



**Studio di Impatto
Ambientale - Quadro
di Riferimento
Progettuale**

Riqualificazione
ambientale del canale
Pandi prevista nell'ambito
del Progetto Operativo di
Messa in Sicurezza
Permanente di parte delle
aree esterne Syndial

Syndial S.p.A. -
Stabilimento di Brindisi

"Giugno 2014"

"Progetto 46320234"



INDICE

INTRODUZIONE	2
1 UBICAZIONE DEL PROGETTO	3
2 INQUADRAMENTO GENERALE E MODELLO CONCETTUALE DELL'AREA DI INTERVENTO	6
2.1 Attività di caratterizzazione ambientale.....	6
2.1.1 Campagna di indagine generale Aree Syndial.....	6
2.1.2 Campagna di approfondimento nelle Aree Syndial	7
2.1.3 Campagna di indagine in Micorosa	8
2.1.4 Risultati.....	8
2.2 Meccanismi di trasporto della contaminazione.....	10
3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	12
3.1 Criteri generali di intervento.....	12
3.2 Interventi previsti	13
3.2.1 Riqualificazione ambientale del canale Pandi	13
3.2.2 Opere di regimazione della falda acquifera	25
3.2.3 Opere di ingegneria forestale	26
3.2.4 Opere di confinamento fisico	32
3.3 Riutilizzo del terreno scavato	38
4 PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO.....	39
4.1 Opere di ingegneria forestale	39
4.2 Opere di confinamento fisico	40
5 PIANO TEMPORALE DEGLI INTERVENTI	41

Allegati

Allegato 1 Profilo longitudinale del canale in progetto

Allegato 2 Sezioni tipo del canale in progetto

Allegato 3 Opere di ingegneria forestale

Allegato 4 Prospetto tipologico del diaframma

INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce il Quadro di Riferimento Progettuale dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) relativo alla **Riqualificazione ambientale del canale Pandi prevista nell'ambito del Progetto Operativo di Messa in Sicurezza Permanente (MISP) di parte delle aree esterne allo stabilimento di Brindisi di proprietà Syndial S.p.A. (Aree Syndial)** redatto da URS Italia S.p.A. per conto di Syndial,

Il *"Progetto Operativo di Messa in Sicurezza Permanente di parte delle aree esterne Syndial"* è stato presentato al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATM) in data 14/10/13 ed è stato ritenuto approvabile in sede di Conferenza Decisoria del 29/10/13. Relativamente al Canale Pandi, anche a seguito delle specifiche richieste tecniche formulate dall'Autorità di Bacino della Regione Puglia in data 20/11/13, quanto riportato nel Progetto di MISP è stato successivamente integrato con uno specifico documento progettuale *"Progetto definitivo di spostamento del tratto terminale del sedime del Canale Pandi"* presentato a quest'ultima Autorità il 22/05/14¹.

Nel presente Quadro si illustrano tutti gli interventi previsti dal progetto in esame. Per completezza, vengono altresì descritti gli altri interventi facenti parte del Progetto Operativo di MISP e consistenti in:

- opere di regimazione della falda acquifera;
- opere d'ingegneria forestale;
- opere di confinamento fisico.

Per i livelli di approfondimento progettuale si rimanda al *"Progetto Operativo di Messa in Sicurezza Permanente di parte delle aree esterne Syndial"* come integrato dal *"Progetto definitivo di spostamento del tratto terminale del sedime del Canale Pandi"*, entrambi facenti parte del presente SIA.

Viene infine descritto il Piano di Monitoraggio e Controllo.

¹ Rispetto a quanto originariamente incluso nel *"Progetto Operativo di Messa in Sicurezza Permanente di parte delle aree esterne Syndial"*, il *"Progetto definitivo di spostamento del tratto terminale del sedime del Canale Pandi"* presentato da Syndial su richiesta dell'Autorità di Bacino, prevede i calcoli di portata con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, con un conseguente ampliamento dell'alveo del canale artificiale nel nuovo assetto post operam e la realizzazione di un canale di gronda per consentire il drenaggio delle acque della porzione residua del bacino imbrifero.

1 UBICAZIONE DEL PROGETTO

Le aree di intervento del progetto interessano rispettivamente l'area di proprietà Micorosa S.r.l. (Area Micorosa) e parte delle aree di proprietà Syndial S.p.A. esterne allo stabilimento di Brindisi (*Aree Syndial*).

In particolare, l'area Micorosa è ubicata a Sud-Est dello stabilimento di Brindisi e occupa una fascia larga circa 750 m dal confine Sud-Ovest dello stabilimento fino alla costa. L'area è circondata su tre lati da terreni di proprietà Syndial, mentre a Ovest confina con la recinzione perimetrale dello stabilimento.

Morfologicamente le *Aree Syndial* si presentano come una vasta area pianeggiante il cui elemento geomorfologico principale è la presenza di una serie di superfici terrazzate, degradanti verso il mare. In particolare:

- la porzione denominata "Area E" è costituita da aree brulle o ricoperte da vegetazione spontanea (circa 61,6 ha) ubicate a Sud dello Stabilimento, circondate da campi;
- la porzione denominata "Area G" è costituita da aree brulle o ricoperte da vegetazione spontanea (circa 68,2 ha) ubicate a Sud-Est dello Stabilimento, confinanti a Nord con l'area Micorosa e ad Est con il lago dell'Oasi Protetta e quindi la costa;
- la porzione denominata "Area H" è costituita da aree (circa 18,4 ha) limitrofe al confine sud-orientale dello Stabilimento, confinanti a Est con la fascia demaniale di spiaggia, a Sud e Sud-Ovest con l'area Micorosa e a Nord e Nord-Ovest con lo Stabilimento.

Relativamente alle *Aree Syndial* oggetto del presente progetto, gli interventi interessano l'area esterna allo stabilimento denominata H e le porzioni Nord delle aree denominate E e G, tutte circostanti l'area della discarica Micorosa, mostrate nella seguente Figura 1.1 (aree evidenziate in colore rosa).

Tutte le aree sopra elencate sono destinate ad uso industriale ai sensi del PRG del comune di Brindisi.

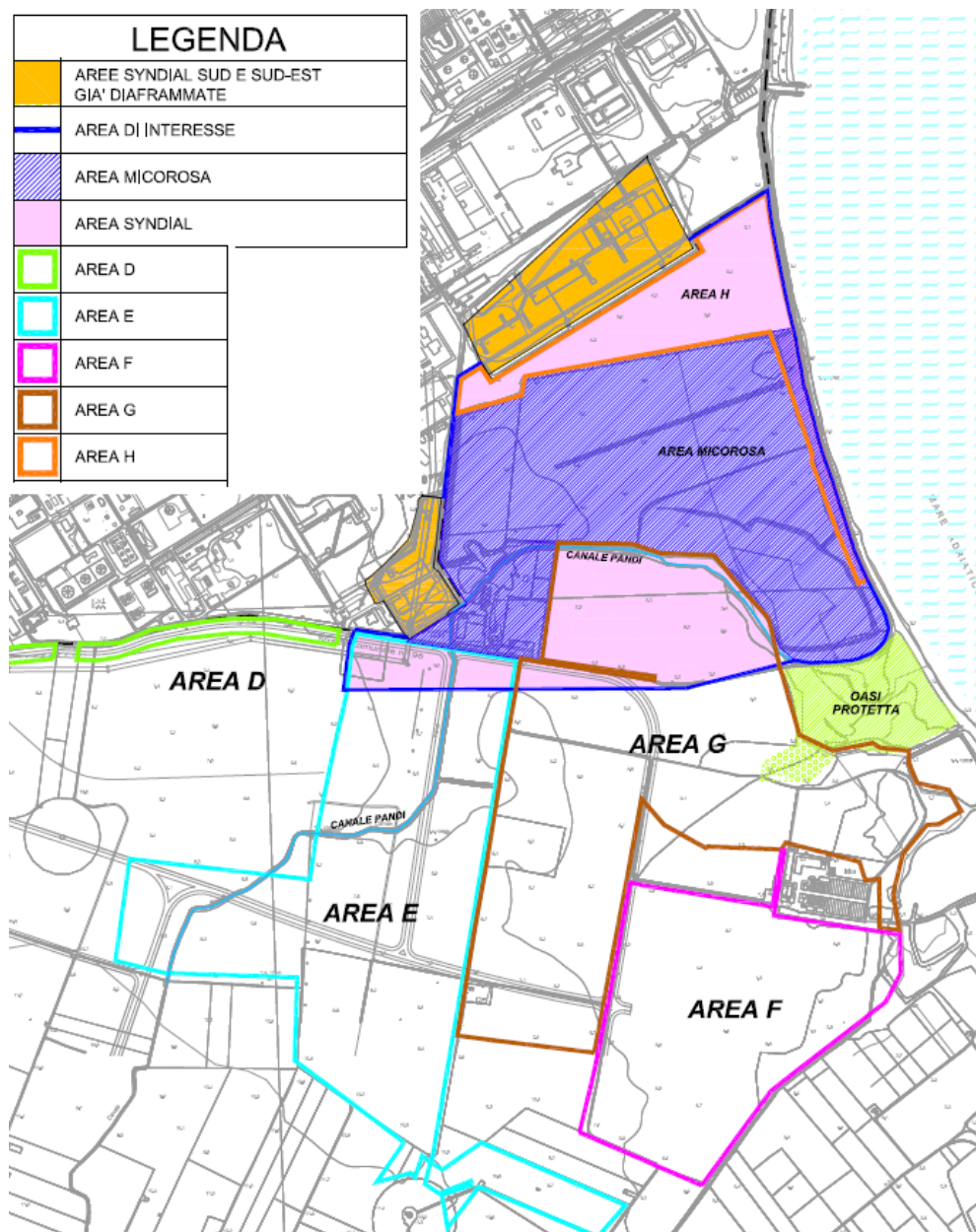


Figura 1.1. Ubicazione delle aree di intervento

Lungo il perimetro Sud dell'area Micorosa, al confine Nord dell'Area G, scorre il canale Pandi, un corso d'acqua effimero che rappresenta l'affluente principale dell'area umida denominata Oasi Protetta, un bacino idrografico di circa 2 ha posto a ridosso delle dune costiere. In presenza di eventi meteorici di un certo livello, il canale Pandi riceve anche le acque di ruscellamento di un'area all'interno della discarica.

Le aree oggetto del progetto di MISP sono comprese nel Sito d'Interesse Nazionale (SIN) di Brindisi, ubicato nella piana compresa fra l'abitato di Brindisi, ad Ovest, e il Mare Adriatico, ad Est.

Il SIN di Brindisi è stato istituito con L. 426/98 e perimetrato con DM 10/01/00 e comprende:

1. l'area in cui insiste lo stabilimento industriale di Brindisi;
2. un vasto territorio (240 ha) esterno allo Stabilimento, costituito in parte da una discarica (50 ha) di proprietà della società Micorosa, fallita anni or sono ed in parte (190 ha) da aree brulle o ricoperte da vegetazione spontanea di proprietà Syndial;
3. il Parco Naturale Regionale "Saline della Punta Contessa" (al cui interno si trova anche tutta l'area discarica e la zona costiera a Sud dello Stabilimento e di proprietà Syndial). Il parco è stato istituito con Legge Regionale 23/12/02 n. 28 (successiva alla perimetrazione del SIN) e comprende una serie di laghetti retrodunali paralleli alla vecchia linea di costa.

2 INQUADRAMENTO GENERALE E MODELLO CONCETTUALE DELL'AREA DI INTERVENTO

La progettazione degli interventi oggetto del presente SIA ha tenuto conto dei risultati delle indagini di caratterizzazione ambientale eseguite sull'area oggetto di studio e del meccanismo di trasporto della contaminazione. Tali contributi vengono riassunti nei successivi paragrafi; per ulteriori dettagli si rimanda al "*Progetto Operativo di Messa in Sicurezza Permanente di parte delle aree esterne Syndial*".

2.1 Attività di caratterizzazione ambientale

Le *Aree Syndial* sono state oggetto di due campagne di caratterizzazione distinte:

1. la prima, generale, è stata condotta su tutte le aree esterne allo Stabilimento di Brindisi. Le indagini sono state eseguite tra Settembre 2009 e Luglio 2010;
2. la seconda si è, invece, focalizzata sulle *Aree Syndial*, oggetto del progetto. Le indagini sono state eseguite nel periodo Giugno 2011 – Aprile 2012.

L'area Micorosa è stata invece oggetto di una campagna di caratterizzazione svolta dal Comune di Brindisi nel 2010.

Nel presente paragrafo si riporta una sintetica descrizione di tutte le indagini sopra richiamate, dei relativi risultati, focalizzati esclusivamente sulle *Aree Syndial* e sull'Area Micorosa.

