati destinati ad essere riempiti parzialmente con materiali provenienti dalla bonifica della collina Bolzano sud, per poi essere impermeabilizzati in superficie e rinverdiati assieme al resto della discarica. In tutti i settori è stata prevista una impermeabilizzazione di base con combinazione tra strati minerali e telo in HDPE. Interventi eseguiti nel 2001/2002 (bacino Sud) e 2005/2006 (bacino Nord)

Spostamento-conferimento di rifiuti: Per il rimodellamento della discarica si sono dovuti effettuare degli spostamenti interni di ca. 220.000 m³ di rifiuti, concentrati in particolare nei settori nord e ovest della discarica. Mediante ruspe il materiale rimosso è stato collocato nelle nuove zone impermeabilizzate. Il trasferimento di rifiuti ha riguardato il deposito del materiale di categoria IIB proveniente dalla bonifica della collina Bolzano Sud nei nuovi settori di riempimento impermeabilizzati a sud. Nell'ambito di questi lavori è stato previsto di adeguare gradualmente il sistema di captazione dei gas, mentre l'impianto di trattamento è destinato a rimanere costantemente in funzione.

Intervento eseguito nel 2006/2007

Impermeabilizzazione superficiale: Questo intervento ha perseguito l'obiettivo di incapsulare all'interno della discarica le emissioni solide, liquide e gassose, di impedire l'infiltrazione di acque meteoriche e di rinverdire la superficie della discarica ai fini del suo futuro utilizzo come zona ricreativa.

Intervento eseguito nel 2009/2010

Post- esercizio, monitoraggio e utilizzo: Una volta completata la bonifica tecnica, la discarica deve continuare ad essere sottoposta al monitoraggio dei parametri ambientali, al controllo ed alla manutenzione degli impianti tecnici, allo smaltimento dei percolati, ecc. Inoltre da parte del gestore (Comune di Bolzano) devono essere installate le attrezzature previste per le attività ricreative, nell'ottica di un utilizzo di tipo naturale, non intensivo.

In corso

Reale stato della contaminazione della Falda di Frangarto alla luce delle indagini fin qui svolte

(compresa l'analisi di rischio): Nell'ambito della valutazione di impatto ambientale è stata elaborata una valutazione del rischio sanitario ambientale (giugno 2003). Le conclusioni di questa analisi del rischio contengono questa frase „va confermata la prescrizione per l'interdizione della risorsa idrica locale per suo potabile entro un raggio di ca. quattro chilometri (3.800) metri dall'area rappresentativa della sorgente”.

Misure di messa in sicurezza per il sito Bolzano 1 costituito dalla discarica di Castel Firmiano e dalla collina Bolzano sud ai sensi dell'art. 10 della DGP 4 par. 1072: La finalità dello studio, redatto da Geologia e Ambiente (ottobre 2005) è stata la valutazione della natura, dell'estensione e della distribuzione degli inquinanti nell'acqua della falda freatica sottostante l'area di interesse del sito Bolzano 1.

„Nel presente studio sulla base delle previsioni del quadro evolutivo sono stati inoltre definiti i criteri per l'eventuale realizzazione di una barriera idraulica di controllo nell'area di Frangarto”.

Sistema di impermeabilizzazione adottato e sua valutazione tecnica: Il sistema di impermeabilizzazione è stato oggetto sia di valutazione tecniche da parte degli uffici preposti al controllo che di una valutazione esterna (Dr. Gartung LGA).

Si è tenuto conto del contenuto in acqua della discarica e dei possibili processi di degradazione e stabilizzazione dei rifiuti presenti.

Mancando informazioni sul contenuto in acqua dei rifiuti, è stato necessario effettuare valutazioni su parametri qualitativi e quantitativi dei percolati (BSB, CSB), del biogas emesso (o eventualmente della quantità di metano captata) e dei cedimenti strutturali. Si è esaminata la possibilità di valutare anche misure del biogas dai singoli pozzetti.

Per i settori della discarica di Castelfirmiano nei quali dominavano rifiuti inorganici (zona centrale e bacino sud) è stata valutata l'adeguatezza dell'impermeabilizzazione superficiale, in particolare è stata rivolta l'attenzione ai potenziali eluati, ed alla composizione del biogas. La lunga esperienza «dell'Istituto per la gestione dei rifiuti» sull'invecchiamento delle scorie e delle polveri fini, serve a questo proposito. Oggetto di valutazione anche lo sviluppo della temperatura, il comportamento ai cedimenti ed in generale i principi delle reazioni tra composti organici ed inorganici.

