



REGIONE BASILICATA

FONDO DI SVILUPPO E COESIONE 2007-2013

"Accordo di Programma Quadro" per la definizione degli interventi di messa in sicurezza e di bonifica delle acque di falda e dei suoli nei Siti di Interesse Nazionale di Tito e Val Basento (Delibera CIPE n. 87/2012)

Sito di Interesse Nazionale di Tito

PROSECUZIONE DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E BONIFICA DELLE ACQUE DI FALDA

(Cod. CBMT01- SIN Tito)

Progetto Preliminare

RELAZIONE TECNICA

ELABORATO N

3

scala ----

B	Progetto preliminare aggiornato richieste STA del MATTM	Maggio 2015
---	---	-------------

A	Progetto preliminare aggiornato	Ottobre 2014

RUP

Geom. Carlo Gilio



Dott. Geol. Michele Fratini

Dott. Geol. Fabio Pascarella



Dott. Ing. Guido Bonifacio

Dott. Arch. Gerardo Marcello Soldo

SOMMARIO

1	AGGIORNAMENTO DEL PROGETTO	4
2	ITER PROGETTUALE, ANALISI DELLE ALTERNATIVE, SCELTA DEL PROGETTO	4
3	ANALISI DI RISCHIO	7
4	BARRIERA IDRAULICA.....	8
5	INTERVENTI DI BONIFICA DELLE ACQUE DI FALDA NELLE AREE SORGENTE.....	11
5.1	Multi phase extraction (MPE)	12
5.2	Biodegradazione assistita (enhanced biodegradation EB).....	13
6	IMPIANTO TAF	14
6.1	Tipologia di trattamento	14
6.2	Ubicazione dell'impianto	14
7	MONITORAGGIO E CONTROLLO DEL SISTEMA DI BONIFICA	15

1 AGGIORNAMENTO DEL PROGETTO

La presente versione della Relazione Tecnica del progetto è stata aggiornata sulla base delle osservazioni formulate dalla Struttura di Assistenza Tecnica della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e del Mare del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, trasmesse con nota prot. 0005698/STA del 30/04/2015.

2 ITER PROGETTUALE, ANALISI DELLE ALTERNATIVE, SCELTA DEL PROGETTO

Il Consorzio ASI di Potenza, a seguito di interlocuzione con i competenti uffici regionali e con la struttura tecnica del Ministero, ha predisposto e proposto i progetti preliminari relativi a:

- Messa in sicurezza e bonifica delle acque di falda;
- Messa in sicurezza e bonifica delle scorie siderurgiche;
- Messa in sicurezza permanente del bacino fosfogessi.

Tali progetti sono stati illustrati nella Conferenza di Servizi istruttoria tenutasi a Salerno in data 25/03/2010 e approvati nella Conferenza di Servizi decisoria del 29.04.2010.

In particolare, la Conferenza di Servizi Decisoria del 29/04/2010 ha espresso il nulla osta, con prescrizioni, all'ipotesi progettuale presentata nel documento "Ipotesi dell'intervento di MISE e bonifica della falda e dei terreni", trasmessa dall'ASI ed acquisita dal MATTM in data 22/12/2009 (prot. 26483/QdV/DI).

Successivamente, a seguito delle sollecitazioni e perplessità espresse dagli uffici regionali in merito alle soluzioni progettuali approvate, il consorzio ha avviato una fase di interlocuzione con la struttura tecnica regionale e l'ARPAB, finalizzata alla possibile individuazione di interventi alternativi per il conseguimento dei risultati di messa in sicurezza permanente del bacino gessi e bonifica della falda, comunque preservando la previsione di recupero produttivo dell'area oggetto dell'intervento, prospettata nella progettazione redatta.

Tale fase "dialettica" portava alla condivisione delle priorità da assegnare alle varie fasi di intervento e alla formulazione di ipotesi alternative che venivano illustrate alla struttura tecnica ministeriale nel corso dell'incontro del 21/10/2010. In quell'occasione, veniva rappresentato come, a parere della struttura tecnica regionale, fosse opportuno prevedere, per quanto attiene alla bonifica della falda, la realizzazione di una barriera di tipo reattivo in luogo della prevista barriera idraulica mentre, per quanto attiene alla messa in sicurezza permanente del bacino gessi, si ritenesse opportuno valutare la possibilità di intervenire con azioni di consolidamento in loco dello strato di fosfogessi attraverso le tecniche del *jet grouting*, limitando la movimentazione del materiale in situ.

Le ipotesi di intervento alternative prospettate trovavano solo parzialmente accoglienza e condivisione da parte del Ministero che, mentre riteneva possibile e neanche auspicabile la realizzazione della barriera reattiva, fatte salve le verifiche in ordine alla effettiva realizzabilità della

stessa, esprimeva evidenti perplessità sul prospettato diverso intervento di messa in sicurezza permanente del bacino gessi.

In sede di CdS decisoria del 20/07/2011, si prendeva atto della relazione “Documento tecnico di analisi delle alternative progettuali relative agli interventi di Messa in sicurezza e bonifica della falda e del bacino gessi”, trasmessa dal Consorzio ASI ed acquisita dal MATTM in data 4/05/2011, (prot. n. 14545/TR/DI).