2.1.1 Campagna di indagine generale Aree Syndial

La campagna ha previsto la realizzazione di 394 sondaggi per il campionamento dei terreni, di cui:

- 321 superficiali spinti fino ad una profondità media di circa 3 m da p.c., con prelievo di 3 campioni per punto;
- 73 profondi spinti fino ad una profondità di 15 m da p.c., con prelievo di 5 campioni per punto.

I 73 sondaggi profondi sono stati successivamente attrezzati a piezometro e campionati per la caratterizzazione delle acque di falda.

L'ubicazione delle suddette indagini è riportata in Figura 2.1.

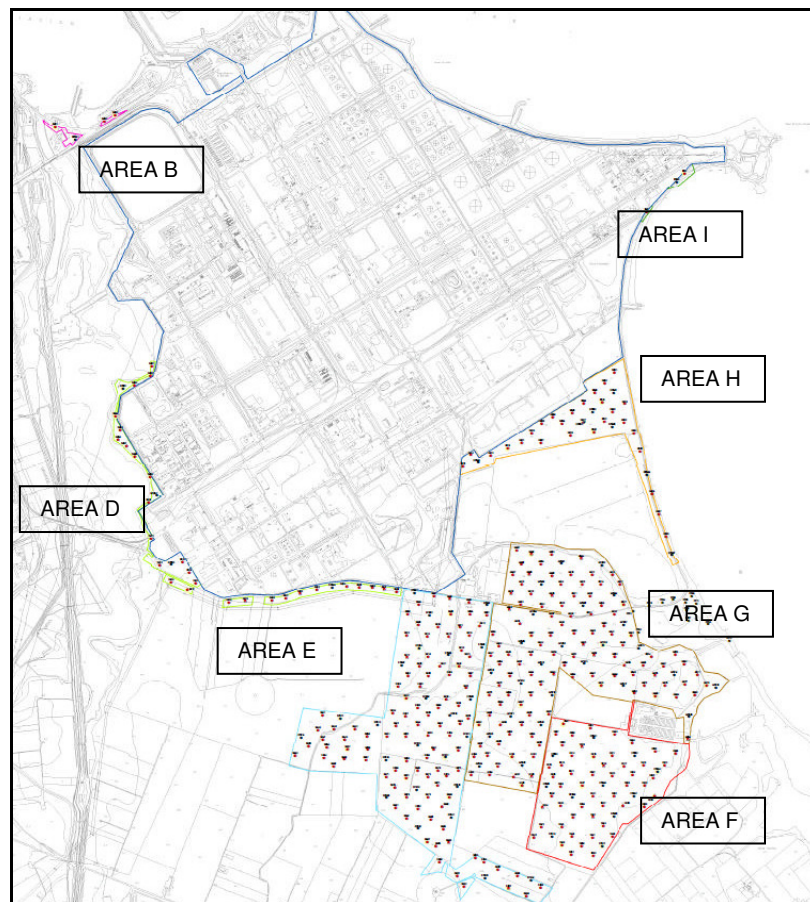


Figura 2.1. Ubicazione dei punti di caratterizzazione delle aree esterne del sito di Brindisi

2.1.2 *Campagna di approfondimento nelle Aree Syndial*

Le indagini d'approfondimento sono consistite in campagne di misure piezometriche e di monitoraggio idrochimico delle acque di falda per l'esecuzione delle quali sono stati realizzati 6 nuovi piezometri (spinti fino ad una profondità media di 15 m) ed è stato effettuato un coordinamento topografico per i piezometri Syndial tra la rete piezometrica interna ed esterna.

Le indagini di approfondimento sono inoltre consistite nella caratterizzazione idrochimica del canale Pandi e dei suoi sedimenti.

L'ubicazione delle indagini e dei punti di misura è riportata in Figura 2.2.

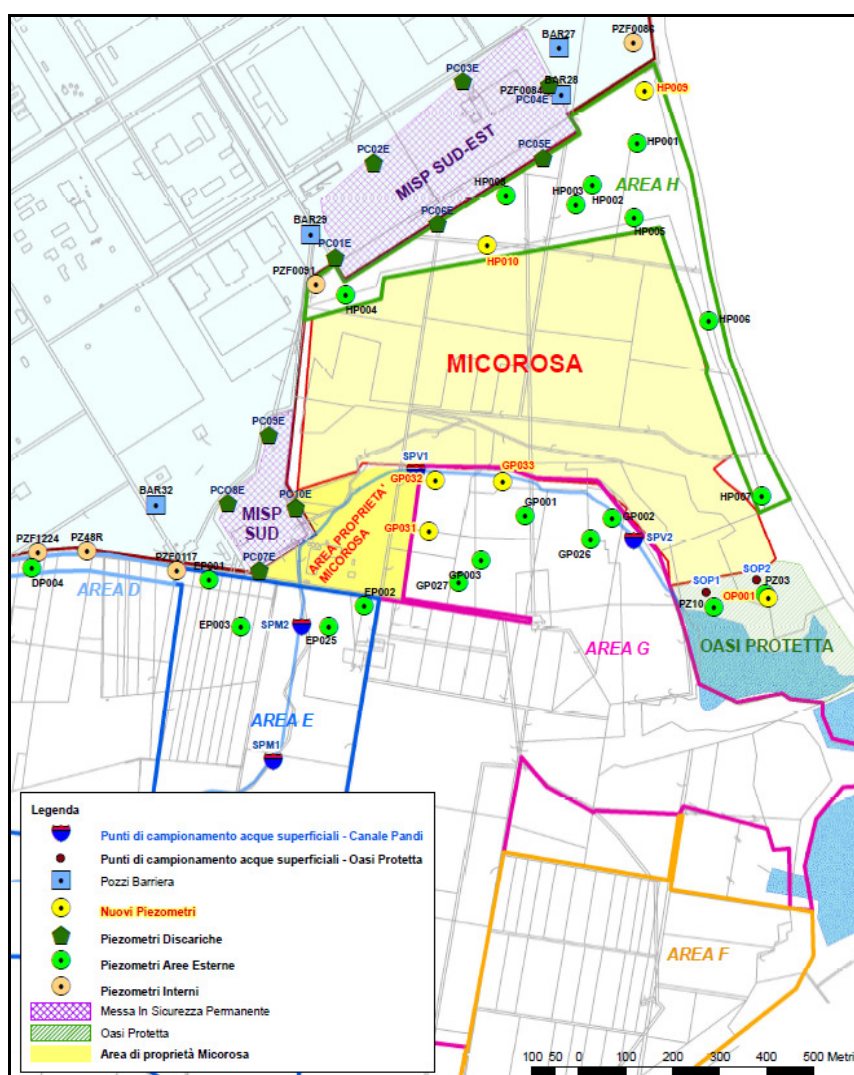


Figura 2.2. Identificazione delle aree oggetto delle indagini di approfondimento

2.1.3 *Campagna di indagine in Micorosa*

La campagna di indagine ha previsto l'esecuzione di indagini dirette, consistenti nell'esecuzione di sondaggi e piezometri ambientali a carotaggio continuo con carotiere semplice a secco e senza fluidi di perforazione, finalizzati al prelievo di campioni delle matrici ambientali suolo e sottosuolo, acque sotterranee e rifiuto, da sottoporsi a determinazioni analitiche.

2.1.4 *Risultati*

Idrogeologia locale

L'analisi dei dati piezometrici evidenzia la presenza di un deflusso principale orientato da SO a NE, entrante da Sud nella parte meridionale dello Stabilimento ed un orientamento delle linee isopiezometriche pressoché parallelo alla linea di costa in quasi tutte le Aree Syndial ubicate nella zona Sud-occidentale.

Nell'area di studio sussistono due sistemi idrogeologici distinti e separati:

- acquifero superficiale con spessore variabile tra 10 e 15 m, con valori massimi di 37 m. L'acquifero è costituito dalle sabbie gialle dei depositi marini terrazzati e dalle sabbie grigie della parte sommitale dei depositi marini basali, caratterizzati da una permeabilità generalmente medioalta, con valori medi intorno a $7,5E^{-5}$ m/s. Nell'acquifero scorre una falda freatica di portata non molto elevata e di carattere locale, rinvenuta a una profondità compresa tra 1 e 6 m da piano campagna (p.c.);
- acquifero profondo, costituito da rocce carbonatiche cretatiche, calcareniti e sabbie e delimitato superiormente dai depositi argillosi basali. Al suo interno vi è la falda profonda utilizzata per l'approvvigionamento idrico. La falda profonda defluisce verso la costa con un gradiente idraulico di 0,05 %.

I due acquiferi sono idraulicamente separati dalla presenza di uno strato argillo-limoso grigio-azzurro a bassa permeabilità riscontrato in tutti i sondaggi spinti a profondità superiori a 20 m dal p.c., la cui permeabilità stimata risulta essere compresa tra 10^{-10} e 10^{-11} m/s.

Aree Syndial

La contaminazione dei suoli è risultata essere molto modesta. I contaminanti riscontrati sono:

- Arsenico in Area G (suolo profondo);
- Cloruro di vinile in Area G (suolo profondo) ed in area H (suolo superficiale e profondo);
- 1,1Dicloroetilene in Area H (suolo profondo).

Le acque di falda sono risultate impattate principalmente da:

- idrocarburi alifatici clorurati, con concentrazioni massime dell'ordine delle decine di mg/l;
- clorobenzeni, con concentrazioni massime dell'ordine delle decine di mg/l;
- arsenico, con concentrazioni massime dell'ordine del mg/l.

Le analisi chimiche sulle acque superficiali del Pandi indicano che le concentrazioni dei parametri d'interesse, molto limitate a monte del punto d'immissione delle acque provenienti da Micorosa (SPV1), aumentano marcatamente in corrispondenza di tale punto. Le concentrazioni decrescono poi drasticamente, anche di alcuni ordini di grandezza, nei punti più a valle, prossimi all'Oasi Protetta (SPV2).

I sedimenti del Pandi, campionati nei punti SPV1 e SPV2, non hanno mostrato superamenti delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) per i terreni.

Area Micorosa

La analisi eseguite hanno evidenziato l'elevatissimo grado di contaminazione esistente in tale area, sia a carico dei terreni che delle acque sotterranee.

Nello specifico, le risultanze delle indagini sui terreni hanno mostrato uno stato di contaminazione diffusa su tutta l'area principalmente per: metalli (i principali superamenti sono registrati per Arsenico, Stagno, Mercurio, Berillio e Selenio), idrocarburi totali ed aromatici, IPA, clorobenzeni ed idrocarburi alifatici clorurati.

Analogamente, le campagne analitiche sulle acque di falda hanno mostrato una contaminazione ubiquitaria con superamenti delle CSC di vari ordini di grandezza diffusi su tutta l'area d'interesse per metalli, idrocarburi, clorobenzeni ed idrocarburi alifatici clorurati.

2.2 Meccanismi di trasporto della contaminazione

Secondo quanto esposto al paragrafo precedente, i risultati delle indagini hanno evidenziato la pressoché totale assenza di contaminazione dei terreni nelle *Aree Syndial*. Diversamente, nell'Area Micorosa sono stati riscontrati numerosi superamenti delle CSC nelle acque di falda (anche di diversi ordini di grandezza), evidenziando il ruolo cruciale svolto da tale area nel determinare lo stato di contaminazione delle acque di falda nelle aree ad essa circostanti.

La distribuzione delle concentrazioni, emersa dalla caratterizzazione dell'Area Micorosa, permette di ritenere che le principali sorgenti siano localizzate nella sua porzione centro-occidentale.

Le campagne piezometriche condotte nelle *Aree Syndial* e quelle condotte nell'Area Micorosa, hanno confermato le medesime direzioni principali di deflusso e morfologie piezometriche molto simili tra loro. In particolare, hanno permesso di accertare:

- l'esistenza di un deflusso delle acque di falda fuoriuscente dai confini Nord ed Est dell'area Micorosa, verso l'area H;
- l'influenza sull'area G delle acque di scolo contaminate fuoriuscenti da Micorosa e recapitate nel canale Pandi, il cui alveo è confinato con la discarica;
- l'esistenza di alti piezometrici all'interno di Micorosa che determinano direzioni di deflusso radiali in grado di esportare contaminazioni verso le aree esterne limitrofe (area H, G ed E).

Sulla base dei risultati sopra esposti si ritiene che la quasi totalità dei superamenti delle CSC registrati nelle *Aree Syndial* abbiano origine dalle elevatissime contaminazioni presenti nei materiali stoccati nell'area di Micorosa ed al loro trasporto verso le aree confinanti, legato al deflusso radiale delle acque di falda. Date le direzioni di flusso della falda e le permeabilità rilevate nell'acquifero, il meccanismo di trasporto sotterraneo risulta essere di tipo advettivo-dispersivo.