La valutazione se possibile anche di recenti dati sulla quantità di percolati, composizione di percolati, quantità di biogas e composizione di biogas, renderà possibili considerazioni per il miglioramento della gestione del percolato e del monitoraggio

BONIFICA CON MISURE DI SICUREZZA DISCARICA CASTEL FIRMIANO



vista cantiere durante i lavori di bonifica - foto: Ufficio gestione rifiuti



vista cantiere a bonifica effettuata - foto: Ufficio gestione rifiuti

MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE DISCARICA RIO VALSURA A SINIGO

Epoca di esecuzione	1997
Superficie lorda area	2,5 ha
Costi	2.000.000,00 €
ESECUTORE BONIFICA	Ripartizione 10 Infratrutture Dr. Ing. Alois Stadler Ufficio Impianti smaltimento rifiuti Pi. Georg Simeoni Progettista Dr. Ing. Klaus Plattner, Baubüro Direzione e assistenza lavori Dr. Ing. Klaus Plattner, Baubüro
ORGANO DI CONTROLLO	Ufficio Gestione Rifiuti Dr.ssa Verena Trockner
IMPRESA APPALTATRICE	Oberosler Cav. Pietro SPA

Situazione geologica e ambientale

La discarica del Rio Valsura si compone di due colline separate dalla strada di collegamento fra Sinigo e Lana, nell'ambito del biotopo che porta il suo stesso nome. La collina a fianco della rampa di collegamento con la MEBO in direzione sud ha avuto origine dal riempimento con rifiuti solidi urbani degli scavi effettuati sul delta del Rio Valsura nell'Adige per l'estrazione della ghiaia (fin sotto il livello della falda) e quindi la sua formazione risale a tempi remoti, quando le discariche consistevano in semplici depositi di materiale variamente inquinato, senza che per esse venisse adottata nessuna misura di sicurezza ambientale. Questa collina, che gli agenti atmosferici e la sedimentazione hanno progressivamente inertizzato, riducendone al minimo la pericolosità, non è stata oggetto di intervento da parte della Provincia. La seconda collina, parallela alla strada di collegamento Sinigo-Lana, si compone di una parte della vecchia discarica ed una seconda parte di formazione più recente. Quest'ultima è stata utilizzata come discarica provvisoria dai Comuni del Burgraviato. La sua nascita risale agli anni '80 con l'esecuzione di uno scavo preliminare in sponda sinistra del Rio Valsura, la stesa sul piano di imposta di un telo impermeabile ed il successivo progressivo riempimento con rifiuti solidi urbani. Alla fine degli anni '90, in coincidenza con l'entrata in esercizio della nuova discarica di Tisner Auen, la Provincia ne ha deciso la chiusura e la conseguente sistemazione definitiva.

Progettazione

Per la messa in sicurezza di questa discarica il Dr. Geol. Ambrogio Dessì ha effettuato l'indagine geologico ambientale necessaria per la redazione del relativo progetto, che consentisse poi l'appalto dei lavori e l'inizio delle operazioni di cantiere. È stata prevista una compattazione superficiale della discarica, la stesa di una copertura impermeabilizzante con un geocomposto bentonitico (bentonite secca granulare incapsulata fra due geotessili trattenuti da una notevole agugliatura), la formazione di uno strato drenante e la messa in opera di uno strato di ca. 1 m di terra vegetale, con il suo successivo inerbimento e con la messa a dimora di idonee piante ornamentali. Lungo le scarpate della discarica il drenaggio di ghiaia è stato stabilizzato con la posa di copertoni d'auto collegati fra di loro da una rete metallica, prima di eseguirne il ricoprimento con la terra vegetale. Le scarpate sono state sostenute da un muro di contenimento in cemento armato, che ne percorre tutto il perimetro ad esclusione del lato nord, lungo il quale, al confine con il preesistente

impianto di inerti, è stato eretto un muro in massi ciclopici. Una rete di tubazioni drenanti raccoglie le acque meteoriche di prima percolazione, facendole confluire in pozzetti di raccolta e scaricandole da questi nei corsi d'acqua circostanti.