Tale documento, richiesto dalla Regione Basilicata, era predisposto a seguito di quanto emerso nel corso della Conferenza di Servizi istruttoria svoltasi presso il Ministero dell’Ambiente il 31/03/2011 e, in particolare alla mancata presentazione dei progetti definitivi richiesti dalla Conferenza di Servizi decisoria del 29/04/2010 relativi alla messa in sicurezza e bonifica della falda e del bacino gessi. Il documento era, pertanto, finalizzato a dare riscontro a quanto richiesto, a partire da una breve ricostruzione delle fasi procedurali, proponendo un possibile percorso per l’attuazione degli interventi in parola.

In esito all’incontro del 21/10/2010, in successive riunioni del tavolo tecnico regionale cui partecipavano con i tecnici del Dipartimento Ambiente i rappresentanti dell’ARPAB ed i tecnici dell’ASI, si concordava che, anche con riferimento ai dati emersi dal Piano di Caratterizzazione, risultava necessario procedere con assoluta priorità alla disattivazione delle canne piezometriche facenti parte della rete di monitoraggio regionale, risultate inadeguate in quanto possibili generatori di *cross-contamination* perché interessanti più livelli di acquifero.

Quanto sopra veniva in particolare evidenziato da parte dei tecnici dell’ARPAB che su tali basi ritenevano non attendibili e/o comunque di difficile interpretazione i dati di analisi sin qui assunti.

La disattivazione della rete piezometrica regionale, dunque, veniva concordemente individuata come intervento urgente, prioritario ed indispensabile, in tal modo confermandosi la previsione già riportata a pag. 5 al p.to 3.1.2 della relazione illustrativa dell’”Ipotesi di intervento della messa in sicurezza della falda e dei terreni” predisposto dall’ASI e, come detto, approvato in sede di conferenza decisoria del 29.04.2010.

I tecnici consortili, pertanto, recependo le indicazioni operative concordate al tavolo tecnico regionale, predisponendo il progetto per la disattivazione dei piezometri sulla cui base si esperiva regolare gara d’appalto. I lavori sono stati ultimati in via definitiva nel 2012.

L’ufficio tecnico consortile, pur nella consapevolezza della condivisa incertezza operativa discendente dalla supposta inattendibilità dei dati relativi ai livelli di contaminazione, sulla base degli elementi assunti in fase di attuazione del Piano di Caratterizzazione, procedeva alla preliminare verifica di fattibilità e realizzabilità della barriera reattiva giusto quanto indicato e proposto dalla struttura tecnica regionale, avendo tuttavia prospettato, nel corso dei numerosi incontri, la valutata esigenza di avvalersi di specifiche e documentate competenze esterne per la compiuta definizione dei necessari elaborati progettuali esecutivi.

La preliminare analisi dei dati esistenti e disponibili e, in particolare, di quelli relativi all’idrogeologia e morfologia del bacino (come sinteticamente illustrato anche nel corso della

conferenza di servizi del 31.03.2011) evidenziava significative incertezze relative sia alla possibilità di individuare una “sezione” di deflusso ove realizzare la barriera reattiva sia, soprattutto, all’effettiva presenza di strati impermeabili e/o semipermeabili in cui attestare la barriera a profondità compatibili con la realizzazione ed efficienza della stessa.

Tutto quanto sopra, a partire dalle risultanze della lunga e approfondita interlocuzione avuta in particolare con la struttura tecnica regionale, hanno evidenziato l’impossibilità di elaborare una ”proposta progettuale che tenesse conto delle richieste avanzate dalla regione”.

Si è quindi deciso di confermare l’iniziale ipotesi progettuale che prevede la realizzazione di una barriera, con relativo impianto di depurazione delle acque emunte, per impedire la migrazione delle acque inquinate al di fuori del sito, cui sono stati aggiunti interventi per la bonifica delle sorgenti secondarie di contaminazione come descritto nel seguito.

Il progetto è stato sviluppato sulla base di una rivisitazione dei dati disponibili e si basa sullo stato attuale delle conoscenze, che, come detto, risentono di una base dati per la maggior parte non recente (2008).

Le indagini integrative previste nel progetto hanno lo scopo di aggiornare lo stato di qualità delle acque sotterranee e costituiranno la base dello sviluppo del progetto definitivo. Infatti, i recenti monitoraggi ARPAB sembrano evidenziare una diminuzione delle concentrazioni che se confermata dalle indagini integrative e di aggiornamento potrebbe indirizzare la selezione degli interventi di bonifica su tecniche di minore impatto

Il progetto ha come requisito fondamentale e imprescindibile che le sorgenti di contaminazione delle acque sotterranee poste a monte idrogeologico dell’area ex Liquichimica siano tenute sotto controllo almeno in relazione alla migrazione delle acque contaminate. In altre parole il progetto prevede che l’impianto di messa in sicurezza e bonifica realizzato nel sito ex Daramic sia funzionante e in piena efficienza. In caso contrario, come evidente, il progetto di bonifica delle acque sotterranee nell’area ex Liquichimica sarebbe del tutto infondato concettualmente e tecnicamente.

