

AFFIDAMENTO DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA E DELL'ESECUZIONE DEI LAVORI DEL I STRALCIO DELL'INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA E BONIFICA DELLA FALDA IN AREA EX YARD BELLELI, FUNZIONALE ALLA REALIZZAZIONE DELLA CASSA DI COLMATA C.D. "AMPLIAMENTO V SPORGENTE".

AFFIDATARIO: **FINALCA Ingegneria S.r.l (progettista indicato dall'ATI aggiudicataria)**

COMMITTENTE: **Regione Puglia - SOGESID S.p.A**

LUOGO DI ESECUZIONE: **Taranto**

IMPORTO LAVORI: **€ 11.833.216,43**

ANNO: **2016**

LIVELLO DI PROGETTAZIONE: **Progetto Esecutivo**

CLASSI E CATEGORIE RELATIVE AL SERVIZIO	
S.05	€ 9.176.516,97
IB.07	€ 2.109.300,56
P03	€ 547.389,95

DATI DI PROGETTO	
AREA DI INTERVENTO	36 ha
SISTEMA DI MARGINAMENTO	20.817,75 m ² (1.313 ml)
COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ	$K < 1 \times 10^{-9}$ m/s
ESTENSIONE TRINCEA DRENANTE	272,5 ml
PROFONDITA'DIAFRAMMA	- 9,0 m/– 21,0 m
AREA DI STOCCAGGIO	2000 m ³
POTENZIALITA' IMPIANTO TAF	60 m ³ /h
MONITORAGGIO DELLA FALDA	19 piezometri

Il progetto costituisce il I° stralcio di un intervento più ampio per la bonifica e messa in sicurezza della falda superficiale dell'area ex Yard Belleli di Taranto (**circa 36 ha di estensione superficiale**). Detta area è stata utilizzata dall'acciaieria ITALSIDER per il deposito di scarti di lavorazione di altoforno ed era altresì attraversata dallo scarico delle acque di processo; successivamente, è stato creato, da parte di Italsider, un nuovo canale di scarico di tali acque di processo, mentre l'area è stata colmata e poi data in concessione all'impresa Belleli per l'installazione degli impianti industriali per la produzione di attrezzature per piattaforme *off-shore*.

L'esecuzione di messa in sicurezza e bonifica della falda dell'area "ex Yard Belleli" si inserisce negli interventi di attuazione del PRP del Porto di Taranto come propedeutica alla realizzazione della cassa di colmata di ampliamento del c.d. "Ampliamento del V Sporgente". L'intervento progettato ha come scopo principale quello di evitare che le acque di falda si riversino in mare dopo essersi "arricchite" delle sostanze contaminanti presenti nei suoli della colmata; l'obiettivo è raggiunto, in estrema sintesi, con la cinturazione fisica dell'area, la captazione delle acque di falda ed il loro trattamento mediante apposito impianto di depurazione (TAF) prima dello scarico in mare. In dettaglio, gli interventi oggetto del Progetto Esecutivo, prevedono la realizzazione delle opere di seguito riassunte:

- **marginamento dell'area mediante l'esecuzione di un diaframma impermeabile con "tecnologia composita PSP"**, realizzato con palancole metalliche tipo AZ 14-770 o Hoesch 1707, con giunto impermeabile (con $K \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s tipo Wadit o similare) vibroinfisse nel terreno, **previa realizzazione di prefori di alleggerimento. Il diaframma** inferiormente si intesta nella formazione delle argille sottostanti, in grado di garantire con continuità un sistema di marginamento necessario per intercettare le acque di falda che, naturalmente, defluiscono a mare; la barriera fisica è posizionata lungo tutto il fronte "**Lato Mare**" (Sud Ovest), per una lunghezza di 789 m, e si estende a due tratti di risvolto laterali (lato Nord Ovest "**Laminati ILVA**" per una lunghezza di 100 m e lato Sud Est "**canale ILVA**" per uno sviluppo di 406 m); il barrieramento impermeabile si attesta fino al substrato argilloso presente al di sotto dell'area ad **una profondità variabile tra i -9,0 m ed i -21,0 m** dal piano campagna;