Esecuzione dei lavori

I lavori sono stati eseguiti a fine anni '90 nel pieno rispetto del progetto esecutivo. Lungo la strada interna alla zona produttiva di Lana è stata altresì realizzata una stazione per la combustione del biogas estratto dalla discarica. A questo scopo sono stati perforati alcuni pozzi drenanti fino alla profondità di ca. 20 m dalla superficie della discarica, a loro volta collegati con tubazioni drenanti orizzontali, ed il biogas è stato aspirato attraverso questa rete e convogliato nella stazione, dove tramite apposite apparecchiature, viene continuamente bruciato, con relativa fiamma che esce da un camino sovrastante la stazione. Attraverso una rampa che sale dalla quota della stazione di combustione e, in alternativa, attraverso due scale, realizzate lungo il muro di contenimento interno, si raggiunge una stradina a mezza costa che gira attorno alla discarica fino a raggiungerne la sommità; qui è stata predisposta una piattaforma, dalla quale poter osservare il vicino biotopo del delta del Rio Valsura. Alcuni anni fa è stato anche installato un impianto fotovoltaico. Dal punto di vista ambientale è stato ottenuto un apprezzabile risultato.



vista aerea ex discarica valsura - foto di Geom. Jürgen Wieser

MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE DISCARICA RIO VALSURA A SINIGO



impermeabilizzazione - foto di Geom. Jürgen Wieser



stazione combustione biogas - foto di Geom. Jürgen Wieser

BONIFICA FUTURO POLO SCIENTIFICO E TECNOLOGICO DI BOLZANO

Epoca di esecuzione	2013
Superficie lorda area	0,78 ha
Costi	ca. 1.300.000,00 €
ESECUTORE BONIFICA	Committente BLS Dr. Ulrich Stofner Ufficio Edilizia Est Dr. Arch Paolo Bellenzier Progettista generale Dr. Arch. Claudio Lucchin Consulente geologico Dr. Geol. Alessandro Bozzani Progettista delle bonifiche Dr. Ing. Guglielmo Concer Responsabile di progetto Dr. Arch Paolo Bellenzier Direzione e assistenza lavori Dr. Ing. Guglielmo Concer
ORGANO DI CONTROLLO	Ufficio Gestione Rifiuti Dr. Giulio Angelucci
IMPRESA APPALTATRICE	Misconel S.r.l. di Cavalese (TN)

Situazione geologica e ambientale

Il terreno di origine alluvionale, risulta contaminato dallo smaltimento di scorie industriali connesse con l'attività pregressa della Società Alumix per la produzione dell'alluminio (materia prima la bauxite o l'allumina, da cui veniva ricavato l'ossido di alluminio e da questo per elettrolisi l'alluminio). Trattandosi dell'area riservata ai servizi, il grado di contaminazione risulta inferiore a quello del terreno già bonificato di pertinenza dell'attività industriale. Le sostanze inquinanti sono le seguenti:

Idrocarburi policiclici aromatici con diffusione superficiale e solo puntualmente in profondità (medio inquinamento).

Fluoruri prevalentemente solubili distribuiti su tutta la superficie, ad eccezione del settore occidentale, con interessamento dei primi tre metri di profondità. La concentrazione corrisponde ad un livello di inquinamento medio, con il raggiungimento di valori più elevati nel settore meridionale.

Idrocarburi pesanti diffusi fino alla profondità di un metro nel settore occidentale e lungo i confini nord e sud, con concentrazione media.

Mercurio presente sia in superficie che in profondità limitatamente al settore ovest, al centro (dove la concentrazione è elevata) e nel settore sud.

Piombo, Zinco, Cadmio distribuiti a limitata profondità nel settore ovest.

La bonifica è stata eseguita nel contesto degli scavi di sbancamento per la realizzazione di un parcheggio sotterraneo destinato al futuro polo scientifico e tecnologico e pertanto, tenuto conto delle indagini geologico-ambientali, risulta che ca. il 69 % dei terreni da movimentare era privo di contaminazione (terreno verde), ca. il 28,5 % era mediamente contaminato (terreno giallo) ed ca. il 2,5 % era altamente contaminato (terreno rosso).

Progettazione ed esecuzione

Successivamente all'elaborazione da parte del Dr. Geol. Alessandro Bozzani del piano di

caratterizzazione, il Dr. Ing. Guglielmo Concer ha redatto il progetto di bonifica preliminare e definitivo, che ha ottenuto l'approvazione della Conferenza dei Servizi. I lavori sono stati aggiudicati in sede d'appalto all'Impresa MISCONEL di Cavalese (TN).

Nell'esecuzione delle opere si è provveduto, in conformità al progetto, alla suddivisione dell'area in celle di maglia 20 x 20 m, a ciascuna delle quali è stato attribuito un diverso grado di inquinamento in relazione alla profondità di scavo, che viene considerata per strati di un metro dal piano di campagna fino alla quota finita di scavo di - 5,5 m. Se ne sono ricavati i volumi totali dei materiali secondo la loro contaminazione, così come si riassume nel seguente schema:

Terreno verde	18.164,66 mc
Terreno giallo	9.971,65 mc
Terreno rosso	914,14 mc
Terreno già certificato	5.350,42 mc
per un totale di	34.220,87 mc

Destinazioni dei terreni

Per i riempimenti a tergo dei futuri edifici del polo scientifico e tecnologico si è eseguito lo stoccaggio di ca. 6.000 mc di terreno giallo.