Il progetto ha il duplice obiettivo di realizzare la messa in sicurezza della falda impedendo la migrazione delle acque contaminate all’esterno del sito e di prevedere il trattamento diretto della sorgente secondaria di contaminazione (terreni contaminati saturi) al fine di eliminare le fonti e le sostanze inquinanti o di ridurre la concentrazione.

Per il raggiungimento degli obiettivi sarà realizzata una barriera idraulica ubicata lungo il confine orientale dell’area ex Liquichimica e un intervento diretto, la cui tipologia sarà selezionata a valle delle indagini integrative riportate nell’elaborato 4 “piano indagini specialistiche propedeutiche alla progettazione definitiva”, nelle aree in cui le indagini di caratterizzazione hanno localizzato il probabile inquinamento nei terreni saturi.

Nella Tavola 12 fuori testo è riportata l’ubicazione delle aree di intervento.

La progettazione preliminare dei sistemi di bonifica è basata sul modello concettuale descritto nell'elaborato 2 "relazione geologica, idrogeologica e quadro della contaminazione", ricostruito utilizzando le informazioni ad oggi disponibili. L'affinamento del modello, ai fini del corretto dimensionamento degli interventi, avverrà utilizzando i risultati delle indagini integrative e delle prove idrauliche, anche mediante l'implementazione di un modello numerico di flusso, necessari a prevedere il comportamento dinamico dell'acquifero durante il periodo di trattamento e per verificarne l'effettiva funzionalità.

Infine, come già evidenziato in altri elaborati, il progetto in questione non contiene:

- la parte relativa alla bonifica dei terreni in quanto stralciata ed inserita nel progetto di messa in sicurezza permanente del bacino fosfogessi (CBMT04);
- la caratterizzazione radiologica poiché la stessa verrà eseguita preliminarmente alla realizzazione di quanto previsto nel presente progetto.

Come ovvio, dai risultati della caratterizzazione radiologica potranno discendere eventuali prescrizioni sia per l'accesso ai luoghi degli operatori, sia per ulteriori azioni di bonifica e/o messa in sicurezza.

3 ANALISI DI RISCHIO

Per quanto riguarda i terreni, anche se la parte relativa alla loro bonifica è stata stralciata ed inserita nel progetto di messa in sicurezza permanente del bacino fosfogessi, si ritiene di effettuare l'analisi di rischio sia sui superamenti rilevati nel corso delle analisi effettuate da Agrobios, sia su eventuali superamenti che dovessero emergere dalle indagini integrative.

Per quanto riguarda la falda, si evidenzia che l'Allegato 1 "Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica" al Titolo V della parte Quarta del D.Lgs. 152/06, modificato dall'art. 2, comma 43, D.Lgs. 4 del 16/2/2008, definisce il punto di conformità per le acque sotterranee come riportato nel seguito.

"Il punto di conformità per le acque sotterranee rappresenta il punto a valle idrogeologico della sorgente al quale deve essere garantito il ripristino dello stato originale (ecologico, chimico e/o quantitativo) del corpo idrico sotterraneo, onde consentire tutti i suoi usi potenziali, secondo quanto previsto nella parte terza (in particolare articolo 76) e nella parte sesta del presente decreto (in particolare articolo 300).

Pertanto in attuazione del principio generale di precauzione, il punto di conformità deve essere di norma fissato non oltre i confini del sito contaminato oggetto di bonifica e la relativa CSR per ciascun contaminante deve essere fissata equivalente alle CSC di cui all'Allegato 5 della parte quarta del presente decreto. Valori superiori possono essere ammissibili solo in caso di fondo naturale più elevato o di modifiche allo stato originario dovute all'inquinamento diffuso, ove accertati o validati dalla Autorità pubblica competente, o in caso di specifici minori obiettivi di qualità per il corpo idrico sotterraneo o per altri corpi idrici recettori, ove stabiliti e indicati dall'Autorità pubblica competente, comunque compatibilmente con l'assenza di rischio igienico-

sanitario per eventuali altri recettori a valle. A monte idrogeologico del punto di conformità così determinato e comunque limitatamente alle aree interne del sito in considerazione, la concentrazione dei contaminanti può risultare maggiore della CSR così determinata, purché compatibile con il rispetto della CSC al punto di conformità nonché compatibile con l'analisi del rischio igienico sanitario per ogni altro possibile recettore nell'area stessa"

Da tale indicazione normativa discende la necessità di elaborare un'analisi del rischio igienico sanitario per i recettori presenti a monte idrogeologico della barriera idraulica. Tale analisi sarà effettuata sulla base di dati esistenti e di quelli acquisiti a tal fine nelle indagini integrative, descritte nell'elaborato 4 "piano indagini specialistiche propedeutiche alla progettazione definitiva".

4 BARRIERA IDRAULICA

La tecnica individuata per la messa in sicurezza della falda prevede la creazione di uno sbarramento idraulico, realizzato con pompaggio di acqua dalla falda, ed il successivo trattamento delle acque estratte. L'acqua in uscita dal processo di trattamento potrà essere riversata in corpo idrico superficiale in conformità ai limiti previsti dalla normativa vigente.