- **trincea drenante sul lato di Nord Ovest per uno sviluppo di 272,5 ml, con tubo dreno posto a quota a – 1,0 m s.l.m.m., e stazione di sollevamento delle acque drenate:** la trincea è stata progettata per poter drenare la falda senza che la stessa sia interessata da significativi fenomeni di rigurgito verso monte o depressioni che possano determinare richiamo di acqua di mare;
- **impianto di Trattamento delle Acque di Falda (TAF),** captate dalla trincea drenante, realizzato su due linee di pari potenzialità **da 30 m³/ora (totale 60 m³/ora)**, con recapito dell'effluente a mare;
- **area di stoccaggio temporaneo per la gestione dei materiali provenienti dalle operazioni di scavo e rinterro, di eventuale stoccaggio di materiali non riutilizzabili in cantiere ovvero di rifiuti speciali,** costituito da due piazzole opportunamente sagomate, delle di dimensioni in pianta di 28 x 16 m, con una potenzialità di abbancamento di circa 1.000 m³ ciascuna, inclusi il box di controllo, l'area lavaggio ruote camion ed il sistema di pesatura degli stessi;
- **realizzazione dell'impianto elettrico di alimentazione esterna e di distribuzione interna all'area in progetto** al fine di garantire l'alimentazione dell'impianto di trattamento delle acque di falda, dell'impianto di sollevamento acque di falda e dell'illuminazione delle strade e piazzali;
- **realizzazione di un edificio prefabbricato a servizio dell'impianto di trattamento e di stoccaggio** per utilizzo da parte del personale preposto alla sorveglianza ed alla manutenzione dell'impianto, dotato di sala controllo, servizi igienici e spogliatoi, acqua potabile ed alimentazione elettrica, deposito materiali e locale deposito campioni;
- **realizzazione di una viabilità interna di servizio agli impianti in modo da garantire un unico senso di manovra** (ingresso lato SS Ionica e uscita lato canale scarico ILVA) con relativo controllo degli automezzi in uscita (vasca di lavaggio pneumatici e box di controllo);
- **recupero degli idrocarburi surnatanti in fase libera flottanti sulla falda (per una quantità stimata di 50 m³)** nelle 2 aree depresse del ex canale Italsider mediante l'equipaggiamento di tre pozzi esistenti con 2 skimmer attivi pneumatici ed 1 passivo;
- **realizzazione di un sistema di monitoraggio della falda,** costituito da **19 piezometri** dei quali 7 per la verifica in continuo della qualità e livelli della falda esistente.

ATTIVITÀ PRELIMINARI E STUDI PROPEDEUTICI AL PROGETTO ESECUTIVO

Preliminarmente alla redazione del Progetto Esecutivo sono state effettuate una serie di attività preparatorie all'esecuzione del lavoro, ciascuna con degli obiettivi ben definiti, che di seguito si elencano:

- per integrare i dati contenuti nel progetto definitivo posto a base di gara, sono stati eseguiti **n. 15 sondaggi geognostici integrativi** volti principalmente alla definizione delle quote di rinvenimento, lungo l'asse della cinturazione, del fondo dello strato di origine antropica (colmata di riporto) e del tetto delle argille limose impermeabili (substrato impermeabile);
- in conformità con le raccomandazioni della Direzione Generale per la Tutela del Territorio e delle Risorse Idriche del MATTM, è stato realizzato un **doppio campo prove** al fine di **testare in campo e su scala reale la permeabilità del sistema di marginamento della falda;** tali test di permeabilità sono stati, quindi, eseguiti su n. 2 "scatole" confinate, realizzate una con diaframma plastico con tecnica *CSM (Cutter Soil Mixing)* e l'altra con palancole metalliche impermeabili con tecnica composita **PSP (Pre-drilling Sheet Piling)**, successivamente attrezzate con pozzi di pompaggio, piezometri, etc.;
- in conformità alle prescrizioni della Conferenza di Servizi decisoria del 23/06/2010 così come approvate dal MATTM con Decreto Dirigenziale prot. n. 408/TRI/B del 24/06/2010, sono stati effettuati, con il supporto della società spin off del Politecnico di Bari (T&A srl) specifici **test di trattabilità sulle acque di falda** prelevate in sito, al **fine di ottimizzare il processo di trattamento ed attualizzarlo alle caratteristiche odierne delle acque da trattare.**

In base agli esiti degli studi preliminari alla progettazione è emerso che il diaframma realizzato con *“tecnologia composita PSP”*, con prefiori di alleggerimento garantisce un coefficiente di permeabilità medio dell'intero sistema di $K = 10^{-10}$ m/s (di un ordine di grandezza inferiore al minimo richiesto di $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s): ovvero il sistema è risultato idoneo al raggiungimento degli obiettivi progettuali con un ampio margine di sicurezza. Pertanto nel progetto esecutivo si è **previsto di realizzare il diaframma impermeabile interamente eseguito con *“tecnologia composita PSP”***, per l'intera conterminazione della falda così da garantire in modo omogeneo, lungo l'intero sviluppo e senza alcuna discontinuità, il rispetto delle ***“performance”* ambientali richieste dal progetto, relative alla *capacità di conterminazione*.**