Il modello di trasporto della contaminazione individua nell'area di studio le 3 seguenti zone principali:

- Zona HP006-HP007 – fascia di terreno compresa tra il confine Est di Micorosa e il mare. L'area è sottogradiante rispetto all'area Micorosa, all'interno della quale vengono riscontrate concentrazioni di ordini di grandezza superiori rispetto a quelle rilevate nei piezometri HP006 e HP007. L'apporto dell'area Micorosa è pertanto evidente;

- Zona H – triangolo di terreno compreso tra Micorosa e confine Sud-Est dello Stabilimento. L'area è influenzata dai contaminanti, in particolare benzene, clorobenzene e idrocarburi alifatici clorurati, presenti nell'area Micorosa nelle porzioni più prossime al suo argine Nord. La presenza di arsenico in alcuni punti potrebbe diversamente essere legata ai processi biodegradativi di tali contaminanti e alle conseguenti condizioni riducenti indotte. Attualmente per il settore Nord-Est di tale area è stata evidenziata l'influenza sul deflusso sotterraneo verso mare da parte dell'azione della barriera idraulica interna allo Stabilimento (in particolare BAR27, BAR28 e BAR53);
- Zona Nord E e G – terreni a stretto ridosso dei confini sud dello Stabilimento e di Micorosa. Tale area può essere idealmente ripartita in 3 sottosettori caratterizzati da una differente contaminazione:
 - Il primo settore è posto in prossimità del confine Nord-Ovest dell'area Micorosa. La contaminazione è caratterizzata dalla presenza di Triclorometano e da una ben precisa distribuzione di cloroetani e cloroetileni. Come risulta dalla nettissima riduzione di concentrazione di tutti i contaminanti nei piezometri posti a Est di questo punto, tale settore risulta protetto dall'azione della barriera idraulica dello Stabilimento (BAR32). Non si ritiene pertanto che attualmente i meccanismi advettivo-dispersivi possano determinare un trasporto in falda verso le aree poste ad Est di questo settore;
 - il secondo settore si estende da EP003 a GP003 e si distingue per la presenza di soli idrocarburi alifatici clorurati, con concentrazioni moderate la cui sommatoria risulta inferiore ai 60 µg/l;
 - il terzo settore, che si estende da GP032 a GP002, ovvero in prossimità ed a ridosso dell'area Micorosa (anche sottogradiente rispetto ad essa), risulta essere caratterizzato dalle contaminazioni più elevate. L'incremento delle concentrazioni rispetto ai settori sopra descritti posti più ad Ovest, la ricomparsa di benzene/clorobenzene e la differente distribuzione delle percentuali dei composti alifatici clorurati, attestano che la responsabilità della contaminazione riscontrata è sempre da ascrivere alla discarica di Micorosa.

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

3.1 Criteri generali di intervento

Sulla base di quanto emerso dalle indagini e dagli studi condotti sulle *Aree Syndial* e sull'area Micorosa, è risultato evidente, come descritto nei paragrafi precedenti, l'impatto della discarica sulle aree limitrofe, in termini di contaminazione, ed uno stato ambientale complessivo fortemente compromesso.

La strategia di intervento definita è focalizzata alla soluzione, permanente nel tempo, delle problematiche ambientali associate alla presenza delle matrici ambientali impattate, acque di falda delle *Aree Syndial* e terreni, rifiuti ed acque di falda dell'area a discarica di Micorosa.

A tal fine Syndial ha proposto la realizzazione di un diaframma fisico complementare, ossia un diaframma plastico immerso nel substrato argilloso a circa 27 m di profondità.

Preliminarmente all'intervento di cinturazione complessiva, si procederà al reinserimento ambientale del canale Pandi attraverso la sua deviazione idraulica, a Sud delle aree in oggetto. Tale deviazione permetterà di evitare l'introduzione di acque nel "sistema chiuso" cinturato e di esportare contaminazione verso l'Oasi Protetta.

Tale reinserimento ambientale permette di meglio realizzare le opere stesse di cinturazione che verrebbero ad intercettare, in due punti, l'attuale percorso del Canale Pandi.

Dopo un'adeguata riprofilatura, il capping dell'area Micorosa (ad opera del Comune di Brindisi) permetterà di impedire la dispersione superficiale dei materiali abbancati nonché l'infiltrazione delle acque superficiali e la conseguente lisciviazione dei composti impattanti verso la falda. Le piume di contaminanti, al di sotto di Micorosa, vengono in questo modo stabilizzate nel tempo.

Le acque di pioggia e di ruscellamento sulla superficie del capping saranno invece convogliate in un sistema di canalette perimetrali e scaricate quindi direttamente a mare.

Le acque di falda e le acque piovane di infiltrazione sulle *Aree Syndial* prive di capping (terreni puliti), saranno invece controllate idraulicamente attraverso l'installazione di opportuni sistemi di drenaggio (pozzi) per permettere il mantenimento della quota di falda, all'interno dell'area diaframmata, ad un livello comunque inferiore rispetto alla quota di falda, presente all'esterno della diaframmatatura.

Le acque emunte all'interno dell'area diaframmata saranno opportunamente trattate da idoneo TAF (ad opera del Comune di Brindisi), autorizzato per lo scopo, prima del loro recapito finale a mare.

Ad integrazione dei sistemi di controllo idraulico classici (pump&treat), è previsto il rimboschimento delle *Aree Syndial* che permetterà la progressiva riduzione della ricarica della falda da parte delle acque piovane, attraverso i processi di evapotraspirazione naturale indotta dalla vegetazione. Tale riduzione si integrerà progressivamente, nell'arco di qualche anno, al contenimento del livello idraulico operato dai pozzi di richiamo sopradescritti. Il sistema di

emungimento elettromeccanico sarà comunque mantenuto in efficienza, almeno per i primi anni di crescita, fino alla stabilizzazione dell'assetto vegetativo dell'area.

3.2 Interventi previsti

Gli interventi di Messa in Sicurezza Permanente (MISP) previsti per le *Aree Syndial* oggetto del presente intervento sono i seguenti:

1. riqualificazione ambientale del canale Pandi;
2. opere di regimazione della falda acquifera;
3. opere di ingegneria forestale;
4. opere di confinamento fisico.

La planimetria degli interventi è riportata in Figura 2.1.

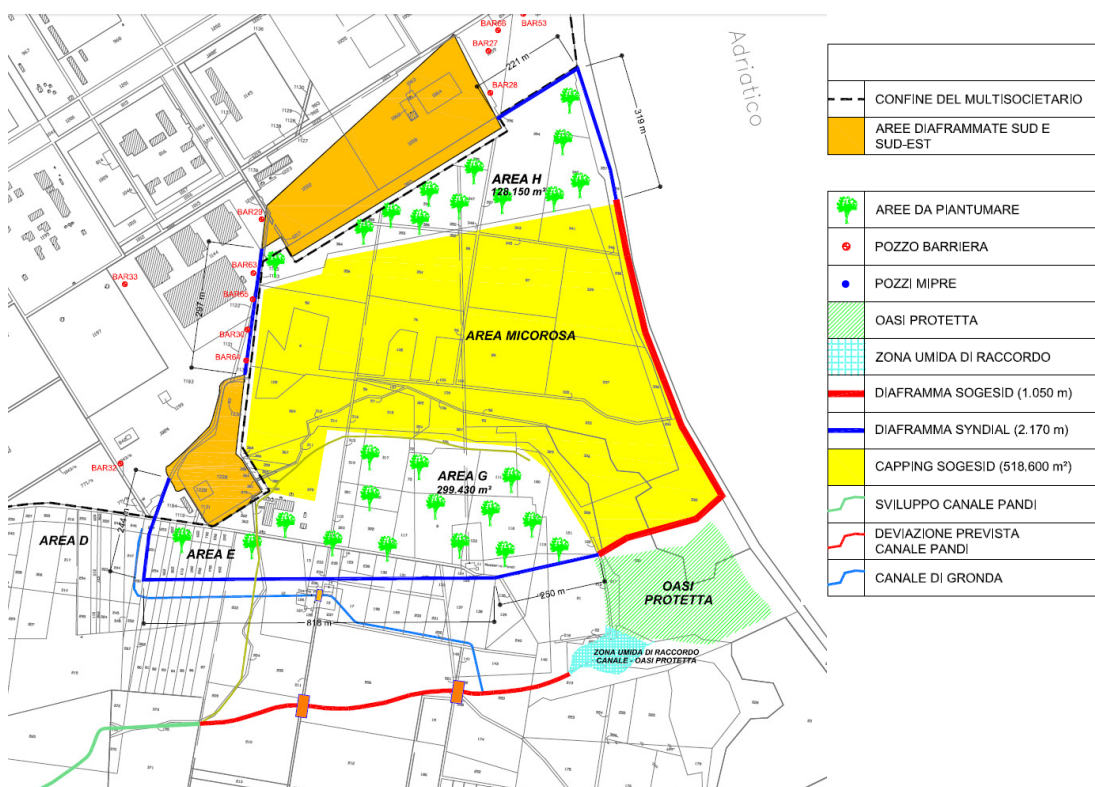


Figura 3.1. Planimetria generale degli interventi

Ciascuno degli interventi di cui al precedente elenco viene descritto di seguito.

3.2.1 *Riqualificazione ambientale del canale Pandi*

Al fine di preservare l'integrità ambientale dell'Oasi Protetta e di poter procedere al recupero ambientale del tratto di canale artificiale del Pandi, è previsto il reinserimento ambientale di questo corso d'acqua.

L'intervento prevede un'azione di isolamento e tombatura della porzione di canale che giunge a lambire l'argine meridionale dell'area Micorosa ed il ricollegamento diretto tra la porzione a monte dell'area stessa e quella di valle, attraverso la deviazione del canale a Sud dell'area Micorosa.

La dismissione del tratto di valle del canale Pandi non consente il drenaggio di una porzione residua del bacino imbrifero. Si rende pertanto necessaria l'apertura di un nuovo canale in terra – canale di gronda - che raccoglierà e scaricherà le acque del bacino residuo nel tratto in variante del canale Pandi, a circa 200 m a monte della zona umida.

In breve, la deviazione del canale è stata prevista al fine di:

- evitare che le acque di ruscellamento della discarica Micorosa vengano ancora a contatto con il canale Pandi;
- permettere alle acque superficiali pulite provenienti dalla pianura retrostante le proprietà syndial di alimentare naturalmente l'Oasi Protetta.

Sono illustrati di seguito i punti salienti della progettazione della deviazione del canale Pandi e delle opere connesse; per la descrizione di dettaglio dell'intervento si rimanda al *"Progetto Operativo di Messa in Sicurezza Permanente di parte delle aree esterne Syndial così come integrato dal "Progetto definitivo di spostamento del tratto terminale del sedime del canale Pandi"*.

Gli interventi previsti nell'ambito della riqualificazione del canale Pandi sono i seguenti:

1. realizzazione del nuovo alveo del canale Pandi, ovvero:
 - a. scavo del canale in terra;
 - b. posa in opera di un telo impermeabile bentonitico;
 - c. posa in opera di una geogriglia antierosiva;
 - d. formazione degli argini in terra lungo entrambe le sponde per garantire il franco idraulico di 1 m rispetto al livello della piena con tempo di ritorno 200 anni. Gli argini saranno formati utilizzando il terreno di scavo del canale, previa verifica della qualità ambientale dello stesso;
 - e. realizzazione delle opere di protezione dello sbocco nella zona umida;
 - f. realizzazione di due manufatti di attraversamento delle strade esistenti: i ponti potranno essere realizzati mediante la posa in opera di strutture scatolari prefabbricate in c.a.;
2. realizzazione del canale di gronda;
3. chiusura del tratto di valle del attuale alveo del canale Pandi. La chiusura sarà effettuata mediante interrimento con materiale terroso proveniente dagli scavi di cui ai punti precedenti.

Ipotesi di tracciato della deviazione

La Figura 3.2 riporta in rosso l'ipotesi di percorso del tratto del canale Pandi.