Il sistema di bonifica prevede la realizzazione dello sbarramento in corrispondenza del confine orientale dell'area ex Liquichimica, ipotizzando che la diffusione delle acque contaminate avvenga all'interno di un unico acquifero costituito da litologie a prevalente componente sabbiosa sovrastanti il substrato rappresentato dalle argilliti di base.

Nella Tavola 9 fuori testo è riportata una sezione geologica interpretativa ricostruita utilizzando le stratigrafie dei sondaggi ad oggi disponibili. Dall'esame della figura si evince una sensibile eterogeneità delle caratteristiche dell'acquifero lungo il fronte da sbarrare che, se confermata dalle indagini integrative, renderà necessario adottare profondità e portate di emungimento differenti nelle diverse sezioni dell'area di intervento.

Per una migliorare la comprensione del modello di circolazione idrica sotterranea è prevista, infatti, la realizzazione di un sondaggio a carotaggio continuo in corrispondenza dell'area di intervento, fino al raggiungimento delle argilliti di base e l'esecuzione di prove idrauliche finalizzate a determinare i parametri caratteristici dell'acquifero (Elaborato 4 Piano indagini specialistiche propedeutiche alla progettazione definitiva).

In questa fase di analisi preliminare, con lo scopo di definire la configurazione di massima della barriera necessaria ai fini di una stima economica sommaria delle opere, sono state poste delle ipotesi semplificative e dei fattori di cautela che tengono conto delle incertezze determinate dallo scarso dettaglio dei parametri di input alla base della progettazione.

Per questo scopo, si è optato per l'applicazione di un metodo analitico, rimandando l'implementazione di un modello numerico a valle dell'acquisizione delle indagini integrative.

Come noto, l'applicazione del metodo prevede le seguenti assunzioni semplificative:

- l'acquifero è omogeneo, isotropo ed infinitamente esteso;

- i pozzi interessano tutto lo spessore dell'acquifero;
- il gradiente idraulico regionale è uniforme;
- il gradiente idraulico verticale è trascurabile;
- il sistema è in condizioni stazionarie.

I dati relativi alla conducibilità idraulica utilizzati per il dimensionamento della barriera, sono riportati nell' "Elaborato 2: Relazione idrogeologica e quadro della contaminazione" e sono ricavati da prove speditive (slug test e prove Lefranc) effettuate in due aree private interne al SIN nel corso delle indagini di caratterizzazione:

- 2 slug test e 3 prove Lefranc realizzate in area RFI
- 7 slug test in area ex Daramic

I risultati delle prove forniscono valori medi del parametro conducibilità idraulica dell'ordine di $10^{-4} \div 10^{-5}$ m/s. Considerato la significatività dei dati e l'approssimazione nella ricostruzione del modello idrogeologico del sito, è stato considerato un valore di k (conducibilità idraulica media) = 5×10^{-5} m/s.

I valori di gradiente sono stati ricavati dalla ricostruzione della superficie piezometrica in base ai dati 2006 riportata nella Tavola 4 "Mappa interpretativa della piezometria nell'area industriale di Tito - giugno 2006". Come risulta dall'andamento delle curve isopiezometriche il gradiente medio in area ex Liquichimica può essere stimato pari a 0,025.

In base alle informazioni riportate nelle stratigrafie allegate al Piano di caratterizzazione in area ex Liquichimica, è stato ipotizzato un valore medio dello spessore dell'acquifero pari a 20 m.

Il fronte di acquifero da intercettare, ricavato dai dati di qualità delle acque risultanti dalla caratterizzazione dell'area ex Liquichimica e dei successivi monitoraggi condotti da ARPAB, è stimato in 1000 m.

La portata complessiva di emungimento necessaria per sbarrare l'intero fronte di acquifero contaminato è stata stimata in:

$$Q = k \times H \times i \times L$$

con

$$k \text{ (conducibilità idraulica media)} = 5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

$$H \text{ (spessore dell'acquifero)} = 20 \text{ m}$$

$$L \text{ (fronte dell'acquifero)} = 1000 \text{ m}$$

$$i \text{ (gradiente idraulico)} = 0,025$$

Sulla base dei valori sopra riportati, tenuto conto delle semplificazioni effettuate, è stata stimata una portata complessiva di emungimento di circa 90 mc/h.

Per la delimitazione delle aree di cattura necessaria al dimensionamento preliminare, sono note in letteratura differenti soluzioni analitiche (Javandel, I. and C.F. Tsang: *Capture-Zone Type Curves: A Tool for Aquifer Cleanup, Ground Water*, 1986; Grubb, S.,: *Analytical Model for Estimation of Steady-State Capture Zones of Pumping Wells in Confined and Unconfined Aquifers*, 1993; USEPA “*Systematic Approach for Evaluation of Capture Zones at Pump and Treat Systems. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-08/003, 2008*”). Oltre alle assunzioni semplificative già ricordate, le soluzioni proposte sono in genere riferite all’analisi di barriere composte da un numero limitato di pozzi. Nel caso di situazioni idrogeologiche complesse e numero elevato di pozzi di emungimento, si suggerisce l’implementazione di modelli numerici di flusso.

