

COMUNE DI PARMA
(PROVINCIA DI PARMA)



OPERA:

**SITO CONTAMINATO IN LOCALITÀ
"CORNOCCIO", IN COMUNE DI PARMA**

c.9337 Comune di Parma - Prot. 24/10 del 24/12/2010 corrispondente al documento informatico originale e conservato negli archivi di Comune di Parma

**PROGETTO OPERATIVO DI MESSA IN SICUREZZA
PERMANENTE
(AI SENSI DEL D.Lgs. 152/06)**

OGGETTO:

**VARIANTE SOSTANZIALE AL PROGETTO OPERATIVO
DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE E BONIFICA
APPROVATO CON DELIBERA 1527/76 DEL 11/11/2010
RELATIVA ALLA ZONA 1 - CANTIERI 3.2 E 3.3**

ELABORATO:

1.14

TITOLO:

**SIMULAZIONE DELL'ANDAMENTO DELLA
FALDA POST INTERVENTO**

CODICE PROGETTO:

--

SCALA:

	21 ottobre 24	Modifica definizione progetto	S. Salotti	D. Salsi	C. Ugolini
	05 aprile 23	Prima emissione	S. Salotti	D. Salsi	C. Ugolini
	Data	Descrizione	Red.	Contr.	Appr.

IREN Ambiente S.p.A.
Sede Legale
Via Strada Borgoforte, 22
29122 Piacenza
Tel: 0523. 605026
Fax 0523. 505128
E-mail: iren@gruppoiren.it
www.gruppoiren.it

Redatto



AP Srl

Via G. Beati 7/a
29122 PIACENZA
Tel./Fax 050/741253
C.F. e P.I. 01658670334



Progettista:

Ing. Samuele Salotti – Iscritto all'Ordine degli ingegneri di Piacenza

INDICE

1	PREMESSA	3
2	MODELLO IDROGEOLOGICO	4
3	POZZI DI EMUNGIMENTO INTERNI	6
3.1	CALCOLO DEL RAGGIO DI INFLUENZA.....	7
3.2	PORTATA DI EMUNGIMENTO POZZI.....	8

c_g3337.Comune di Parma - Prot. 24/10/2024.0277999.0 Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

