

| | | | | |
|--------------|---|---------------------------|-------------------------|--|
| Snamprogetti | CLIENTE Syndial e Società coinsediate | COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB | |
| | LOCALITA' Porto Marghera (VE) | SPC. 65-BD-E-94006 | | |
| | PROGETTO / IMPIANTO Progetto definitivo di bonifica della falda | Eg. 1 di 43 | Rev. | |
| | | | 1 | |
| | | | | |

Stabilimento Petrolchimico di Porto Marghera (VE)

**PROGETTO DEFINITIVO DI BONIFICA
DEL SITO SYNDIAL (DM 471/99)**

PROGETTO DEFINITIVO DI BONIFICA DELLA FALDA

Syndial e Società Coinsediate

VOLUME V

NUOVO PETROLCHIMICO

Specifica tecnica per l'esecuzione dei lavori e per i materiali utilizzati

| | | | | | |
|-------------|--------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| 1 | Emissione | Molinelli | Pieroni | D'Emilio | 11/10/05 |
| Rev. | Descrizione | Elaborato | Verificato | Approvato | Data |

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 2 di 43 | Rev. |
| | 1 |

INDICE

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | PREMESSA | 4 |
| 1.1 | SCOPO | 4 |
| 1.2 | GENERALITÀ | 4 |
| 1.3 | ACCETTAZIONE DEI LAVORI | 4 |
| 1.4 | PRESCRIZIONI DI CARATTERE GENERALE | 5 |
| 2 | MODALITA' DI ESECUZIONE DEI LAVORI | 6 |
| 2.1 | PREMESSA | 6 |
| 2.2 | SONDAGGI GEOGNOSTICI | 6 |
| 2.2.1 | NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 6 |
| 2.2.2 | ESECUZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE | 7 |
| 2.2.3 | PROVE DI LABORATORIO | 8 |
| 2.2.4 | PROVE IN SITO | 9 |
| 2.3 | INDAGINI PER LA MAPPATURA DEI SERVIZI E STRUTTURE INTERRATE | 10 |
| 2.3.1 | GENERALITÀ | 10 |
| 2.3.2 | SISTEMI RADAR | 10 |
| 2.4 | ESCAVAZIONI | 11 |
| 2.4.1 | MODALITÀ DI ESECUZIONE | 11 |
| 2.4.2 | MATERIALI DI RISULTA | 11 |
| 2.4.3 | CONTROLLI | 11 |
| 2.5 | DEMOLIZIONI | 12 |
| 2.5.1 | MODALITÀ DI ESECUZIONE | 12 |
| 2.5.2 | MATERIALI DI RISULTA | 12 |
| 2.6 | PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA PER L'INSTALLAZIONE DEL DRENO ORIZZONTALE | 13 |
| 2.6.1 | MODALITÀ DI ESECUZIONE | 13 |
| 2.6.1.1 | Posa in opera della prima colonna in acciaio (separazione acquiferi intercettati) | 13 |
| 2.6.1.2 | Realizzazione foro pilota | 13 |
| 2.6.1.3 | Aste di perforazione | 14 |
| 2.6.1.4 | Sistema di guida | 15 |
| 2.6.1.5 | Utensili di perforazione direzionabili | 15 |
| 2.6.1.6 | Fluidi di perforazione | 15 |
| 2.6.1.7 | Posa in opera della seconda colonna in acciaio (separazione acquiferi intercettati) | 16 |
| 2.6.1.8 | Alesatura | 16 |
| 2.6.1.9 | Assemblaggio colonna di varo | 17 |
| 2.6.1.10 | Tiro colonna di varo | 17 |
| 2.6.1.11 | Sfilamento del <i>casing</i> esterno | 18 |
| 2.6.1.12 | Cementazioni finali | 18 |
| 2.6.1.13 | Collaudo e messa a regime | 19 |
| 2.6.1.14 | Materiali di risulta | 19 |
| 2.6.2 | CONTROLLI | 20 |
| 2.6.2.1 | Prima dell'inizio dei lavori | 20 |
| 2.6.2.2 | Prima delle operazioni di perforazione | 20 |
| 2.6.2.3 | Durante le operazioni di trivellazione | 22 |
| 2.6.2.4 | A fine lavori | 22 |