Nonostante le semplificazioni richieste, è comunque riconosciuta (USEPA, 2008, Christ J., Goltz, M.N., 2002) l’utilità delle soluzioni analitiche per la possibilità che offrono di stabilire in maniera speditiva l’ordine di grandezza del problema (in termini di portate da emungere e ampiezza del fronte di cattura) e di effettuare i calcoli preliminari per il dimensionamento di una barriera idraulica.

Per gli scopi del presente progetto, la soluzione analitica proposta per individuare il punto di stagnazione e l’ampiezza della zona di cattura di un pozzo in emungimento prevede:

ampiezza della zona di cattura generata da un singolo pozzo sopragradiante rispetto alla direzione di deflusso:

$$y_{max} = \frac{Q}{2 \cdot k \cdot h \cdot i} = \frac{0,001}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-5} \cdot 20 \cdot 0,025} = 20 \text{ m}$$

ampiezza della zona di cattura generata da un singolo pozzo in corrispondenza dell’allineamento dei pozzi:

$$y_{well} = \frac{Q}{4 \cdot k \cdot h \cdot i} = \frac{0,001}{4 \cdot 5 \cdot 10^{-5} \cdot 20 \cdot 0,025} = 10 \text{ m}$$

Tenuto conto dell’incertezza sui parametri di input (caratteristiche geometriche dell’acquifero, parametri idrogeologici, campo di moto della falda, ampiezza del fronte di acquifero contaminato), si è ritenuto sufficientemente cautelativo ipotizzare un emungimento distribuito su 25 pozzi posti ad una distanza di 40 m (pari a $2 y_{max}$).

Questo anche in considerazione del fatto che sono note in letteratura (Colombo L., Cantone M., Alberti L., Francani V.,: *Soluzioni analitiche per la determinazione dello spartiacque piezometrico della zona di cattura di una barriera di pozzi*, 2012) soluzioni che dimostrano come, disallineando i pozzi, si abbia una sovrapposizione maggiore dei fronti singoli di ciascun pozzo. A parità di portata Q estratta e a parità del fronte di richiamo, si può ottenere una maggiore copertura con pozzi non allineati. Si ribadisce che la definizione della configurazione ottimale sarà possibile solo a valle

dell'esecuzione del piano di indagini integrative e all'implementazione di un modello numerico di flusso (paragrafo 14.1 del citato elaborato 4).

Le acque emunte saranno inviate tramite un sistema di interconnecting all'impianto di trattamento dedicato (impianto TAF) descritto al capitolo 6.

5 INTERVENTI DI BONIFICA DELLE ACQUE DI FALDA NELLE AREE SORGENTE

Gli interventi di bonifica saranno condotti nell'area risultata maggiormente impattata dal fenomeno di contaminazione compresa tra i piezometri pA6, pG9, PF13 e pA13, come riportato nella Figura 1. Nella delimitazione dell'area d'intervento sono stati inclusi i piezometri da cui sono stati prelevati i campioni di acqua con concentrazioni superiori alle CSC e i punti in cui le stratigrafie dei sondaggi riportano evidenze di contaminazione dei terreni saturi. Si è ritenuto di non dover includere in prima analisi l'area della vasca fosfogessi, perché interessata da interventi di bonifica e l'area del piezometro pL16, in quanto ubicata a ridosso della barriera idraulica descritta nel precedente capitolo. L'estensione dell'area di intervento dovrà comunque essere verificata sulla base dei risultati delle indagini integrative.