Per la movimentazione del restante materiale si è utilizza l'area a sud della zona di scavo (denominata zona produttiva Alumina 3), già bonificata negli scorsi anni dall'Ufficio Infrastrutture della Provincia, con la distinzione di tre aree di stoccaggio:

AREA A: essendo asfaltata, è stata destinata ad accogliere il materiale rosso a più elevata contaminazione, di cui si è predisposta la delimitazione, nonché la copertura con teli impermeabili, ai fini di evitarne il dilavamento e la conseguente contaminazione del terreno.

AREA B: parzialmente asfaltata, ha contenuto il materiale giallo a media pcontaminazione.

AREA C: ha avuto come destinazione il deposito del materiale pulito (per terreno verde).

Le lavorazioni eseguite in cantiere si sono limitate alla frantumazione dei materiali da demolizione ed alla separazione del ferro di armatura delle strutture in c.a., mentre le operazioni per il recupero parziale del materiale rosso e del materiale giallo attraverso vagliatura semplice hanno avuto luogo fuori dal cantiere, con il conferimento in discarica della frazione residua altamente o mediamente contaminata.

Il materiale verde ha avuto un libero ed immediato riutilizzo.

Nel corso degli scavi sono state intercettate anche tubazioni in amianto, che in sede di indagine geologica non erano state individuate, con il loro conseguente smaltimento secondo le direttive degli Uffici competenti in materia di tutela dell'ambiente.

A bonifica ultimata l'Ufficio Gestione rifiuti ha verificato attraverso opportune analisi di campioni del terreno di fondo scavo la regolare esecuzione del risanamento ambientale e corrispondentemente rilasciato apposita certificazione di avvenuta bonifica.

Opere accessorie previste mediante perizie di variante in corso d'opera

Nel corso dei lavori si è dovuto provvedere al consolidamento delle fondazioni del torrino piezometrico che alimenta l'acqua industriale del vicino stabilimento della SAPA, utilizzando una serie di palificazioni, per l'ancoraggio al terreno della preesistente fondazione e quindi una corona di jet grouting che hanno raggiunto una profondità di cinque metri sotto il piano di imposta del futuro parcheggio sotterraneo. In questo contesto sono state rimosse le vecchie tubazioni idriche che dal preesistente pozzo alimentano lo stesso torrino e che dal torrino raggiungono lo stabilimento, sostituendole con tubazioni non interferenti con il medesimo parcheggio e quindi posate al di sotto del piano di imposta del parcheggio sotterraneo.

Lungo il confine con lo stabilimento SAPA è stata realizzata una parete armata con l'impiego di palificazioni e di spritzbeton nonché di travi di contenimento orizzontali, per sostenere la stradina interna allo stabilimento.