MARGINAMENTO DELL'AREA MEDIANTE L'ESECUZIONE DI UN DIAFRAMMA IMPERMEABILE CON *“TECNOLOGIA COMPOSITA PSP”*

Nel progetto esecutivo si è, quindi, deciso di realizzare un diaframma impermeabile eseguito con *“tecnologia composita PSP”*, con prefiori di alleggerimento, lungo il lato laminati ILVA per uno **sviluppo di 100 ml**, lungo il lato mare per uno **sviluppo di 789 ml** e lungo il lato Canale Ilva **per uno sviluppo di 406 ml**. In considerazione delle diverse profondità cui è necessario intestarsi in funzione delle quote di rinvenimento del substrato impermeabile, si ha che il diaframma in questione avrà una superficie complessiva di **circa 20.817,75 m²**.

TRINCEA DRENANTE LATO LAMINATI ILVA

In coerenza con quanto indicato nel progetto definitivo è stata prevista la **realizzazione di una trincea drenante** lungo il lato Nord-Ovest dell'area *“ex Yard Belleli”*. La trincea si sviluppa per una **lunghezza complessiva di circa 272,5 metri** ed è costituita da un **tubazione microfessurata DN 315 mm** posata ad una quota media pari a -1,00 m s.l.m.m. individuata quale ottimale **a seguito delle risultanze dello studio sul modello di flusso della falda**. La trincea termina in una stazione di sollevamento delle acque drenate, con quota di attacco dei gruppi di pompaggio regolabile da telecontrollo.

Al fine di favorire la captazione delle acque di falda, si è selezionato un opportuno pacchetto drenante, costituito da: uno strato di materiale arido selezionato (rinfiacco della tubazione microfessurata) racchiuso in un geotessuto 200 g/mq che separa dallo strato di ricoprimento ed evita la migrazione di materiali estranei; uno strato di materiale di ricoprimento (ricoprimento con materiale esistente nell'ambito del cantiere ovvero di cava);.

Per quanto concerne la **portata di emungimento della trincea**, è stata ricavata attraverso di un'analisi di sensitività in funzione del modello di simulazione del moto della falda integrato con misure dirette ai piezometri. Il valore così ottenuto è risultato dell'ordine di 850 m³/d, pari a 35 m³/h. Cautelativamente, anche in modo tale da permettere una corretta funzionalità dell'impianto TAF, è stato considerato un valore di progetto più elevato, non inferiore ai 1200 m³/d (ovvero 50 m³/h), tenendo conto, in questo modo, di eventi estremi e, pertanto, non adeguatamente *“modellizzabili”*. La trincea drenante permette di convogliarle per gravità le acque di falda all'interno di una stazione di sollevamento ubicata all'estremità nord della trincea, mediante la quale le acque verranno pompate all'impianto TAF.

IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUE DI FALDA (TAF)

Il progetto prevede il trattamento con impianto TAF delle acque di falda opportunamente dimensionato per garantire un effluente conforme ai limiti per lo scarico in acque superficiali secondo quanto previsto dalla normativa vigente (*Tabella 3, Allegato 5, Parte III, D.Lgs 152/06 e s.m.i.*). L'impianto è stato progettato in maniera tale da ottenere i seguenti vantaggi in termini di incremento delle prestazioni:

- ***maggior durabilità delle unità che lo compongono nei confronti delle usure e delle aggressioni dovute alle acque salmastre;***
- ***costi di gestione minori (consumo e costo dei reagenti impiegati);***
- ***costi di manutenzione ordinaria e straordinaria minori.***

La linea di trattamento dell'impianto TAF progettato prevede le seguenti unità, suddivise in "linea Acque" e "Linea Fanghi":

LINEA ACQUE

Bacino di accumulo iniziale: Il volume di stoccaggio iniziale è stato scelto in modo da far fronte all'eventuale fuori servizio dell'impianto per 6 ore, ritenuto sufficiente per riparare malfunzionamenti che possono inibire l'andamento di entrambe le linee di processo; in virtù della volumetria di stoccaggio adottata, il bacino iniziale assolverà anche la fondamentale funzione di equalizzazione delle portate in arrivo che, per la natura dell'acquifero interessato, potranno presentare significative variabilità nel corso dell'anno. **Il volume del serbatoio è, dunque, di 300 mc, con dimensioni nette 14x7x3 m ed una altezza H=3.5 m.** Le linee di trattamento potranno operare ordinariamente con una in stand-by ed una in esercizio; **in caso di pieno carico idraulico a 60 m³/h, la portata potrà essere suddivisa su ciascuna linea da 30 m³/h, garantendo tempi di contatto e cinetiche di abbattimento adeguate.**