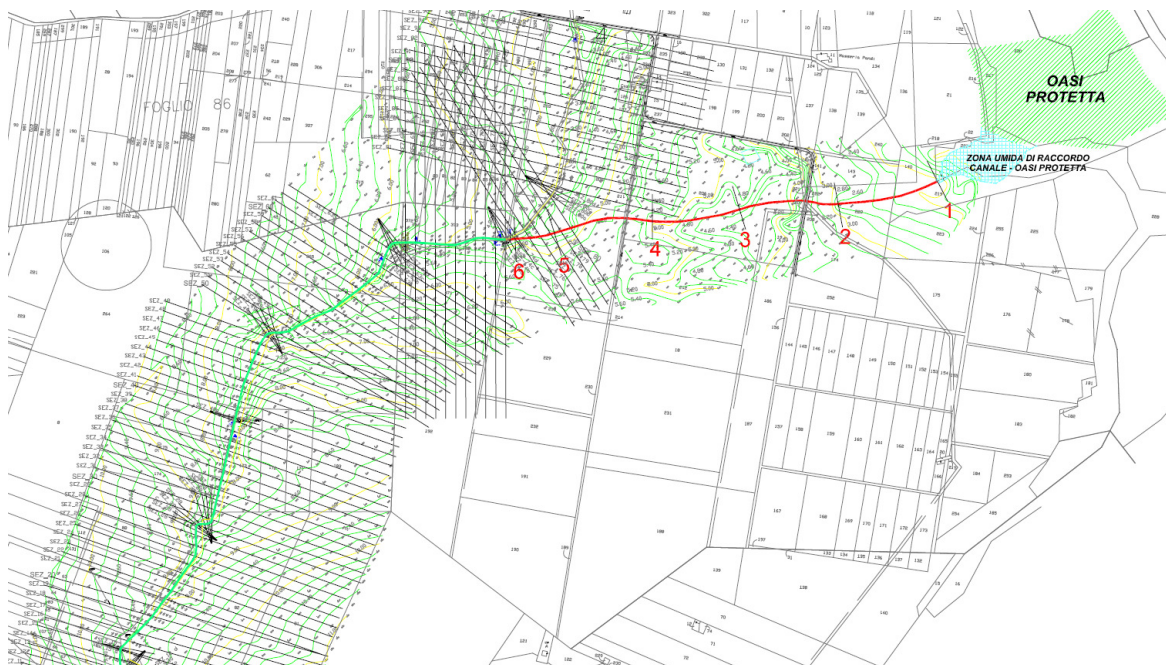


Figura 3.2. Tracciato del canale in progetto (in colore rosso) con sezioni

La deviazione del canale ha origine in corrispondenza della sezione (identificata con il numero 6 in Figura 3.2) in cui l'attuale canale Pandi effettua una curva a circa 90° passando da una direzione Ovest-Est a una direzione Sud-Nord. Il nuovo alveo del canale avrà inizio immediatamente a valle dell'attuale attraversamento della strada esistente e sfocerà nella zona umida, indicata in azzurro in Figura 3.2, dopo circa 880 m.

Il nuovo canale in progetto attraversa nel suo percorso unicamente i terreni di proprietà Syndial escludendo quindi la necessità di un'eventuale acquisizione di nuove aree. Il nuovo tracciato non interferisce con le altre opere progettate nell'ambito della MISP, come mostrato in Figura 3.1.

Dimensioni del canale

La sezione del canale è stata progettata per consentire il deflusso della portata di progetto con un franco idraulico di almeno 1 m. La portata di dimensionamento del nuovo canale è stata calcolata attraverso una specifica analisi idrologica, riportata nel "*Progetto definitivo di spostamento del tratto terminale del sedime del Canale Pandi*", parte integrante del presente Studio. È stata tenuta in considerazione anche la portata drenata dal canale di gronda, nel tratto di canale interessato, pertanto sono state calcolate due diverse portate di progetto. Le portate di dimensionamento sono riassunte nelle Tabella 3.1 e Tabella 3.2.

Tabella 3.1 - Portate di piena per i diversi tempi di ritorno, valide per le sezioni dalla 75* alla 78*

<i>T</i> (anni)	30	200
<i>Q</i> (m ³ /s)	7,20	14,42

Tabella 3.2 - Portate di piena per i diversi tempi di ritorno, valide per le sezioni dalla 79* alla 80*

<i>T</i> (anni)	30	200
<i>Q</i> (m ³ /s)	8,76	17,98

Nelle Tabella 3.3 e Tabella 3.4 sono indicate le dimensioni del canale.

Tabella 3.3 - Dati di progetto del canale dalla sezione 75* alla 78*

<i>Q</i> (m ³ /s)	14,42	Portata massima
<i>b</i> (m)	8,00	larghezza base minore
<i>L</i> (m)	675,60	lunghezza del canale
<i>i</i> (m/m)	0,0037	pendenza del fondo
<i>p</i> (m/m)	1,00	scarpa sponde H/V

Tabella 3.4 - Dati di progetto del canale dalla sezione 79* alla 80*

<i>Q</i> (m ³ /s)	17,98	Portata massima
<i>b</i> (m)	9,50	larghezza base minore
<i>L</i> (m)	205,10	lunghezza del canale
<i>i</i> (m/m)	0,0037	pendenza del fondo
<i>p</i> (m/m)	1,00	scarpa sponde H/V

La scelta della larghezza di base è stata effettuata in funzione da un lato di una minore altezza d'acqua connessa con la portata duecentennale, dall'altro per avere una sufficiente sezione bagnata in grado di garantire un naturale deflusso della portata di progetto anche nel caso di crescita della vegetazione in alveo. Questa ipotesi è estremamente cautelativa dal momento che dovrà essere prevista una regolare manutenzione dell'alveo del canale.

La profondità del canale è funzione della pendenza longitudinale (assunta pari alla pendenza media del terreno lungo il percorso stabilito) e dell'altimetria del terreno nel quale è prevista la sua realizzazione.

Nella soluzione scelta di pendenza uniforme (0,0037 m/m), si determina una profondità massima di scavo di circa 2,7 m (nella sezione individuata con il numero 4 in Figura 3.2); nel punto di sbocco nella zona umida (indicato con il numero 1 in Figura 3.2) la profondità del canale è circa 1,85 m. Le quote del fondo scavo sono compatibili con la quota della superficie della falda che nella zona è risultata piuttosto superficiale; tuttavia si ritiene comunque

necessario prevedere la realizzazione dello scavo durante la stagione asciutta per evitare la presenza di acqua durante le lavorazioni e la posa di un telo impermeabile bentonico sul fondo e sulle sponde per evitare in fase di esercizio il potenziale drenaggio delle acque di falda da parte dell'alveo del canale.

Il profilo longitudinale del canale in progetto è riportato in dettaglio in Allegato 1 al presente Quadro di Riferimento Progettuale.

Come anticipato, per far sì che il nuovo canale potesse consentire lo smaltimento anche della portata drenata dal canale di gronda, è stato necessario ampliare la sezione a valle della confluenza.

Il volume di scavo del canale è stato stimato pari a circa 19.325 m³ e il volume di riporto del terreno per la formazione del canale è stato stimato pari a circa 1.435 m³ per il riempimento a seguito della posa dei teli impermeabili e anti erosivi e pari a circa 890 m³ per la formazione degli argini.

Impermeabilizzazione e stabilizzazione

La falda si trova a poca distanza dal fondo del canale e, in determinate circostanze quali un periodo di maggiore piovosità, si potrebbe verificare l'innalzamento del suo livello freatico. Per evitare che ci possa essere un contatto temporaneo con le acque di falda e si possa verificare il drenaggio delle stesse, si ritiene necessario impermeabilizzare il fondo e le sponde del canale mediante la posa in opera di un telo impermeabile bentonico. Le caratteristiche del telo bentonico saranno le seguenti:

- GCL (Geosynthetic Clay Liner) a base di bentonite sodica costituito da un sandwich di geotessili nontessuti in polipropilene; la bentonite contenuta nel geocomposito avrà un contenuto di umidità non superiore al 12% ed avrà le seguenti caratteristiche minime:
 - contenuto in montmorillonite non inferiore al 70%;
 - assorbimento d' acqua secondo ASTM E946 non inferiore al 700%;
 - rigonfiamento libero secondo ASTM D5890 non inferiore a 24 ml/2 gr;
 - perdita di fluido secondo ASTM D5891 non superiore a 18 ml.

I singoli strati del geocomposito saranno assemblati mediante un sistema continuo di agugliatura meccanica tale da garantire una resistenza allo spellamento (peeling) secondo ASTM D6496 non inferiore a 65 N ed il geocomposito, prodotto in qualità secondo le norme ISO 9001:2000, dovrà garantire le seguenti caratteristiche:

- Permeabilità secondo ASTM D5804 non superiore a 5×10^{-11} m/sec cui corrisponderà una perdita massima di fluido non superiore a 1×10^{-8} mc/mq*s calcolata secondo le norme ASTM D5887.

La superficie complessiva del GCL è di circa 8.370 m² (circa 9,5 m²/m di lunghezza del canale).

La pendenza delle sponde della sezione in terra risulta superiore a quella che è normalmente stabile per canali scavati in materiali di caratteristiche analoghe. Ne deriva la necessità di utilizzare cautelativamente un sistema di stabilizzazione antierosiva delle sponde; si prevede, pertanto, la messa in opera di una geogriglia.

La rete sarà realizzata da un geocomposito adeguatamente fissato composto da una rete metallica a doppia torsione a maglia esagonale e da una geostuoia tridimensionale polimerica compenetrata e rese solidali durante il processo di produzione. La geostuoia potrà avere massa areica minima di 750 g/mq e costituita da due strutture, realizzate in filamenti di polipropilene termosaldati tra loro nei punti di contatto e stabilizzati per resistere ai raggi UV, anch'esse termosaldate nei punti di contatto: quella superiore a maglia tridimensionale con un indice alveolare > 90%, quella inferiore a maglia piatta. La rete metallica a doppia torsione avrà una maglia esagonale tessuta con trafilato di ferro, conforme a quanto previsto dalle "Linee Guida" emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP. il 12/05/06. Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale non inferiore a 0,5 mm. Lo spessore del geocomposito è di 10 ÷ 12 mm.

La superficie della geogriglia è di circa 8.370 m² (circa 9,5 m²/m di lunghezza del canale).

Tra il telo bentonitico e la geogriglia sarà riportato uno strato di terra dello spessore minimo di 10 cm.

In Allegato 2 al presente Quadro di Riferimento Progettuale si riportano le sezione tipo ed un dettaglio del pacchetto di rivestimento della sponda.

Realizzazione degli argini

A lato del canale è prevista la formazione di argini in terra che garantiscano il franco idraulico rispetto al livello della piena di progetto con 200 anni di tempo di ritorno.

Gli argini saranno realizzati utilizzando il terreno di scavo del canale che risulta avere caratteristiche limoso-sabbiose, quindi idoneo alla realizzazione di rilevati arginali in terra.

L'argine avrà un'altezza massima di circa 1,0 m, in corrispondenza dell'inizio della deviazione del canale Pandi e dopo circa 200 m, l'argine termina.

La sommità arginale ha una larghezza di 1,0 m e le sponde hanno pendenza di 3:1 lato campagna e 1:1 lato canale.

Il volume complessivo di terreno e per la formazione degli argini è stato stimato pari a circa 890 m³.

Nella Tabella 3.5 seguente sono riassunti i dati di progetto degli argini.

Tabella 3.5. Dati di progetto degli argini

b (m)	1,00	larghezza minima in sommità
H (m)	Variabile max 1,0 m; min 0,0 m	altezza arginale
p_{LA} (m/m)	1:1	pendenza paramento lato canale (H:V)
p_{LC} (m/m)	3:1	pendenza paramento lato campagna (H:V)

Attraversamenti stradali

Il tracciato del nuovo canale attraversa in due punti una strada esistente, ne consegue la necessità di realizzare due manufatti di attraversamento. La strada ha una larghezza variabile compresa tra 3 e 4 m.

Il progetto prevede quindi la posa in opera di strutture prefabbricate in c.a.

Le dimensioni dell'attraversamento sono:

- Larghezza interna = 8 m, corrispondente alla somma delle larghezze interne dei due scatolari;
- Altezza interna = 2,25 m, corrispondente all'altezza d'acqua per la piena duecentennale cui è sommato il franco idraulico di 1 m;
- Pila centrale, dovuta all'affiancamento orizzontale di due scatolari 4,0x2,25 m; in base alla scheda tecnica fornita dal produttore si stima che lo spessore della pila sia di 0,45 m. Il canale in corrispondenza degli attraversamenti sarà quindi ampliato fino a 8,45 m, per consentire una larghezza di efflusso pari a 8 m. In fase costruttiva si ritiene utile arrotondare il naso della pila in modo tale ridurre le perdite di carico.

Come detto in precedenza, anche sul canale di gronda risulta necessario realizzare un attraversamento stradale per dare continuità alla viabilità e, anche in questo caso, si prevede la posa in opera di strutture prefabbricate in c.a..

Le dimensioni minime dell'attraversamento sono:

- Larghezza interna = 2 m: corrispondente alla larghezza alla base del canale in terra;
- Altezza interna = 2 m: corrispondente all'altezza complessiva del canale misurata dal fondo alla sommità arginale.

Tutti gli attraversamenti previsti saranno costituiti da strutture prefabbricate in c.a. per carichi stradali di prima categoria, costituite da elementi scatolari prefabbricati in calcestruzzo di cemento ad alta resistenza ai solfati, turbovibrocompresso a sezione rettangolare interna, con armatura idonea e sistema di giunzione con incastro a bicchiere.