EFFETTI DELLE BONIFICHE AMBIENTALI A BOLZANO

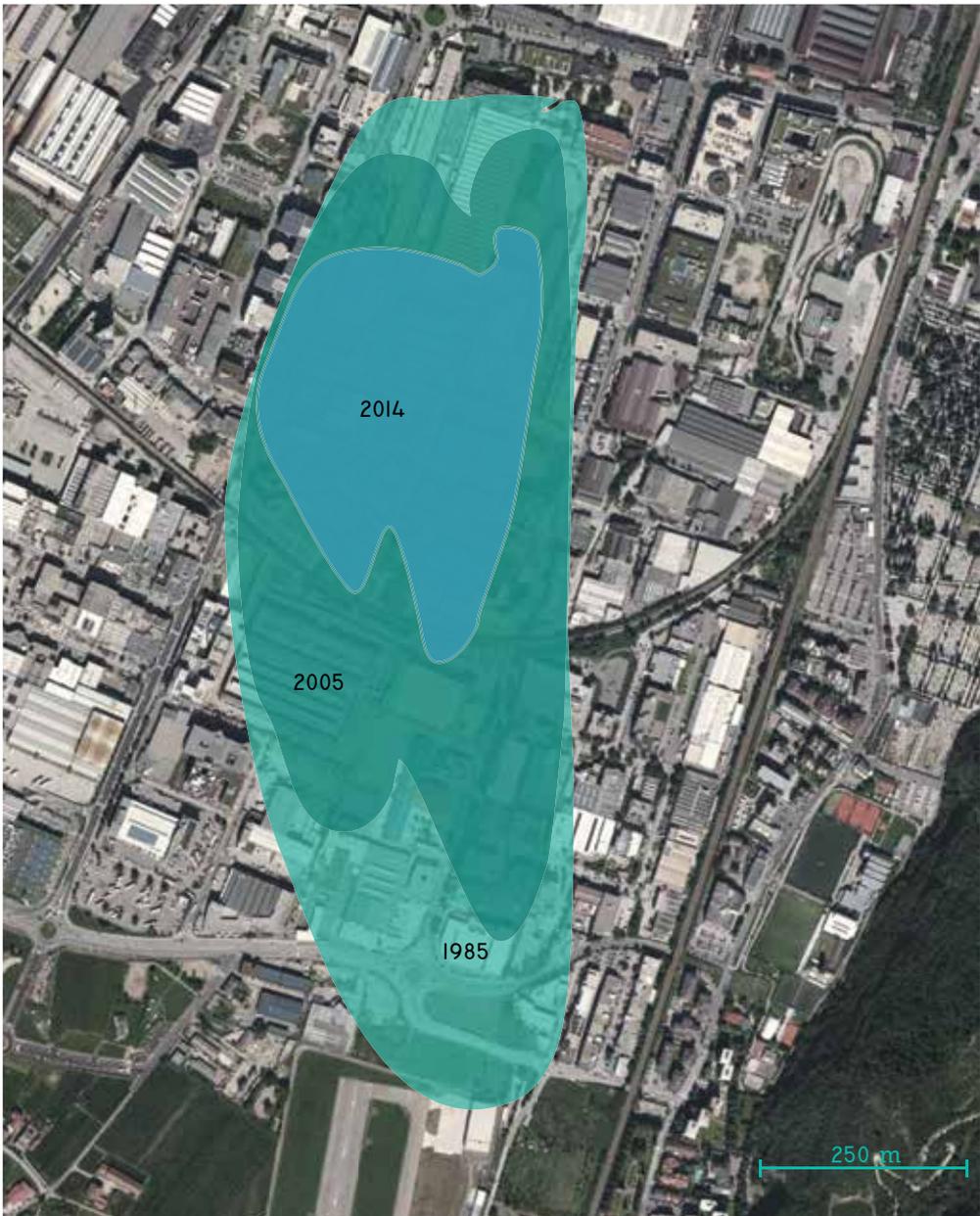
Miglioramento delle caratteristiche dell'acqua di falda

La carta sottostante illustra la riduzione del pennacchio di contaminazione della falda dai fluoruri nella zona immediatamente a sud della ferrovia Bolzano – Merano conseguente alle bonifiche ambientali eseguite dalla Provincia Autonoma di Bolzano nell'intervallo di tempo compreso fra il 1996 ed il 2011 soprattutto nella zona produttiva ex Alumix. La potabilità delle acque sotterranee ne ha avuto un consistente giovamento, come ha evidenziato il loro permanente monitoraggio attraverso i pozzi distribuiti in numero consistente nell'area interessata e visibili sulla stessa mappa.

Da questa risulta che l'estensione del pennacchio nella direzione della falda è passata da 1440 m nell'anno 1985, a 1110 m nel 2005 e ad oggi si è ridotta fino a 570 m.

Miglioramento delle caratteristiche dell'aria

La chiusura di diversi stabilimenti industriali del settore metallurgico ad elevata produzione di polveri sottili, quali la Magnesio e l'Alumix, avvenuta fra gli anni '70 e '90, ha lasciato spazio ad una diversificazione delle attività produttive, ripartite fra artigianato, piccola industria e commercio, ed è stata accompagnata dall'introduzione di severissime norme per il contenimento delle emissioni gassose, generando immediatamente anche un pressochè totale risanamento dell'aria, che precedentemente a quel periodo aveva raggiunto tassi di inquinamento elevati. La conca di Bolzano attraverso la chiusura delle industrie metallurgiche ed il risanamento delle aree ha ricevuto un notevole beneficio, visivamente riconoscibile dalla quasi totale sparizione della cappa di fumo che copriva la vecchia zona industriale, interessando anche quartieri residenziali, in particolare quello di Aslago.



Riduzione del pennacchio di contaminazione della falda da fluoruri negli ultimi trent'anni - fonte Ufficio gestione rifiuti (limite 1,5 mg/l: Allegato 1/Tab.2 del D.G.P.1072/2005)