Fase di coagulazione: dal bacino di accumulo, a gravità, l'acqua defluisce verso la fase di coagulazione, realizzata in una vasca in c.a. di **dimensioni 5,50 x 5,50 m.** All'interno di tale vasca, **sono installati due bacini di coagulazione, uno per ciascuna linea, delle dimensioni 1,3 x 1,3 x 1 m, in acciaio aisi 304,** dotati di agitatore rapido, all'interno delle quali avverrà il mescolamento tra influente e reagente di coagulazione, nello specifico il policloruro di alluminio (PAC); per il dimensionamento della fase si è adottato un tempo di contatto (tempo di detenzione idraulica) pari ad 1 minuto. Parallelamente alla aggiunta del coagulante, nei bacini in parola è previsto avvenga anche il dosaggio di acido cloridrico (HCl) necessario alla correzione del pH dal valore in ingresso >10 fino a valori neutri. **Il dosaggio dell'HCl, così come quello del PAC, avverrà attraverso 3 pompe dosatrici (una per linea più una in stand-by al servizio) a loro volta alimentate da un serbatoio di stoccaggio in polietilene rinforzato in fibre di vetro (PRFV).** Le capacità dei serbatoi di stoccaggio sono state determinate in maniera tale da garantire una riserva settimanale di reattivi. A valle della fase di neutralizzazione/coagulazione **sono installate n° 3 pompe monoblocco ad asse orizzontale, una per ogni linea, più una di stand-by. Ciascuna pompa avrà una portata Q=30 m³/h e una prevalenza di 0,5 bar,** tale da assicurare la corretta alimentazione della successiva fase di flocculazione.

Flocculazione : ottenuta la coagulazione preliminare grazie al dosaggio di PAC (nel *range* ottimale di pH), si prevede il dosaggio dell'agente flocculante. Per l'ottimizzazione del processo si è fatto ricorso ad opportune prove di laboratorio. Si è stabilito l'utilizzo di **n° 2 (uno per linea di processo) bacini di flocculazione, in acciaio aisi 304 e del volume di 25.000 litri;** ciascun bacino è separato internamente in due parti, per ognuna delle parti è prevista **l'installazione di un agitatore lento della potenza ciascuno di 2,2 kW.** Il tempo di ritenzione adottato per la fase è di circa 20 minuti. All'interno dei bacini di flocculazione, tramite elettropompa dosatrice verrà aggiunto il polielettrolita anionico, risultato idoneo nel corso dei test di laboratorio. Il bacino prescelto si presenta in container chiuso, in grado di sopportare i carichi dinamici dovuti all'agitatore e un sovraccarico di 250 Kg/mq per tenere in conto la presenza di eventuali operatori, in occasione di manutenzione.

Flottazione : Le acque effluenti dal bacino di flocculazione, per gravità, mediante idonea tubazione di collegamento, giungeranno nel bacino di flottazione. **Le vasche di flottazione – in numero di una per linea di trattamento - sono completamente realizzate in acciaio aisi 304 ed hanno uno sviluppo pari a 8,0 x 2,45 x 2,3 m.** Ogni vasca è funzionalmente suddivisa in tre comparti (Vasca di saturazione, Tramoggia di raccolta del materiale flottato, Vasca di accumulo e scarico dell'acqua chiarificata) ma realizzata in un unico blocco. L'effluente del flottatore raggiunge il bacino di ossidazione.

Al fine di limitare i consumi energetici connessi agli impianti di pompaggio e per semplificare la gestione e manutenzione dell'impianto nel suo complesso, si è previsto il collegamento a gravità tra la fase di flocculazione e quella di ossidazione; l'evacuazione dei fanghi prodotti in flottazione avviene mediante apposite pompe di rilancio verso la successiva fase di trattamento (linea fanghi) consistente nell'ispessimento.