Gli scatolari in c.a. delle dimensioni necessarie sono solitamente di lunghezza non superiore a 2 m, pertanto occorre affiancare più manufatti per raggiungere la lunghezza pari alla dimensione della strada. Le strutture prefabbricate sono realizzate in modo tale che possono essere giuntate e garantire le resistenze necessarie. In Figura 3.3 si riporta un esempio di scatolare in c.a.



Figura 3.3. Sezione tipo dello scatolare in c.a.

Nella Figura 3.4 seguente è riportato un esempio di ricostruzione di un ponte danneggiato con scatolari prefabbricati.

**RICOSTRUZIONE VIABILITA' PONTE CROLLATO A SEGUITO ALLUVIONE
LUCE 9m ESECUZIONE CON ELEMENTI SCATOLARI 450x300cm AFFIANCATI**



crollo del ponte visto di lato



crollo del ponte visto dalla strada



soletta di appoggio dello scatolare



arrivo dei manufatti scatolari in cantiere



movimentazione dei manufatti scatolari



manufatti posati



manufatti posati



manufatti posati



vista valle



vista monte



vista strada



lavoro finito vista di valle

Figura 3.4. Esempio di realizzazione di un attraversamento stradale con scatolari in c.a.

All'imbocco e allo sbocco di ciascun manufatto di attraversamento saranno realizzati due muri d'ala di raccordo tra il canale in terra di forma trapezia e lo scatolare in c.a. (di forma rettangolare); i muri d'ala saranno realizzati in c.a. in opera. Inoltre, il raccordo tra le sezioni degli attraversamenti e le sezioni del canale, immediatamente a monte o a valle, saranno

modellate in modo graduale, al fine evitare brusche variazioni di corrente in corrispondenza dei manufatti prefabbricati.

Al termine delle lavorazioni si dovrà ripristinare la sede stradale con la formazione del pacchetto che in linea di massima potrà essere costituito da:

1. uno strato di bitumatura di ancoraggio;
2. uno strato base costituito da una miscela di pietrisco e bitume;
3. uno strato di collegamento (binder) costituito da miscela di pietrischetto, graniglia e sabbia;
4. un eventuale strato di usura (tappetino) ottenuto con pietrischetto e graniglie.

Protezione dello sbocco nell'area umida

Lo sbocco del nuovo canale avviene nella zona umida che precede la vera e propria Oasi protetta. E' utile proteggere lo sbocco realizzando una struttura resistente con massi di dimensioni adeguate posti lungo il contorno del tratto terminale del canale (almeno 10 m) e lungo il tratto iniziale della zona di allargamento (sempre circa una decina di metri). La struttura sarà formata da massi intasati con scaglie di materiale lapideo di piccole dimensioni e rinverdito mediante la semina di vegetazione autoctona.

Vista la velocità media della corrente e i conseguenti sforzi di taglio lungo il contorno della sezione, in prima approssimazione i massi dovranno avere diametro medio non inferiore a 0.6 m; in fase di progettazione esecutiva dovranno essere verificate le caratteristiche della scogliera e la dimensione minima dei massi che la compongono.

Dismissione del tratto di valle dell'attuale canale Pandi

Il progetto prevede, oltre alla deviazione del canale Pandi, anche la tombatura della porzione di monte che attraversa l'area di discarica.

L'obiettivo può essere raggiunto mediante il riempimento dell'intero canale con materiale terroso derivante dallo scavo del nuovo alveo del canale. Il volume stimato per il completo tombamento del canale è di circa 12.800 m³.

Si precisa che le operazioni di tombatura inizieranno solo a valle del completamento delle opere di deviazione del canale e saranno coordinate con le attività di riprofilatura della discarica Micorosa che saranno eseguite dal Comune di Brindisi.

Canale di gronda

Il canale di gronda è realizzato in modo analogo al nuovo tratto di canale Pandi: in terra con rivestimento del fondo per mezzo di un telo bentonitico e una geo-griglia di rinforzo per contrastare l'erosione da parte della corrente idrica. Le caratteristiche del telo bentonitico e della geo-griglia sono le medesime riportate nei paragrafi precedenti. Il tracciato del canale di gronda è riportato in azzurro in Figura 2.1.

Il canale di gronda ha una lunghezza complessiva di 1.060 m e una sezione trapezia delle dimensioni riportate nella seguente tabella.

Tabella 3.6 - Dati di progetto del canale di gronda

b	(m)	2,00	larghezza base minore
H	(m)	1,30	altezza del canale
L	(m)	1.060	lunghezza del canale
i	(m/m)	0,002	pendenza del fondo
p	(m/m)	1,00	scarpa sponde H/V

La sezione tipo del canale di gronda è riportata in Figura 3.5.

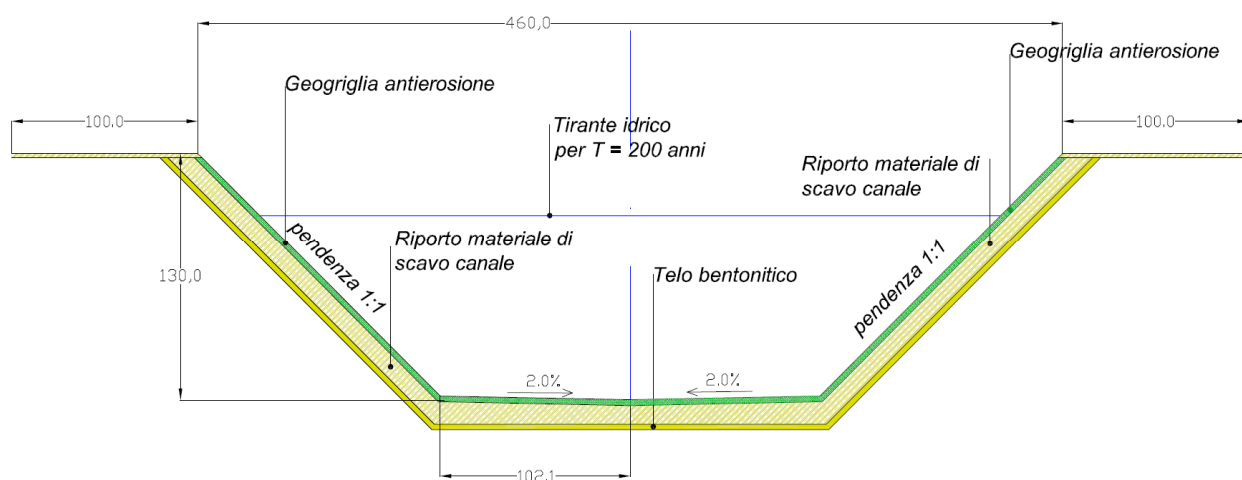


Figura 3.5 - Sezione tipo del canale di gronda

Per la realizzazione del canale di gronda sono state stimate le seguenti quantità:

- volume di scavo: circa 3.673 m³;
- volume di riporto del terreno per la formazione del canale è stato stimato pari a circa 371 m³;
- superficie complessiva del GCL è di circa 3.710 m²;
- superficie della geo-griglia è di circa 3710 m².

Anche sul canale di gronda risulta necessario realizzare un attraversamento stradale per dare continuità alla viabilità e, anche in questo caso, si prevede la posa in opera di strutture prefabbricate in c.a.. Le dimensioni minime dell'attraversamento sono:

- Larghezza interna = 2 m: corrispondente alla larghezza alla base del canale in terra;

- Altezza interna = 2 m: corrispondente all'altezza complessiva del canale misurata dal fondo alla sommità arginale.

Movimentazione terra

Le quantità totali delle movimentazioni terra previste per le opere da realizzare ai fini della riqualificazione ambientale del canale Pandi sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 3.7 – Quantitativi di terra movimentati per la riqualificazione ambientale del canale Pandi

SCAVO	22.998 m ³
RINTERRO (Riempimento sp. 10 cm tra telo bentonico e geogriglia)	1.807 m ³
REALIZZAZIONE ARGINE (Rinterro e costipamento terreno)	893 m ³
TOMBAMENTO CANALE ESISTENTE (Rinterro e costipamento)	12.800 m ³
STESA DEL MATERIALE ECCEDENTE NELL'AMBITO DEL CANTIERE	7.498 m ³

Il terreno scavato per la formazione del canale Pandi e del canale di gronda è utilizzato nell'ambito del cantiere; non risulta, quindi, necessaria la fornitura di materiale terroso dall'esterno del cantiere, in particolare, per il tombamento del tratto dismesso di canale Pandi.

Fase di cantiere

L'insieme delle attività per la riqualificazione del canale Pandi (formazione del nuovo alveo del canale Pandi, formazione del canale di gronda, tombamento del tratto da dismettere del canale Pandi, realizzazione dei manufatti di attraversamento, ecc.) sarà effettuato in un periodo di circa 270 giorni.

Il cantiere per la deviazione del Pandi occuperà una fascia di territorio larga circa 26 m, così suddivisa:

- 20 m di larghezza massima dal piede esterno dell'argine destro al piede esterno dell'argine sinistro;
- 3 m di larghezza dell'area cantiere dal piede esterno dell'argine destro;
- 3 m di larghezza dell'area cantiere dal piede esterno dell'argine sinistro.

Sono previste idonee zone più ampie per consentire agevolmente le manovre dei mezzi d'opera.

Per l'esecuzione delle attività si prevede di utilizzare contemporaneamente n.1 escavatore e di n.1 camion.

La viabilità di progetto prevista sfrutterà le strade poderali secondarie presenti attorno alle aree di cantiere.

Il cantiere per la formazione del canale di gronda occuperà una fascia di territorio larga circa 12,6 m, così suddivisa:

- 6,6 m di larghezza massima misurata dal ciglio di sponda destra a quello di sponda sinistra;
- 3 m di larghezza dell'area cantiere dal ciglio di sponda destra;
- 3 m di larghezza dell'area cantiere dal ciglio di sponda sinistra.

La Figura 3.6 riporta un esempio di fascia di territorio occupata dal cantiere e le strade che verranno utilizzate per l'accesso al cantiere stesso.

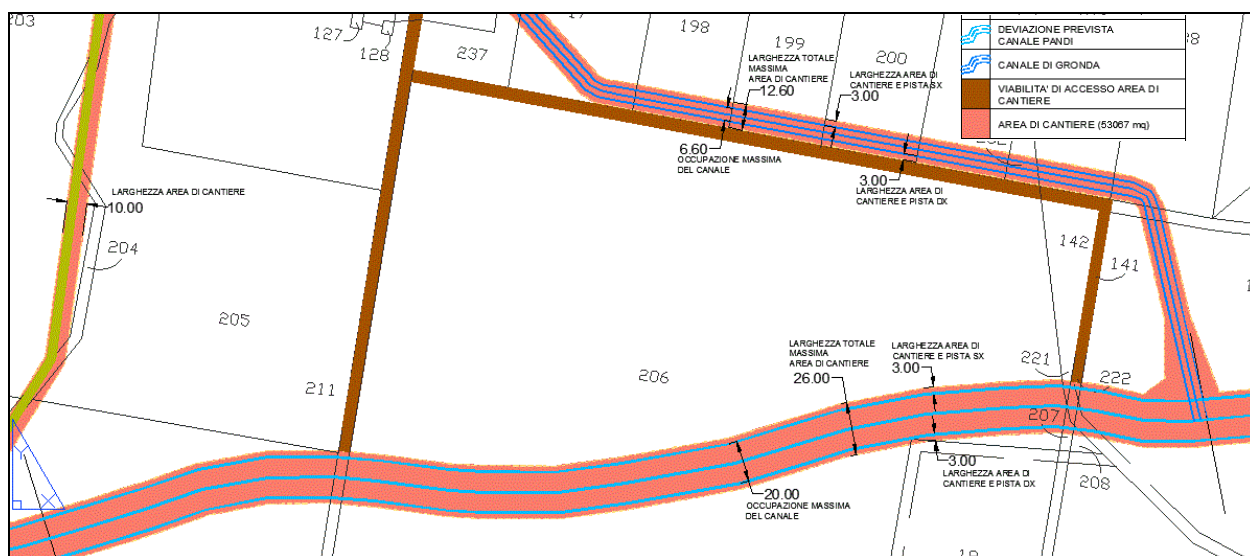


Figura 3.6 – Aree di cantiere per la riqualificazione ambientale del canale Pandi

In fase di progettazione esecutiva saranno definite nel dettaglio le fasi di cantierizzazione delle opere.

Si precisa che le operazioni di tombatura dell'alveo del canale Pandi da dismettere inizieranno solo a valle del completamento delle opere di deviazione e saranno coordinate con le attività di riprofilatura della discarica Micorosa che saranno eseguite dal Comune di Brindisi, in modo da evitare interferenze tra i cantieri. A tale scopo Syndial e il Comune di Brindisi, nell'ambito dell'Accordo procedimentale e di programma stipulato in data 26 marzo 2014, hanno redatto un cronoprogramma coordinato sulla base degli elementi contenuti e rappresentati nei cronoprogrammi dei rispettivi progetti di MISP presentati.