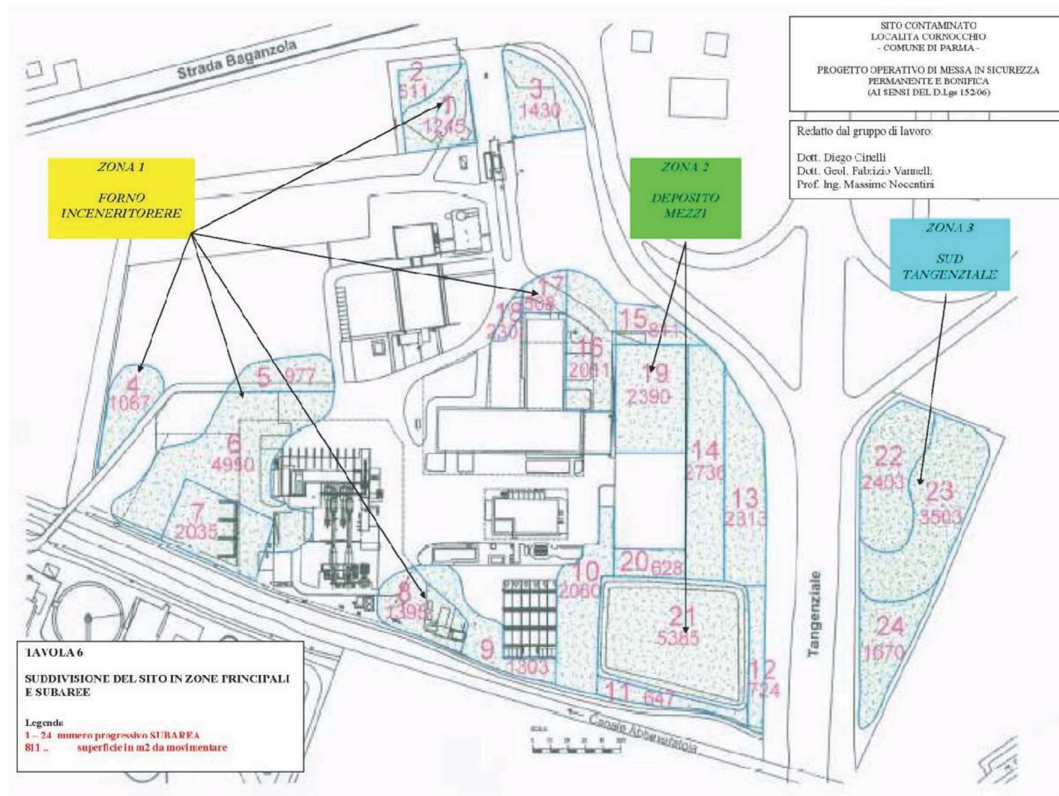
1 PREMESSA

L'area del polo impiantistico di IRETI è stata sottoposta in più fasi a operazioni di bonifica e di messa in sicurezza del sito. A fini progettuali la zona è stata suddivisa nel primo Piano Operativo di Bonifica-POB approvato nel 2010 in 3 zone:

- Zona 1: contenente il forno inceneritore presente nella parte Nord del sito;
- Zona 2: contenente le aree di scarico e carico e di deposito dei mezzi presenti nella parte Sud del sito;
- Zona 3: parte a Sud della tangenziale e distaccata dal resto del sito.

Per l'identificazione delle zone di cui sopra si rimanda alla Figura 1.1 seguente.

Figura 1.1 – Suddivisione del sito in zone



A seguito dell'approvazione del POB avvenuta con la deliberazione 1572/76 dell'11/11/2010 del Comune di Parma si è proceduto allo sviluppo del progetto esecutivo. In

funzione delle necessità operative si è proceduto alla realizzazione per stralci successivi (denominati "cantieri") della bonifica e sono state approvate due varianti non sostanziali.

Allo stato attuale, resta da completare la bonifica della zona 1, cantieri 3.2 e 3.3; considerate le limitazioni logistiche e le nuove volumetrie di rifiuti individuate, ampiamente discusse nella relazione generale cui si rimanda per i dettagli del caso, IRETI ha proposto l'implementazione di una messa in sicurezza permanente del sito, analogamente a quanto già realizzato per le zone 2 e 3.

Si è quindi sviluppata la presente relazione idrogeologica, che, sulla base dei dati raccolti nelle fasi di monitoraggio annuale disponibili, stima l'effetto dell'opera sulla falda sotterranea a livello locale, e calcola sia i raggi di influenza dei pozzi di emungimento, sia le portate da emungere per ridurre sostanzialmente il flusso di acque sotterranee attraverso il corpo rifiuti.

2 MODELLO IDROGEOLOGICO

Di seguito riportiamo alcune considerazioni sul comportamento dell'acquifero superficiale, in corrispondenza del sito in oggetto, a seguito dell'installazione del sistema di cinturazione perimetrale del sito mediante installazione di diaframma parzialmente aperto nella parte centrale del lato di monte idrogeologico, come da progetto.

Si è valutato il potenziale innalzamento del livello freaticometrico nella porzione di monte idrogeologico del sito.

Per tale verifica si sono considerate le condizioni più sfavorevoli dell'acquifero, ossia quelle rilevate nei mesi invernali, dove il livello freaticometrico risulta il più ridotto dell'anno, attestandosi a circa 3 m al di sotto del piano campagna naturale.

In queste condizioni si verifica inoltre, come indicato nelle relazioni di monitoraggio annuali, una ulteriore condizione sfavorevole, ossia il passaggio del gradiente idraulico della falda superficiale da 0,6% nel periodo estivo a 1% nella fase invernale.

La riduzione della soggiacenza della falda freatica superficiale dipende direttamente dal

gradiente idraulico della falda stessa, al netto della permeabilità dell'acquifero.