Bacino di ossidazione: Per la realizzazione del bacino di ossidazione si è optato per l'impiego di una vasca metallica delle dimensioni in **pianta 2,5 x 2,5 m ed un'altezza utile 2,0 m** (altezza totale del bacino 2,40 m); il bacino in parola è dotato di agitatore per consentire il contatto tra il **reagente ossidante NaOCl e l'acqua**. Il dosaggio del reagente sarà garantito da apposite pompe dosatrici. Al fine di garantire lo stoccaggio di una quantitativo di reagente tale da coprire almeno il consumo settimanale dell'impianto, si è proposto un **serbatoio di stoccaggio NaOCl in PRFV di circa 10 m³**. All'interno della stessa vasca in c.a. di contenimento del bacino di ossidazione, **sono alloggiati le n° 3 pompe ad asse orizzontale, una per ogni linea più una di stand-by**, necessarie al rilancio dell'effluente dell'ossidazione verso i filtri a Carboni Attivi (GAC).

Filtrazione: si è previsto di installare n° 3 filtri a carbone attivo, di cui n° 2 in esercizio e uno con funzione di riserva, quest'ultimo utilizzato durante la fase di controlavaggio di ciascuno dei due in esercizio ordinario. **La portata di acqua in ingresso alla filtrazione sarà pari a 50+10 = 60 m³/h**, tenendo conto dell'acqua pressurizzata di ricircolo dal serbatoio di stoccaggio finale ai due flottatori ad aria indotta. È prevista la possibilità funzionale che possano essere in esercizio **tutti e tre i filtri con portata ciascuno di 20 m³/h**.

Lavaggio filtri GAC: Le acque filtrate saranno scaricate a gravità in un unico bacino acque filtrate, in calcestruzzo (completamente fuori terra) di dimensioni 5,30x4x2,20 m, con battente massimo $h_u = 2,20$. Da tale bacino aspireranno le pompe di controlavaggio dei filtri. I filtri a carboni attivi saranno lavati secondo la seguente sequenza: 1) *Svuotamento filtro: abbassamento livello idrico per circa 2 minuti*; 2) *Lavaggio con acqua: lavaggio con acqua per 10 minuti $Q = 100 \text{ mc/h}$ $H = 2,5 \text{ bar}$*

LINEA FANGHI

Ispezzitore: La portata di fango in uscita dal flottatore è stata valutata in circa **3,0 m³/d**. L'estrazione è realizzata mediante pompe monovite. Tali pompe adducono il fango ad un **ispezzitore statico in PRFV di forma tronco-conica**, di diametro pari a 1200 mm, un'altezza totale pari a 3600 mm a cui corrisponde un volume di 2.65 m³.

Per la sicurezza della efficienza di ispessimento si è adottata un'unità di preparazione e dosaggio automatico di un flocculante. La concentrazione della soluzione di flocculante si può settare in un intervallo variabile tra 0.1% e 0.3% in peso. La portata nominale del sistema è di 100 lt/h, potenza installata 0.54 kW, per il dosaggio sono previste n° 2 pompe dosatrici, una in funzione e l'altra in stand-by.

Filtropressa a piastre: la fase successiva, rappresentata da una sezione di disidratazione meccanica, ha lo scopo di aumentare il tenore in secco dei fanghi portandolo dal 4% in uscita dall'ispezzitore al valore minimo del 25% per lo smaltimento in discarica, ai sensi del vigente D.M. 3 agosto 2005. La filtropressa a piastre è una tecnologia affidabile e consolidata per installazioni similari. Si è scelto un funzionamento per 1 ore/d della disidratazione in considerazione del fatto che la portata di fanghi prevista è decisamente bassa e, quindi, si è optato per la taglia di filtropressa tra le più piccole in commercio, con **portata nominale di 1 mc/h**. Nel caso di produzione maggiore di fanghi, sarà possibile aumentare sia il tasso di evacuazione fanghi dall'ispezzitore, che le ore di funzionamento della filtropressa. I fanghi pompanti dall'ispezzitore vengono miscelati in linea con un polielettrolita necessario al condizionamento del fango. La portata di fango disidratato al 25% in uscita dall'impianto è stimabile in circa 0.15 m³/d (0.2 t/d alla densità di 1,25 t/m³). L'acqua di sgrondo della filtropressa, così come il surnatante dell'ispezzitore, sarà ricircolata nel bacino di accumulo iniziale dell'impianto.

AREA DI STOCCAGGIO E GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DAGLI SCAVI

A fianco del piazzale dell'impianto di trattamento è ubicata **l'area di movimentazione, selezione, caratterizzazione e stoccaggio temporaneo dei materiali scavati**. L'area di stoccaggio è stata suddivisa in piazzole, che possono essere coperte con teli impermeabili, dotate di un sistema di drenaggio e sollevamento delle acque di percolazione che vengono inviate all'impianto di trattamento.