3.2.2 *Opere di regimazione della falda acquifera*

Nell'ambito degli interventi di MISP presenti all'interno dell'opera di diaframmatatura, è prevista la realizzazione di 4 pozzi di regimazione delle acque sotterranee.

In particolare, 3 pozzi (denominati A1, A2 e A3 in Figura 2.1 al presente Quadro di Riferimento Progettuale) saranno realizzati nei settori E e G mentre 1 pozzo (denominato A4) sarà realizzato nel settore H.

La progettazione della parte idraulica della MISIP è stata realizzata con il supporto di simulazioni matematiche del flusso idrico sotterraneo; per approfondimenti si rimanda al "*Progetto Operativo di Messa in Sicurezza Permanente di parte delle aree esterne Syndial*".

Le perforazioni saranno eseguite a carotaggio continuo, a rotazione e a secco.

Le perforazioni saranno spinte fino a circa 20 m da p.c. e saranno eseguite senza l'ausilio di fluidi di perforazione, in modo da permettere la ricostruzione della stratigrafia locale.

Le perforazioni saranno rialesate con diametro minimo finale del foro pari a 250 mm ed attrezzati successivamente con tubazioni in acciaio inox fessurato e cieco del diametro di 6". I terreni di risulta di perforazione non saranno in alcun modo utilizzati come materiale di riempimento dell'intercapedine tra foro e tubazione piezometrica; essi andranno smaltiti a norma di legge al termine delle attività di perforazione.

La finitura dei pozzi dovrà essere realizzata in accordo con i seguenti criteri generali:

- i pozzi saranno dotati alla loro estremità inferiore di un tappo di fondo, mentre alla sommità sarà posato un tappo con chiusura a tenuta idraulica (filettato o a pressione);
- la testa pozzo sarà protetta con l'installazione di un chiusino cilindrico in ferro fuori terra in vernice antigraffio. Lo stesso sarà centrato sulla tubazione piezometrica e sarà inserito nella porzione superficiale della cementazione prima che questa indurisca. Si dovrà inoltre provvedere all'esecuzione della cementazione sia interna che esterna alla base del chiusino che dovrà essere perfettamente impermeabile rispetto alle acque meteoriche e ad ogni ulteriore eventuale afflusso esterno; in fase di progettazione esecutiva le teste pozzo saranno ingegnerizzate per considerare l'installazione delle linee di mandata dell'interconnecting e delle varie utilities necessarie.

Al termine delle attività di installazione dei pozzi, verrà realizzato un idoneo sistema di collettamento delle acque emunte al costruendo TAF.

3.2.3 *Opere di ingegneria forestale*

Scopo delle opere

Il progetto d'ingegneria forestale è finalizzato a limitare l'uso di impianti di tipo elettro-meccanico per l'emungimento e l'asportazione di acque sotterranee dall'area oggetto di intervento ricorrendo al manto vegetativo: il fenomeno dell'evapotraspirazione provvede infatti a rimuovere l'acqua dal sottosuolo, anche in modo consistente.

In climi ove le sole acque meteoriche non sono sufficienti all'approvvigionamento idrico delle piante, la traspirazione, che corrisponde al consumo idrico di una coltura, fa sì che questa, attraverso l'approfondimento radicale, riesca ad attingere dalla falda l'ulteriore acqua necessaria alle attività biologiche.

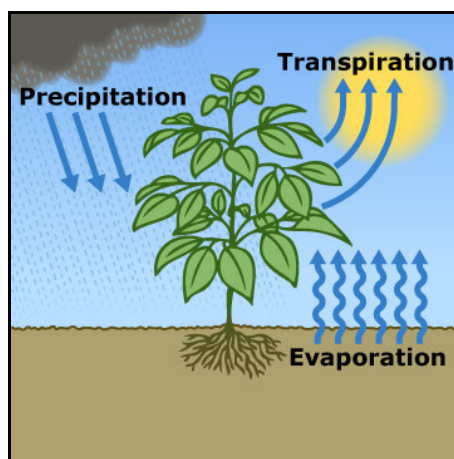


Figura 3.7. Schema del fenomeno di evapotraspirazione

Scelta del materiale vegetale

Nella selezione delle piante maggiormente adatte per le aree oggetto di studio si è tenuto conto di tre parametri: la resistenza alla salinità, la resistenza al ristagno idrico e la preferenza verso piante autoctone.

Il progetto prevede quindi l'impiego di piante alofite o alofite transitorie, indicate per la loro capacità di assorbire i sali presenti nella soluzione circolante del terreno, in consociazione con specie tolleranti il ristagno idrico ma sale-tolleranti.

Per la struttura dell'impianto si è deciso di utilizzare il salice (*Salix fragilis/alba*) e l'ontano (*Alnus glutinosa*). Queste sono piante pioniere caratterizzate da una crescita molto rapida che vanno a colonizzare terreni marginali, sopportano bene sia il ristagno idrico che vari inquinanti. Sono piante presenti in tutta Italia. Affiancate a queste sono state individuate piante con crescita più lenta, ma che raggiungono maggiori dimensioni e quindi che presentano capacità di evapotraspirare maggiori quantitativi di acqua.

In particolare l'*Eucalyptus* sp., sebbene specie non autoctona, è stato utilizzato con buoni risultati nella bonifica delle paludi dell'Agro Pontino (1926-1937). Questa pianta, sempreverde, raggiunge facilmente i 25 m di altezza e ha un apparato radicale molto espanso in grado di assorbire importanti quantità di acqua dal terreno. La resistenza alla salsedine, soprattutto all'aerosol che arriva con i venti dal mare, lo vedono utilizzato con successo come barriera frangivento lungo le coste a protezione di piante più sensibili.

Il *Taxodium disticum*, anch'esso non autoctono, lo troviamo presente in Italia sia al Nord che al Sud in svariate piantumazioni. Viene utilizzato nei terreni paludosi, lungo gli stagni e i corsi d'acqua. Possiede infatti caratteristici tubercoli radicali affioranti dal terreno, chiamati pneumatofori, che svolgono funzione di ossigenazione, atti a garantire cioè l'apporto di ossigeno anche in periodi di allagamento del terreno.

Il *Quercus palustris* e *Quercus robur*, il primo originario dell'America del Nord e il secondo diffuso in tutta Europa, prediligono terreni umidi e tollerano molto bene periodi di ristagno idrico. Sono piante molto longeve e resistenti con una chioma molto espansa.

La *Tamarix gallica* è spontanea lungo le coste mediterranee, cresce su sabbie umide e greti di torrenti. Predilige terreni leggeri e sabbiosi e tollera molto bene i venti dei litorali.

Le piante arboree che meglio dovrebbero adattarsi alle caratteristiche di questo luogo dovrebbero essere la tamerice e l'eucalipto, piante che però mal sopportano lunghi periodi di ristagno idrico. Si è scelto quindi di affiancarle con altre specie più tolleranti l'asfissia radicale e, riferendosi all'ontano e al salice, con piante molto rustiche e a rapido sviluppo con caratteristiche di pianta pioniera capace di colonizzare velocemente anche gli ambienti ostili.

In un impianto di piante ad alto fusto, una buona copertura del terreno si ottiene dopo circa 8-10 anni. Nei primi anni di sviluppo, per migliorare la copertura vegetale è opportuno impiantare anche essenze arbustive ed erbacee. Queste garantiranno fin dal secondo anno una buona copertura senza interferire con la crescita degli alberi. Questi infatti, crescendo, ombreggeranno gli arbusti limitandone lo sviluppo quando non saranno più necessari.

Per la fascia litoranea e per le zone più umide si utilizzerà la *Salicornia sp.* il *Juncus sp.* e la *Phragmites australis*. Queste sono tutte piante autoctone che troviamo nelle paludi salmastre.

Per le zone meno umide, ma esposte ai venti salmastri, si utilizzerà la ginestra (*Spartium jungeum*), mentre allontanandosi dal mare buoni risultati sono ipotizzati con l'impiego del *Salix repens*, un arbusto adatto ai terreni umidi con una crescita molto veloce.

L'Allegato 3 al presente Quadro di Riferimento Progettuale mostra la distribuzione delle opere di ingegneria forestale previste.

Sesti di impianto

L'area oggetto della piantumazione si presenta con caratteristiche pedologiche differenti. Si individuano delle zone con affioramento della falda, caratterizzate da periodi di ristagno idrico, delle zone litoranee, più soggette all'azione dei venti salmastri e zone più interne protette dai venti e con falde più profonde.

Non essendo possibile individuare un unico sesto di impianto con una medesima consociazione di piante si è deciso di intervenire in modo differente per ciascuna zona, sia in termini di specie utilizzate sia in termini di sesto d'impianto, come mostrato in Allegato 3 al presente Quadro di Riferimento Progettuale.

Si ipotizza di intervenire con le opere d'impianto in 3 momenti successivi, ripartendo l'intera area in 3 lotti:

- 1 lotto (a Sud della area sottoposta a bonifica) di 12,8 ha Area H;
- 2 lotto (a sud-ovest della area sottoposta a bonifica) di 13 ha Area E;
- 3 lotto (a sud est della area sottoposta a bonifica) di 16,9 ha Area G.

Di seguito vengono schematicamente riportati i diversi sestii d'impianto.

Zona A Ha = 0,6 Sesto di Impianto 0,5X0,5 metri

Simbolo	Specie	N. piante/ ha
C	<i>Phragmites australis</i>	13333
iJ	<i>Juncus maritimus/sp</i>	13333
SA	<i>Arthrocnemum sp</i>	13333

Zona B Ha 0,6 Sesto di Impianto 4X1 metri

Simbolo	Specie	N. piante/ ha
TA	<i>Tamarix gallica</i>	833
G	<i>Spartium jungeum</i>	1667
C	<i>Phragmites australis</i>	13333
J	<i>Juncus maritimus/sp</i>	13333
SA	<i>Arthrocnemum sp</i>	13333

Zona C Ha 0,9 Sesto di Impianto 5X5 metri

Simbolo	Specie	N. piante/ ha
E	<i>Eucalyptus</i>	280
TA	<i>Tamarix gallica</i>	120
SR	<i>Salix repens</i>	1923
G	<i>Spartium jungeum</i>	1923

Zona D Ha 27 Sesto di Impianto 5X5 metri

Simbolo	Specie	N. piante/ ha
S	<i>Salix alba/fragilis</i>	100
A	<i>Alnus glutinosa</i>	100
E	<i>Eucalyptus</i>	100
Q	<i>Quercus palustris</i>	33
TX	<i>Taxodium distichum</i>	33
TA	<i>Tamarix gallica</i>	33
SR	<i>Salix repens</i>	2564
G	<i>Spartium jungeum</i>	1282

Zona E Ha 5 Sesto di Impianto 5X5 metri

Simbolo	Specie	N. piante/ ha
S	<i>Salix alba/fragilis</i>	187
A	<i>Alnus glutinosa</i>	113
E	<i>Eucalyptus</i>	25
Q	<i>Quercus palustris</i>	25
TX	<i>Taxodium distichum</i>	25
TA	<i>Tamarix gallica</i>	25
SR	<i>Salix repens</i>	3846

Zona F Ha 4 Sesto di Impianto 5X5 metri

Simbolo	Specie	N. piante/ha
S	<i>Salix alba/fragilis</i>	100
TX	<i>Taxodium distichum</i>	100
SR	<i>Salix repens</i>	2000
C	<i>Phragmites australis</i>	6000
J	<i>Juncus maritimus/sp</i>	6000
SA	<i>Arthrocnemum sp</i>	2000

Per il dettaglio si rimanda al "Progetto Operativo di Messa in Sicurezza Permanente di parte delle aree esterne Syndial".

Operazioni di impianto del materiale vegetale

Le operazioni d'impianto consistono nella preparazione preliminare del terreno per accogliere le piante e nella successiva messa a dimora delle stesse.

La preparazione del terreno prevede le seguenti operazioni:

- Trinciatura dei vegetali presenti (eventuale): autunno precedente l'impianto o inizio inverno;
- Scarificazione profonda: autunno precedente l'impianto o inizio inverno;
- Concimazione organica: autunno precedente l'impianto o inizio inverno;
- Aratura superficiale: tardo inverno;
- Fresatura superficiale del terreno: pochi giorni prima la messa a dimora delle piante;
- Tracciamento: pochi giorni prima la messa a dimora delle piante o contestuale lo stesso.

La messa a dimora avviene tramite apertura manuale di buche per soggetti in vaso con diametro inferiore a 20 cm, per soggetti in vaso di dimensioni maggiori o in zolla si prevede di utilizzare un mini-escavatore.