Si è potuto quindi calcolare un potenziale innalzamento a monte del diaframma in progetto, secondo la legge di Darcy, nelle condizioni più sfavorevoli, pari a circa 0,8 m nel punto centrale del diaframma stesso, decrescendo fino a zero ai bordi del diaframma nella direzione di deflusso delle acque sotterranee, che sostanzialmente non cambia nella linea generale.

Nella modellizzazione riportata di seguito, realizzata graficamente secondo i principi della legge di Darcy, sopra riportata, considerando l'ostacolo della barriera idraulica come se fosse totalmente impermeabile, si osserva bene la deformazione indotta dal diaframma plastico in progetto, che va a raccordarsi e ad attenuarsi notevolmente ai bordi, che risultano indicativamente paralleli alla direzione prevalente di deflusso delle acque sotterranee.

La rappresentazione delle isofreatiche è corretta con modello "spline" per renderizzare meglio l'andamento discretizzato del modello originario.

La parte centrale invece del diaframma, del lato di monte, presenta un leggero abbassamento del livello freaticometrico, giustificato dalla discontinuità ivi presente, che porta al mantenimento di una porzione di acquifero a gradiente quasi nullo in corrispondenza della quota di entrata nel corpo diaframmato, che risulta completamente ermetico verso valle e lateralmente al deflusso freaticometrico.

A circa 50 m di distanza dal diaframma di monte, l'effetto risulta completamente irrilevante e la falda non viene perturbata dall'opera in progetto.

In assenza di emungimento, il livello di falda previsto all'interno del diaframma si attesta a circa 43,8 m s.l.m.,



- Isofreatiche di progetto (quota in m s.l.m.)
- Isofreatiche ante-operam (quota in m s.l.m.)

3 POZZI DI EMUNGIMENTO INTERNI

Di seguito viene analizzata, in funzione dei dati disponibili, la spaziatura massima per l'installazione di piezometri di monitoraggio del livello interno delle acque di falda e/o di percolazione.

Premesso che l'intera area sarà impermeabilizzata da capping superficiale, per cui l'infiltrazione sarà pressoché inesistente, ma per monitorare questo eventuale fenomeno, che presuppone l'intrappolamento delle stesse all'interno della struttura di contenimento costituita dal diaframma plastico, si prevede di installare una rete di piezometri di monitoraggio.

I piezometri saranno dimensionanti e disposti secondo una maglia il più possibile regolare

in modo da poter fungere, in caso di necessità anche da pozzi di emungimento e riduzione dell'eventuale sollevamento delle acque all'interno del sito.

Al fine di ottenere il miglior distanziamento tra ogni punto di monitoraggio, si è dovuto ricavare il raggio di influenza degli stessi.

3.1 CALCOLO DEL RAGGIO DI INFLUENZA

L'ipotesi di base per effettuare il calcolo è quello di simulare un abbassamento all'interno del pozzo di almeno 1.0 m del livello freaticometrico dinamico.

Il raggio di influenza è un concetto molto utilizzato in idrogeologia e può essere agevolmente compreso simulando di realizzare una prova di pompaggio protratta per lungo tempo. Si immagina di disporre di un sistema costituito da un pozzo e da una serie di piezometri posti a distanza progressivamente crescente e, come in effetti capita nella realtà, di monitorare il comportamento dei piezometri nel procedere della prova.

Se l'acquifero è sufficientemente esteso, se non esistono altre fonti di perturbazione nelle vicinanze del pozzo di prova e se la prova è eseguita correttamente si osserva che:

- i piezometri più vicini si deprimono in misura maggiore rispetto ai più lontani;
- i massimi abbassamenti si registrano nelle fasi iniziali della prova;
- oltre un certo tempo, variabile da caso a caso, i piezometri tendono a stabilizzarsi ad una determinata quota e ad oscillare seguendo le naturali variazioni di livello dell'acquifero.

Questo insieme di osservazioni portano a concludere che:

- il pompaggio provoca una perturbazione nell'acquifero che è massima in prossimità dell'opera di drenaggio e si attenua con la distanza;
- oltre un certo limite di tempo il sistema trova un suo equilibrio e gli abbassamenti si stabilizzano.