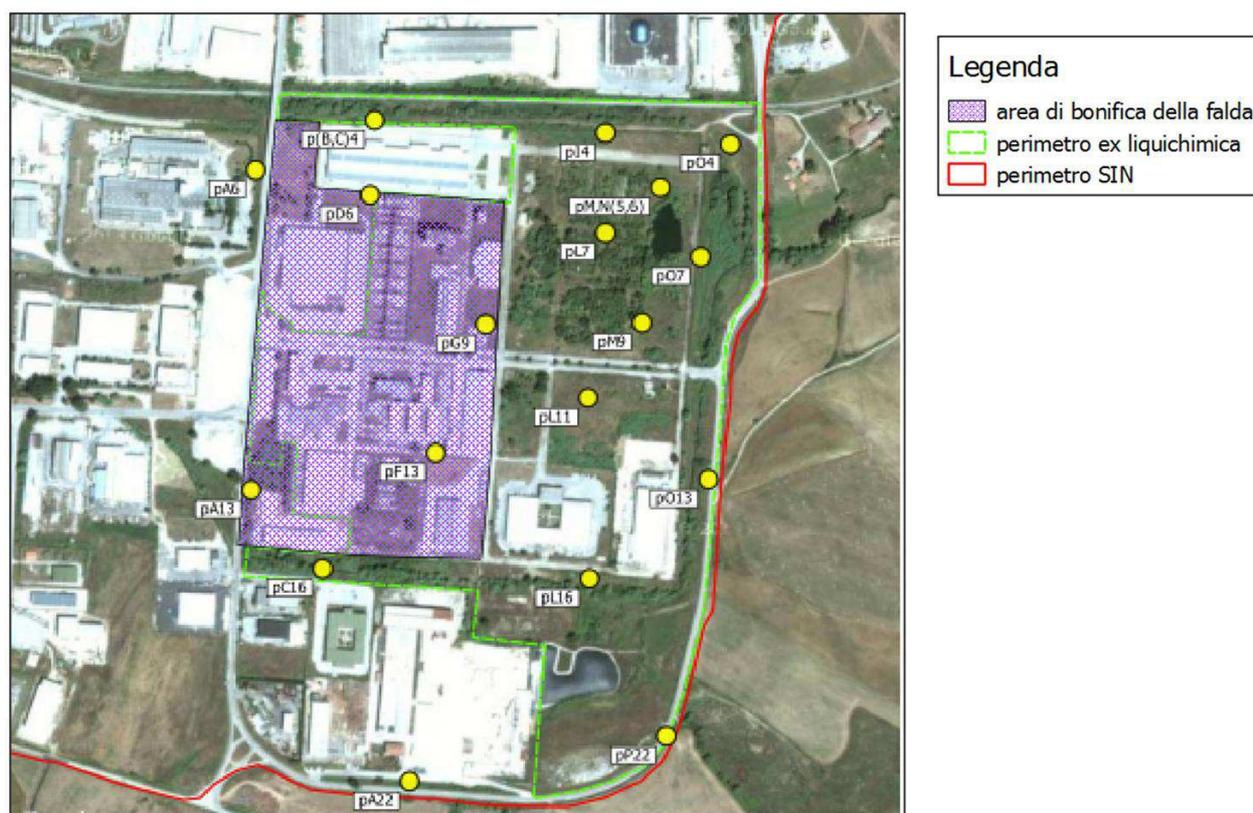


Figura 1 Area degli interventi sulle sorgenti secondarie di contaminazione

Si ritiene che, dato il quadro geologico e idrogeologico ad oggi disponibile e le caratteristiche dei contaminanti presenti, tra le varie tecnologie disponibili di cui è nota l'efficacia in contesti ambientali simili a quello in oggetto debbano essere selezionate quelle che promuovono il

trattamento della contaminazione in situ, senza estrazione diretta del contaminante favorendo la degradazione dei composti organo alogenati mediante processi di riduzione o ossidazione.

Per il conseguimento di tale obiettivo potrà essere selezionata una tra le seguenti tecnologie:

- Multi phase extraction (MPE)
- Biodegradazione assistita (enhanced biodegradation) (EB)

Entrambe le tecnologie risultano efficacemente utilizzate da più di 20 anni sia in Italia che all'estero (EPA Superfund Remedy Report - fourteenth edition - www.epa.gov) e sono state utilizzate con successo in molti siti impattati da idrocarburi e da solventi clorurati.

Anche sulla base dei risultati delle indagini integrative e delle prove pilota, nel progetto definitivo sarà sviluppata una delle tecnologie sopra individuate o la loro applicazione combinata. Nel seguito si riporta una breve descrizione delle tecnologie citate.

5.1 Multi phase extraction (MPE)

La tecnica permette il trattamento in situ di formazioni a permeabilità medio-bassa interessate da contaminazione da composti volatili VOCs e si sviluppa mediante la realizzazione di pozzi di recupero ai quali è applicata una depressione (generalmente mediante pompe ad anello liquido); in questo modo il sistema estrae contemporaneamente sia il vapore interstiziale sia l'acqua di falda e l'eventuale prodotto in fase separata. La tecnologia fornisce la possibilità di bonificare la zona satura, la frangia capillare, la zona vadosa e la "smear zone" con portate estratte anche maggiori di quelle ottenibili senza applicazione del vuoto con un effetto di maggiore resa di trattamento e minori tempi di intervento.

Attraverso un gruppo elettromeccanico (pompa) in grado di generare un grado elevato di vuoto, il sistema, tramite un terminale installato all'interfaccia aria-liquido all'interno di ciascun pozzo interessato, permette:

- l'emungimento della fase liquida, in configurazione bioslurping, con quantitativi variabili in funzione dell'affondamento nel liquido del terminale di estrazione (slurper). In tale assetto è possibile incrementare l'effetto di richiamo del prodotto approfondendo lo slurper direttamente in falda, generando un ulteriore cono di depressione;
- l'estrazione contemporanea delle sostanze volatili presenti nella zona insatura e in quella desaturata dall'azione di emungimento della fase liquida, grazie ad un fenomeno di volatilizzazione (stripping);
- la ventilazione del sottosuolo, grazie alla depressione indotta nella zona insatura e nella porzione di acquifero desaturato, così da attivare dei processi aerobici di degradazione nel sottosuolo ad opera di colonie di microrganismi autoctone (bioventing). L'attività spontanea di biodegradazione ad opera dei microrganismi naturalmente presenti nell'acquifero

determina nel tempo un ulteriore miglioramento delle qualità della falda principale (natural attenuation).

Le acque di falda emunte dai sistemi di bonifica saranno inviate all'impianto TAF a servizio della barriera idraulica.