Prima del riempimento delle buche, gli alberi dovranno essere resi stabili per mezzo di sostegni idonei alla grandezza della pianta (canne di bambù e/o pali tutori) e legature, al fine di limitare lo scalzamento ad opera del vento. A riempimento ultimato, dopo aver costipato con cura la terra in maniera tale che non rimangano vuoti attorno alla zolla, attorno alle piante dovrà essere formata una conca per la ritenzione dell'acqua.

Le piante andranno irrigate subito dopo l'impianto per facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla. Attorno ai soggetti arborei verranno poste delle idonee protezioni contro la selvaggina. Pertanto si utilizzeranno delle reti cilindriche o triangolari plastiche di altezza di almeno 60 cm, fissate mediante l'utilizzo di due tutori ciascuna.

Stima dell'evapotraspirazione potenziale

La valutazione dei consumi evapotraspirativi potenziali delle consociazioni scelte per le aree in esame si è basata sull'applicazione dell'equazione di Hargreaves (quaderno FAO 56) a dati meteorologici giornalieri (temperatura massima e minima dell'aria).

La stima dell'evapotraspirazione di riferimento è stata poi tradotta in evapotraspirazione potenziale per mezzo di un opportuno coefficiente colturale che mediasse la capacità evapotraspirativa delle consociazioni adottate. Al fine di rendere conto delle annate di costituzione delle consociazioni e quindi del graduale insediamento delle specie stesse si sono inoltre valutati i potenziali evapotraspirativi dei primi 3 anni, ipotizzando un'entrata in regime del sistema a partire dal quarto anno.

In Tabella 3.8 viene riportata l'evapotraspirazione potenziale media mensile (media del periodo 1993-2012) per i primi tre anni e per il sistema a regime. Al fine di valutare la capacità di asportazione da parte delle colture viene inoltre riportata la precipitazione media mensile calcolata sul medesimo periodo.

È importante segnalare che in caso di un suolo mantenuto in buone condizioni idriche l'instaurarsi di vegetazione erbacea spontanea dovrebbe fornire un contributo positivo già dal primo anno avvicinando i valori del triennio iniziale a quelli ipotizzabili per il sistema a regime.

Con questo approccio si è ipotizzato che il contenuto idrico dei suoli in esame si mantenga sempre fra la capacità di campo ed il limite di riserva facilmente utilizzabile. Condizioni di eccesso o di carenza (quest'ultima ipotizzabile nei mesi estivi qualora alle normali condizioni di scarsità di precipitazione si associ un limitato apporto idrico dalla falda sottostante) porteranno alla diminuzione del consumo reale della coltura.

Tabella 3.8. Apporto precipitativo medio mensile dell'area in esame ed evapotraspirazione potenziale nei primi 3 anni di impianto e a regime. I valori sono espressi in mm.

Mese	Precipitazione	copertura al 50%	copertura al 70%	copertura al 90%	copertura a regime
Gennaio	754	105	147	200	210
Febbraio	560	137	191	259	273
Marzo	660	242	338	459	483
Aprile	530	372	520	706	743
Maggio	332	587	822	1115	1174
Giugno	191	755	1056	1434	1509
Luglio	228	860	1204	1634	1720
Agosto	297	746	1044	1416	1491
Settembre	768	456	638	866	912
Ottobre	678	257	360	488	514
Novembre	900	136	190	257	271
Dicembre	940	44	61	83	87

Il contributo delle piante, in termini di asportazione di acqua dal suolo avrà quindi un ruolo di primaria importanza nel coadiuvare i trattamenti di "extraction" tradizionali. Potenzialmente, in condizioni ideali, le piante possono assorbire nei mesi vegetativi quantitativi equivalenti alle acque meteorologiche più una quota rilevante; bisogna comunque tener presente che: elevata salinità, fitopatologie, competizione con infestanti, carenze nutrizionali, danni meccanici, carenze idriche e saturazione del suolo possono ridurre, anche notevolmente, la capacità evapotraspirativa complessiva.

Per questo motivo la disponibilità dei mezzi elettro-meccanici di emungimento sarà comunque mantenuta in efficienza, almeno per i primi 5 anni di crescita, fino alla stabilizzazione dell'assetto vegetativo dell'area.

3.2.4 *Opere di confinamento fisico*

Scelta tecnologica per la realizzazione della barriera fisica

Le barriere fisiche sono costituite da elementi impermeabili realizzati nel terreno, ortogonalmente al deflusso delle acque di falda, al fine di impedire la migrazione delle acque contaminate e di limitare la contaminazione del terreno.

I diaframmi ad escavazione risultano fra le soluzioni che danno maggiore garanzia alla tenuta idraulica della barriera e definizione certa della geometria realizzativa.

Per il progetto oggetto del presente studio si è scelto di utilizzare un diaframma plastico composito (con telo in HDPE di spessore 2 mm) di spessore 80 cm con valori di permeabilità inferiori a $k = 10^{-10}$ m/s.

La scelta è ricaduta su tale tipologia di diaframma in quanto ritenuta la soluzione tecnica più idonea alle caratteristiche del sito e agli obiettivi finali.

Il diaframma sarà immerso di almeno 2 m nello strato di argille grigio-azzurre il cui tetto si trova a profondità variabili tra 21 e 28 m da p.c. (profondità media di progetto 27 m).

La tecnologia esecutiva di scavo prevede l'impiego di benna idraulica mordente su fune o kelly con l'uso di fango autoindurente costituito da miscela ternaria acqua/cemento/bentonite ed additivi (ritardanti di presa/ fluidificanti).

Tuttavia, la presenza di strati cementati calcarenitici che possano eventualmente essere riscontrati in alcuni tratti della cinturazione, da circa 2 m a circa 15 m dal p.c., richiede particolari attrezzature integrative di scavo atte a superare tali litotipi (uso complementare di attrezzature di demolizione come idrofresa, fori di alleggerimento ovvero CSM).

Inoltre, in base alle informazioni reperite dalla consultazione del "Progetto As-Built delle aree diaframmate Est e Sud-Est" – Aprile 2003 e da un articolo presentato al XXI° Convegno AGI, L'Aquila – 2002, si evidenzia che nelle aree in oggetto è già stato realizzato con successo un diaframma plastico composito con telo utilizzando metodologie di soccorso allo scavo con benna mordente, e ciò è stato determinato dalla presenza di tale strato calcarenitico.

Dalle informazioni stratigrafiche attualmente disponibili, è plausibile ipotizzare che alcuni tratti del tracciato presentino stratificazioni di materiali più teneri, per i quali può essere sufficiente l'uso di benna mordente. Tuttavia, tali dettagli saranno valutati solo a valle dei risultati delle indagini integrative, in fase di progettazione esecutiva.

Identificazione del tracciato Syndial

In Figura 3.8 si è identificato con le lettere da A a J l'unicum geometrico degli interventi di MISP.

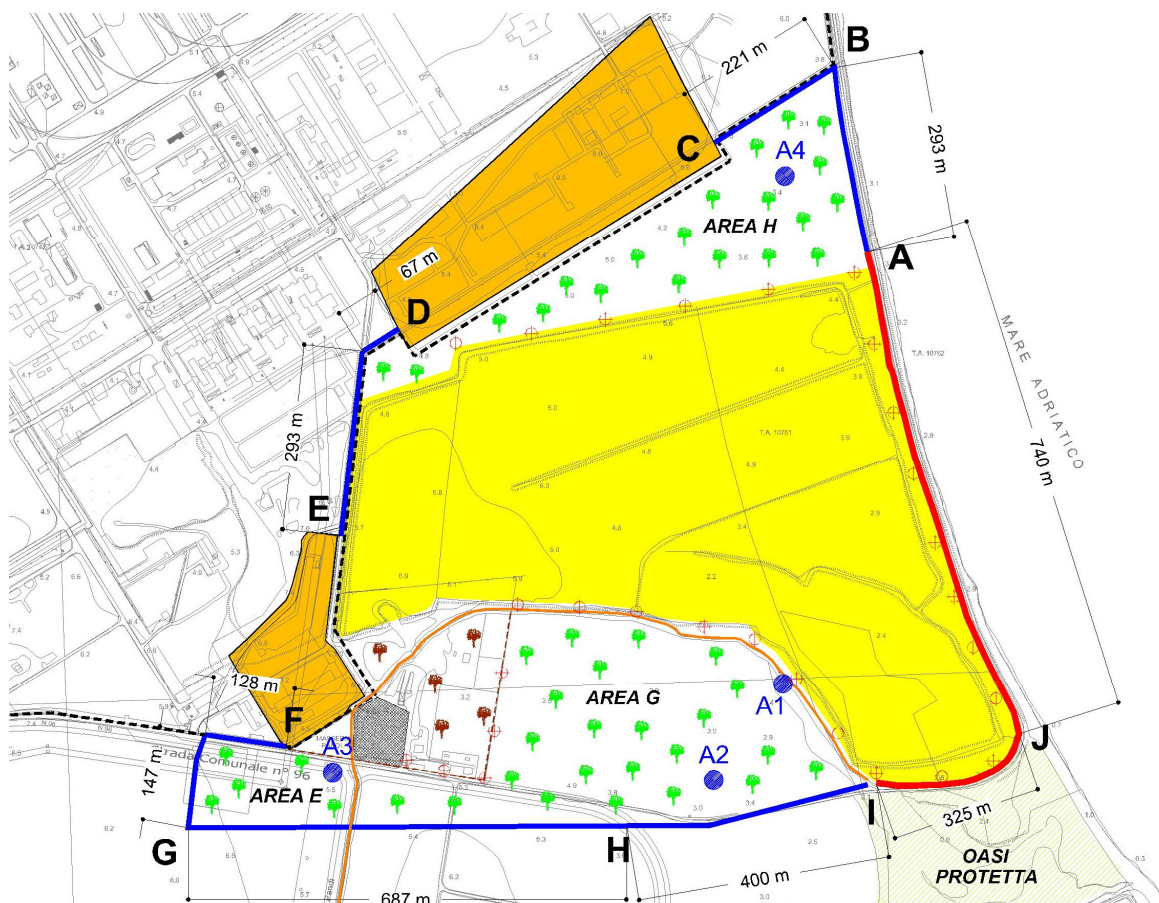


Figura 3.8. Sussivisione in tratti della cinturazione fisica

I tratti DC e EF sono già stati oggetto di intervento di MISP, come previsto dal Progetto di Bonifica, approvato dal Comune di Brindisi nel 1999 (Deliberazione di Giunta n. 1840 del 29/12/99).

La progettazione della cinturazione fisica lungo i tratti IJ e JA, attualmente in corso, è a cura di SOGESID per conto del Comune di Brindisi.

La progettazione e la realizzazione degli interventi lungo i tratti AB-BC, DE, FG-GH e HI è a cura di syndial.

Lo sviluppo longitudinale complessivo dei tratti d'intervento Syndial è di circa 2.169 m.

Per maggiore approfondimento si rimanda al *"Progetto Operativo di Messa in Sicurezza Permanente di parte delle aree esterne Syndial"*.

Proposta indagini integrative

I dati attualmente disponibili estratti dalle stratigrafie di alcuni sondaggi eseguiti in prossimità del tracciato di progetto, non risultano sufficienti alla progettazione esecutiva del diaframma.

Sarà pertanto necessario eseguire preliminarmente indagini di approfondimento in asse al tracciato previsto, in merito alle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni direttamente interessati dalla realizzazione dell'opera.

A tale scopo è prevista l'esecuzione di:

- sondaggi a carotaggio continuo (minimo N. 12), spinti fino alla profondità di almeno 30 m da p.c., al fine di verificare localmente quota e potenza del possibile strato litoide e quota del tetto delle argille grigie-azzurre;
- prove penetrometriche dinamiche SPT, per la verifica di resistenza degli strati attraversati, da eseguirsi nei litotipi superficiali e profondi, nel corso delle perforazioni;
- profili sismici con metodologia MASW per la valutazione delle VS30;
- perforazioni attrezzate con DACTEST (N. 12) per diagrafie continue dell'energia specifica di perforazione.

Gestione delle interferenze

Propedeutica alla progettazione esecutiva è l'analisi dettagliata di sito in relazione alla gestione delle problematiche legate alla presenza di eventuali interferenze. Di seguito si enumerano, in via preliminare e non esaustiva, alcune tipologie di interferenze visibili fuori terra:

- interferenze con strade di servizio;
- interferenze con viabilità pubblica;
- interferenze con cavi medio/alta tensione.

L'eventuale presenza di sottoservizi sarà verificata in fase di progettazione esecutiva con le opportune tecniche di rilievo.

Realizzazione del diaframma

Come già accennato, la cinturazione fisica prevista è un diaframma plastico composito (con telo HDPE) di spessore 80 cm.