Visto che la perturbazione si attenua con la distanza e che il sistema tende con il tempo a stabilizzarsi, si può ragionevolmente immaginare che esista un limite oltre il

quale gli effetti del pompaggio non si risentono più, anche se il pozzo viene mantenuto in attività per molto tempo. Questa distanza viene definita raggio di influenza e varia da caso a caso in funzione del tipo di acquifero, del tipo di opera di captazione e della portata emunta. Se ad esempio a parità di altre condizioni si immagina di aumentare la portata del pozzo, si può ragionevolmente immaginare che questa distanza aumenti, mentre se si diminuisce la portata questa distanza diminuirà.

In letteratura esistono diverse formule empiriche e semi-empiriche per il calcolo del raggio di influenza. La più comune, è la formula di Sichard in cui il raggio di influenza R (in metri), è calcolabile con l'equazione:

$$R=C \cdot \Delta h \cdot \sqrt{k}$$

dove

- Δh rappresenta l'abbassamento in metri registrato nel pozzo in seguito al pompaggio;
- k il coefficiente di permeabilità in m/sec;
- C una costante empirica che nel caso del pozzo singolo si assume uguale a 3000

Nel caso in esame si è appunto valutato un abbassamento nel pozzo di almeno 1,5 m e la permeabilità, considerata per i rifiuti, anche se disomogenea dell'ordine di 10-4 m/s.

Si ricava semplicemente quindi un raggio di influenza pari a 45 m.

Si ritiene pertanto di mantenere cautelativamente un interesse tra i pozzi di 70 m in modo che i raggi di influenza di ogni pozzo interferisca con quelli vicini e non ci siano aree non interessate dall'eventuale emungimento.

3.2 PORTATA DI EMUNGIMENTO POZZI

Per mantenere l'abbassamento costante di circa un metro del livello freaticometrico all'interno del barrieramento idraulico, causato dalla discontinuità della stessa nella porzione centrale di monte idrogeologico, in funzione del raggio di influenza precedentemente calcolato, si sono fatte le seguenti ipotesi:

- il raggio di influenza dipende dalla permeabilità dei rifiuti presenti, che,

benché compattati, possono presentare valori di circa 10^{-4} m/s;

- la portata emungibile per ottenere l'abbassamento di progetto dipende invece dalla permeabilità dei terreni circostanti e pari mediamente a 10^{-6} m/s.

Vista la differenza di due ordini di grandezza tra le condizioni di permeabilità interne e quelle esterne, risultano possibili fenomeni di cavitazione del sistema, che saranno controllati mediante l'impiego di sensore di livello che comanderà accensione e spegnimento dei sistemi di pompaggio.

Le pompe sommerse installate in ciascun pozzo dovranno quindi avere la portata minima pari a quanto di seguito riportato e calcolato seguendo la legge di Dupuit, per pozzi in regime stazionario:

$$Q = \frac{\pi \cdot k \cdot (H_0^2 - H_2^2)}{2 \cdot R} \cdot \ln \left(\frac{R}{r_w} \right)$$

Dove:

Q: portata in m³/s

K: conducibilità idraulica (m/s)

H₀: altezza acqua a livello indisturbato (m)

H₂: altezza acqua all'interno del pozzo in condizione dinamica (m) R: raggio di influenza pozzo (m)

r_w: raggio del pozzo (m)

Pertanto nel caso in oggetto considerando un abbassamento di circa 1 m all'interno del pozzo si determina una portata di emungimento per ogni pozzo pari a $7.37 \cdot 10^{-6}$ m³/s, ossia 0.026 m³/h.

Considerando n. 8 pozzi di emungimento si ottengono circa 1.500 m³/anno di acqua emunta.

Tale valore è del tutto paragonabile con l'emungimento registrato dal sistema di MISP delle zone 2 e 3, adiacente, per cui si è registrato un emungimento di 1.972 mc nel 2021.