5.2 Biodegradazione assistita (enhanced biodegradation EB)

La tecnica prevede il trattamento mediante l'utilizzo di sostanze a lento rilascio di composti biostimolanti in grado di favorire i processi di biodegradazione naturale delle sostanze organiche nei terreni saturi e nelle acque sotterranee.

La biodegradazione assistita si basa sulla possibilità di accelerare l'attività dei microrganismi autoctoni capaci di degradare specifici contaminanti, stimolandone il metabolismo e garantendo l'instaurarsi di un ambiente favorevole alla loro crescita.

In generale, oltre ad un'attenta valutazione delle caratteristiche geochimiche del sito e all'esecuzione di prove preliminari, richiede l'iniezione di nutrienti e/o agenti ammendanti, la cui natura dipende dal percorso metabolico che si vuole stimolare (ambiente aerobico o anaerobico, in funzione delle condizioni redox esistenti nel mezzo, della composizione microbica e del tipo di contaminazione).

I composti organo-clorurati possono essere degradati sia in condizioni aerobiche che in condizioni anaerobiche. La capacità di svolgere uno dei due processi dipende dalle condizioni redox esistenti nel sistema, dalla composizione microbica e dal grado di alogenazione dei composti in esame.

Prima di procedere alla realizzazione del sistema definitivo di iniezione dei composti dealogenanti, si provvederà ad effettuare degli opportuni test di trattabilità di laboratorio, finalizzati alla definizione dei parametri esecutivi.

Le prove di laboratorio saranno condotte incubando il materiale dell'acquifero e l'acqua di falda in condizioni ambientali differenti, sia naturali (equivalenti a quelle in situ) che modificate (attraverso l'aggiunta del substrato).

Lo studio sarà finalizzato a:

- valutare la presenza di microrganismi nativi dechloranti nelle diverse porzioni del sito;
- valutare l'eventuale necessità di ulteriori fattori di crescita per la biomassa;
- valutare l'eventuale influenza di metabolismi competitivi e la relativa richiesta di ammendanti;
- valutare la possibilità di ridurre direttamente i contaminanti organici, mediante ferro di dimensione micrometrica.

I risultati degli studi saranno valutati ed interpretati al fine di una corretta scelta delle condizioni di esecuzione in campo.

6 IMPIANTO TAF

6.1 Tipologia di trattamento

Le acque emunte dai piezometri saranno trattate prima di essere scaricate in fogna consortile e/o in corpo idrico superficiale. In funzione degli abbattimenti da effettuare i trattamenti previsti sulle acque di falda sono i seguenti:

- desorbimento dei gas (stripping) per l'abbattimento delle concentrazioni di COV;
- adsorbimento mediante carboni attivi per l'abbattimento delle concentrazioni di idrocarburi, metalli, solfati e fluoruri.
- Eventuale trattamento contaminanti modulo con processo di osmosi inversa.

Le caratteristiche dell'impianto sono descritte nell'elaborato 3bis "Relazione descrittiva impianto TAF".

6.2 Ubicazione dell'impianto

Per la sua funzionalità e per gli obiettivi di trattamento, l'impianto TAF potrà essere ubicato in un'area localizzata a valle dell'ex Liquichimica, prima della confluenza dei due canali che percorrono l'agglomerato industriale nel Torrente Tora. Si propone la localizzazione nell'area di proprietà consortile indicata nella figura che segue.