Preventivamente alla esecuzione delle singole tratte, saranno svolte prove di qualificazione dei materiali e campi prova in scala reale per la verifica delle modalità operative in relazione allo scavo, alla posa del telo e al raggiungimento dei valori di permeabilità richiesti (< 10⁻¹⁰ m/s).

Il presente paragrafo descrive sinteticamente le procedure esecutive per la realizzazione del diaframma composito; per maggiori approfondimenti si rimanda al *"Progetto Operativo di Messa in Sicurezza Permanente di parte delle aree esterne Syndial"*.

La costruzione del diaframma plastico composito prevede le seguenti fasi operative:

1. realizzazione di una coppia di corree di guida in cls ("muretti guida") con scavo a sezione obbligatoria tramite escavatore a benna rovescia;
2. scavo del diaframma mediante idonea attrezzatura (benna idraulica mordente negli strati più teneri, idrofresa/CSM/scalpelli/fori di alleggerimento in eventuali strati lapidei), con fango bentonitico a sostegno delle pareti di scavo;
3. al raggiungimento del fondo scavo, sostituzione della miscela bentonitica con miscela plastica autoindurente costituita da acqua/cemento/bentonite ed eventuali additivi; la miscela autoindurente, una volta maturata, dovrà garantire una permeabilità inferiore a 1×10^{-10} m/s;
4. posa in opera all'interno della trincea di fango autoindurente, tramite telaio o rullo, dei teli impermeabili in HDPE dello spessore di 2 mm e provvisti di giunti a tenuta;
5. sospensione del telo a circa 50 cm al di sopra del p.c.;
6. ripetizione delle operazioni dalla 2. alla 5. con sovrapposizione del telo tramite giunti labirintici;
7. protezione della testa del diaframma plastico mediante un tappo in cls dello spessore di almeno 30 cm (tale fase è prevista solo quando la miscela ha raggiunto il giusto tempo di maturazione).

Di seguito sono inserite alcune immagini relative alle varie fasi operative di cui sopra.



Figura 3.9. Realizzazione delle corree in calcestruzzo



Figura 3.10. Scavo con benna mordente



Figura 3.11. Scavo con idrofresa



Figura 3.12. Messa in opera del telo HDPE

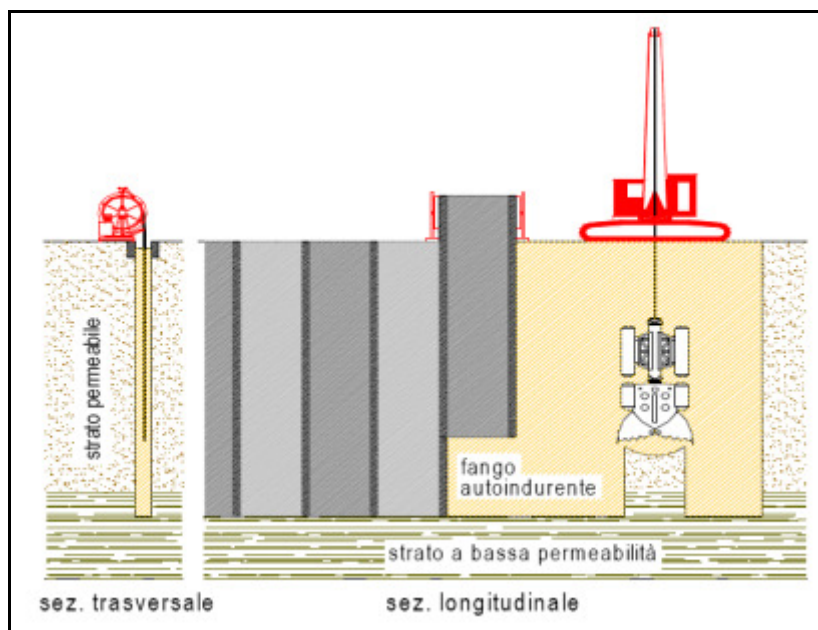


Figura 3.13. Schema di esecuzione del diaframma composito

Il prospetto tipologico del diaframma è riportato in Allegato 4.

Fase di cantiere

Le attività di realizzazione delle opere di confinamento fisico avranno una durata di circa 450 giorni.

Il cantiere si svilupperà via via lungo il tracciato di scavo previsto.

Le aree di cantiere saranno suddivise in Aree Logistiche, adibite a uffici, deposito attrezzature, servizi igienici e parcheggio autoveicoli, e in Aree Operative, adibite agli impianti di confezionamento fango e miscela plastica e al parcheggio mezzi operativi.

Per l'esecuzione delle attività si prevede di utilizzare contemporaneamente n.2 escavatori, n.4 gru, n.4 camion, n.4 dumper e n.2 sonde di perforazione.

La viabilità di progetto prevista sfrutterà le strade poderali secondarie presenti attorno alle aree di cantiere, saranno inoltre realizzate piste di servizio per consentire il transito delle macchine operatrici e degli automezzi.

3.3 Riutilizzo del terreno scavato

Come già descritto al §3.2.1, il terreno scavato per la realizzazione del nuovo tratto del canale Pandi e del canale di gronda sarà utilizzato nell'ambito del cantiere, in particolare per il riempimento a seguito della posa dei teli impermeabili e anti erosivi, per la formazione degli argini nonché per il tombamento del tratto dismesso di canale Pandi.

La caratterizzazione dei terreni escavati sarà effettuata applicando il protocollo analitico approvato in sede di Conferenza dei Servizi decisoria del 13/3/06 e del 19/10/06 per la caratterizzazione delle aree esterne allo stabilimento di Brindisi.

I terreni eccedenti dalle suddette operazioni insieme ai terreni prodotti dallo scavo del diaframma (laddove non potranno essere riutilizzati nel completamento delle opere stesse) contribuiranno a costituire i volumi necessari per la risagomatura dell'area Micorosa.

All'atto dello scavo, il terreno sarà depositato in aree preventivamente predisposte, per essere movimentato definitivamente secondo un piano programmatico di deposizione e riutilizzo.

Tale piano sarà sviluppato in dettaglio nella progettazione esecutiva.

Anche il materiale proveniente dal dissabbiatore dell'impianto di produzione fanghi, una volta disidratato nei depositi temporanei, sarà riutilizzato all'interno dell'area cinturata

La classificazione granulometrica e i controlli sulla qualità chimica del terreno in oggetto saranno predisposti in modo da effettuare le opportune verifiche di conformità su cumuli di volumetria idonea a rappresentarne la qualità.

4 PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO

Si riporta di seguito il piano di monitoraggio degli interventi finalizzato alla verifica della efficacia in termini prestazionali delle opere realizzate.

4.1 Opere di ingegneria forestale

Al fine di controllare nel tempo l'adeguamento del livello di falda all'azione di suzione delle piante attraverso il loro apparato radicale, saranno realizzati n. 5 piezometri all'interno dell'area cinturata.

Monitoraggi

- Rilievo piezometrico con cadenza semestrale.

Controlli ed interventi di manutenzione

Nei primi cinque anni dell'impianto sono previsti dei risarcimenti, ovvero delle integrazioni di piante morte o deformate. Successivamente a questo periodo non sarà più conveniente sostituire eventuali fallanze in quanto l'accrescimento delle piante sarà tale da generare una competitività verso le nuove piante che difficilmente riuscirebbero a crescere rigogliose.

Nel primo e secondo anno successivo all'impianto sono previste tre ripuliture dell'area (Maggio, Luglio e Settembre). La ripulitura consisterà nel trinciare la vegetazione spontanea per una fascia di circa 1,5-2 m lungo la fila, mentre nell'interfila sia dove sono stati piantumati gli arbusti sia le piante incolte non verrà eseguita alcuna lavorazione.

Tra il terzo e il decimo anno si prevede di ridurre a due le ripuliture rispettivamente a Maggio e Settembre. Mentre dopo il decimo anno le piante dovrebbero creare una competizione tale da non rendere più necessarie le ripuliture, tuttavia si potrebbe ipotizzare di effettuare una ripulitura nel mese di Giugno.

Se gli arbusti messi a dimora nelle interfile o la vegetazione spontanea dovessero creare competizione alle piante principali si provvederà a trinciare tutto lo spazio interfila. Questa operazione però sarà valutata nel momento in cui gli arbusti dovessero recare danno.

Nei primi tre anni se le condizioni climatiche lo rendessero necessario sono da prevedere delle irrigazioni di soccorso.

Nei primi cinque anni si dovranno eseguire sulle specie principali le potature di formazione, che dovranno garantire il mantenimento della dominanza apicale. L'innalzamento della chioma negli anni successivi dovrebbe essere garantito dalla competizione che si viene a creare tra i soggetti allevati.

La composizione specifica varia e la buona preparazione del terreno, dovrebbero limitare l'insorgenza di patologie o l'attacco di insetti. Nel momento in cui si verificassero delle patologie si interverrà tempestivamente con prodotti specifici.

Tabella 4.1. Piano decennale di intervento

Piano decennale di manutenzione				
Anno	Potatura	Irrigazione	Ripulitura	Risarcimenti
I	Di formazione	Di soccorso	Maggio - Luglio - Settembre	Se necessari
II	Di formazione	Di soccorso	Maggio - Luglio - Settembre	Se necessari
III	Di formazione	Di soccorso	Maggio - Settembre	Se necessari
IV	Di formazione	-	Maggio - Settembre	Se necessari
V	Di formazione	-	Maggio - Settembre	Se necessari
VI - X	-	-	Maggio - Settembre	-

4.2 Opere di confinamento fisico

Saranno eseguiti monitoraggi dei livelli piezometrici all'interno/all'esterno del confinamento fisico finalizzati a verificare il raggiungimento degli obiettivi progettuali, cioè il confinamento delle contaminazioni e la messa in sicurezza del sito.

E' prevista l'installazione di coppie di piezometri (uno interno, l'altro esterno al confinamento) che consentano, attraverso la misura dei livelli piezometrici con cadenza semestrale, la verifica della disconnessione idraulica operata dal confinamento.

Le coppie di piezometri di cui sopra consentiranno di rilevare i livelli piezometrici e controllare l'esistenza di un gradiente idraulico positivo (i livelli all'interno della barriera devono essere inferiori a quelli misurati esternamente), il cui mantenimento costituisce un elemento di sicurezza in relazione ad un'eventuale propagazione della contaminazione in direzione laterale rispetto alla barriera.

I piezometri saranno intestati di circa 0,5 m nel livello impermeabile delle argille di base.

5 PIANO TEMPORALE DEGLI INTERVENTI

Il Progetto di MISP, successivamente all'approvazione, prevede per l'esecuzione delle attività in oggetto, circa 3 anni solari di lavoro. Le tempistiche complessive sono riportate in Tabella 5.1.

Al fine di ottimizzare i tempi di esecuzione, come riportato in Tabella 5.2, alcuni interventi potranno essere svolti in contemporanea per differenti aree di lavoro.

Tutte le attività saranno realizzate senza soluzione di continuità ad eccezione delle opere di ingegneria forestale per le quali si prevedono gli impianti in 3 anni successivi, nel periodo precedente le ripresa vegetativa (tardo inverno).

Tabella 5.1. Stima dei giorni solari di lavoro suddivisi per singolo intervento

Attività		Durata
A	Procurement, Permitting e Progettazione esecutiva	360 gg
B1	Riqualificazione ambientale del canale Pandi	270 gg
B2	Opere d'ingegneria forestale	270 gg
B3	Opere di regimentazione delle acque di falda	330 gg
B4	Opere di confinamento fisico	450 gg
C	Collaudo delle opere	540 gg

Tabella 5.2. Rappresentazione grafica del piano temporale degli interventi su base semestrale

FASE	DESCRIZIONE	SEMESTRE	1	2	3	4	5	6
A	Procurement, Permitting e Progettazione esecutiva*							
A1	Procurement, Indagini propedeutiche e progettazione esecutiva							
A2	Permitting							
B	Attività esecutive opere di MISP							
B1	Riqualificazione ambientale del canale Pandi*							
B2	Opere d'ingegneria forestale							
B3	Opere di regimazione delle acque di falda (pozzi ed interconnecting)							
B4	Opere di confinamento fisico							
C	Collaudo delle opere							

● L'avvio delle attività di procurement, permitting e progettazione esecutiva sono subordinate all'approvazione del Progetto Operativo di MISP da parte delle Autorità di Controllo.

* L'avvio delle attività esecutive di riqualificazione ambientale del Canale Pandi sono subordinate all'approvazione da parte delle Autorità del relativo Studio di Impatto Ambientale.

ALLEGATI

Allegato 1 Profilo longitudinale del canale in progetto

Allegato 2 Sezioni tipo del canale in progetto

Allegato 3 Opere di ingegneria forestale

Allegato 4 Prospetto tipologico del diaframma