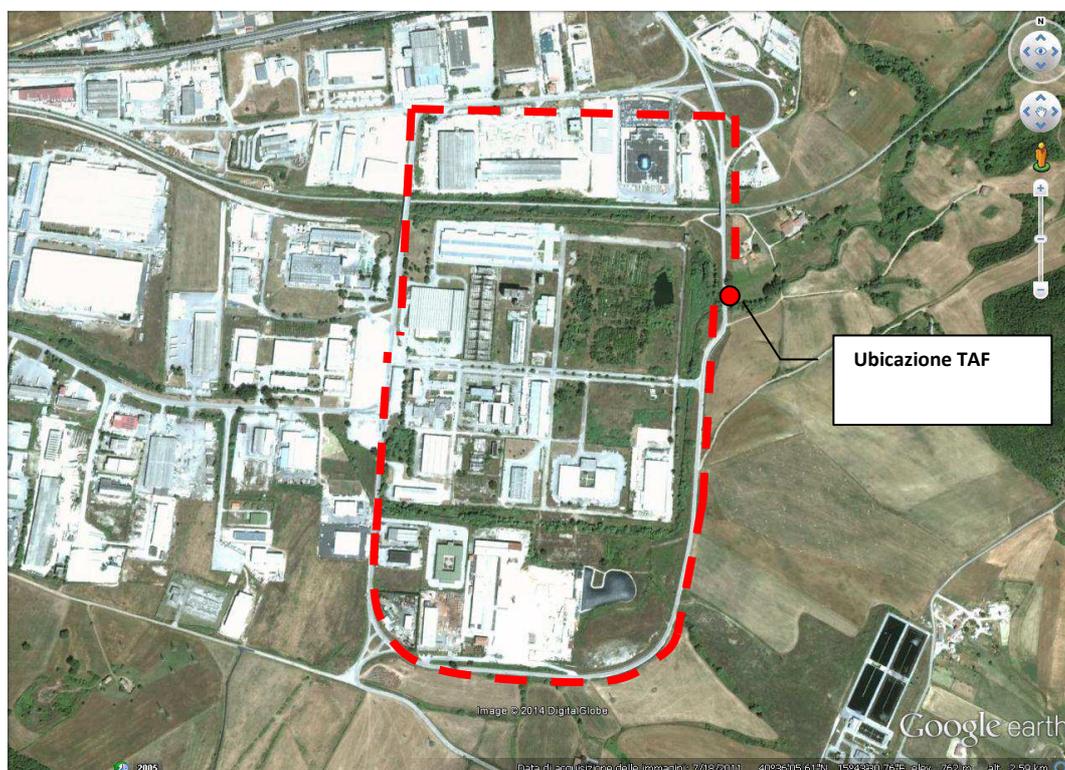


Figura 2 ubicazione proposta per l'impianto TAF

7 MONITORAGGIO E CONTROLLO DEL SISTEMA DI BONIFICA

A valle delle indagini integrative, in fase di progettazione definitiva, sarà elaborato il piano di monitoraggio di dettaglio degli interventi con l'obiettivo di valutare l'efficacia della messa in sicurezza e bonifica della falda.

Per quanto riguarda la barriera idraulica il monitoraggio recepirà le indicazioni e le procedure previste nel documento "Protocollo di valutazione dei risultati del monitoraggio di una barriera idraulica" redatto da ISPRA per il sito di interesse nazionale di Crotone, adattate al caso specifico dello stabilimento ex Liquichimica.

Il sistema di monitoraggio permetterà di controllare non solo l'andamento degli inquinanti e la loro mobilità, ma anche le modificazioni indotte nel regime idraulico sotterraneo dagli interventi stessi.

La rete di controllo sarà definita con dettaglio sulla base dei risultati delle ulteriori indagini necessarie per l'affinamento del modello idrogeologico. In questa fase, si prevede di realizzare campagne di rilevamento da svolgere su piezometri posizionati a monte, a valle e all'interno delle aree oggetto degli interventi.

I piezometri a monte risultano necessari per caratterizzare la qualità delle acque in ingresso nell'area dello stabilimento ex Liquichimica, a monte della barriera. La scelta dei piezometri da includere nella rete di monitoraggio sarà basata sugli elaborati relativi alla piezometria e sugli esiti della modellazione numerica cercando di utilizzare le opere già esistenti.

I piezometri di valle saranno posizionati nelle aree nella disponibilità di proprietà dell'ASI esterne al confine dello stabilimento ex Liquichimica, a valle idrogeologica della barriera idraulica.

Il sistema di monitoraggio interno sarà funzionale alla valutazione periodica sia dell'andamento dei parametri idrogeologici necessari a valutare l'efficacia dell'intervento in termini di sbarramento del flusso contaminato sia delle concentrazioni dei contaminanti in soluzione.

Per le opere esistenti per le quali risultano ignote le caratteristiche costruttive (profondità della perforazione, posizione dei tratti fenestrati) o l'effettiva funzionalità sarà valutata l'opportunità di effettuare una verifica (ad esempio mediante ispezione televisiva) ovvero la riperforazione.

Per quanto riguarda gli interventi di bonifica sulle aree sorgenti, sarà attuato un programma di monitoraggio mirato alla verifica dei parametri di processo e al monitoraggio piezometrico e idrochimico delle acque di falda, da integrare nel programma di monitoraggio della barriera idraulica, con lo scopo di verificare l'efficacia del trattamento.

La frequenza dei monitoraggi prevederà una fase iniziale di start-up di circa 6 mesi con controlli più frequenti per ottimizzare l'impianto e una fase a regime con un programma di monitoraggio meno oneroso.

Nel seguito è riportato un esempio, non esaustivo, dei parametri di processo da monitorare relativo ad una configurazione tipica dei sistemi MPE/EB:

Parametri di processo Moduli di MPE

- depressioni generate dalle soffianti e delle linee di aspirazione e ai pozzi di estrazione;
- portate e volumi di prodotto, acqua e gas estratta;
- consumo di carboni attivi;
- consumi elettrici delle apparecchiature e del sistema;
- livello di esplosività della fase in ingresso alle soffianti di alta e bassa depressione;
- concentrazione di COV presenti nella fase in ingresso alle soffianti di alta e bassa depressione, in ingresso ed in uscita dai filtri a carbone attivo;
- concentrazioni di contaminati presenti nelle acque inviate all'impianto TAF.

Parametri di processo Moduli di EB

- portata istantanea iniettata in ciascun pozzo;
- volume totale iniettato;
- concentrazioni di substrato iniettate;
- modalità di iniezione (es. continuo / discontinuo);
- consumi elettrici delle apparecchiature e del sistema;
- verifica dei sistemi di emergenza dei sistemi (pressostati, livellostati, valvole di sicurezza, ecc ...).

I dati raccolti nel corso delle attività di monitoraggio saranno registrati in un database, poi analizzati e descritti in relazioni tecniche periodiche.