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 3 di 43 | Rev. |
| | 1 |

| | |
|---|-----------|
| 2.7 DRENI VERTICALI | 24 |
| 2.7.1 MODALITÀ DI ESECUZIONE | 24 |
| 2.7.2 SPURGO DEL DRENO VERTICALE | 25 |
| 2.7.3 COLLAUDO E MESSA A REGIME DEL DRENO VERTICALE | 26 |
| 2.7.4 MATERIALI DI RISULTA | 27 |
| 2.8 RIPRISTINI DELLE AREE | 28 |
| 2.8.1 MODALITÀ DI ESECUZIONE | 28 |
| 2.8.2 MODALITÀ DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI | 29 |
| | |
| 3 SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI | 30 |
| | |
| 3.1 TUBAZIONI IN HDPE | 30 |
| 3.1.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 30 |
| 3.1.2 SALDATURE TUBI IN HDPE | 30 |
| 3.1.3 ACCETTAZIONE | 31 |
| 3.2 TUBAZIONI IN HDPE TIPO SCHUMACHER | 32 |
| 3.2.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 32 |
| 3.2.2 ACCETTAZIONE | 32 |
| 3.3 TUBAZIONI IN ACCIAIO | 33 |
| 3.3.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 33 |
| 3.3.2 ACCETTAZIONE | 33 |
| 3.4 MISCELE CEMENTO/BENTONITE | 34 |
| 3.4.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 34 |
| 3.4.2 DOSAGGI MISCELA BENTONITICA | 35 |
| 3.4.3 ACCETTAZIONE | 36 |
| 3.5 FLUIDI DI PERFORAZIONE PER REALIZZAZIONE DRENI ORIZZONTALI | 37 |
| 3.5.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 37 |
| 3.5.2 ACCETTAZIONE | 37 |
| 3.6 MANUFATTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO ED IN C.A. | 38 |
| 3.6.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ED ACCETTAZIONE | 38 |
| 3.6.2 ACCETTAZIONE | 38 |
| 3.7 CHIUSINI IN GHISA SFEROIDALE | 39 |
| 3.7.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 39 |
| 3.7.2 ACCETTAZIONE | 39 |
| 3.8 TELI IN LDPE | 40 |
| 3.8.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 40 |
| 3.8.2 MODALITÀ DI POSA IN OPERA E CONTROLLI SUI MATERIALI | 40 |
| 3.9 MATERIALE PER DRENAGGI | 42 |
| 3.9.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 42 |
| 3.9.2 ACCETTAZIONE | 42 |
| 3.10 FUNE IN ACCIAIO INOX PER LA POSA IN OPERA DELL'ELETTROPOMPA | 43 |
| 3.10.1 CARATTERISTICHE DEL MATERIALE E POSA IN OPERA | 43 |
| 3.10.2 ACCETTAZIONE | 43 |

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 4 di 43 | Rev. |
| | 1 |

1 PREMESSA

1.1 Scopo

Scopo della presente relazione è illustrare le modalità esecutive dei lavori e specificare le caratteristiche tecniche dei materiali da utilizzare nell'ambito della realizzazione degli interventi di cui in oggetto.

In particolare nel capitolo 2 si riportano le prescrizioni generali e le modalità esecutive dei lavori, mentre nel capitolo 3 si descrivono le caratteristiche tecniche e le modalità di posa in opera dei materiali da utilizzare.

Nella realizzazione delle opere ci si dovrà attenere alle seguenti prescrizioni, valide in linea generale, ma che potranno essere modificate e/o integrate dal Committente/Direzione Lavori, in base alle proposte dell'Appaltatore.

1.2 Generalità

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà sottoporre all'approvazione del Committente/Direzione Lavori tutti i materiali che intende utilizzare per la realizzazione delle opere; dovrà inoltre dimostrare la disponibilità dei quantitativi necessari, anche in relazione al programma di esecuzione dell'opera stessa.

In relazione alla qualità ed alle caratteristiche dei materiali utilizzati, per la loro accettazione, l'Appaltatore sarà obbligato a presentare in ogni tempo le prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché quelle di campioni prelevati in corso d'opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad un Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto.

L'Appaltatore sarà tenuto anche a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli Istituti stessi.

Tutte le attrezzature utilizzate dovranno avere le potenzialità adeguate all'entità del lavoro ed al programma di esecuzione ed essere preventivamente approvate dal Committente/Direzione Lavori

Tutte le attrezzature dovranno essere mantenute in perfetta efficienza per l'intero periodo di esecuzione dei lavori; l'Appaltatore è quindi tenuto ad assicurare la pronta disponibilità dei ricambi necessari per ovviare ad ogni inconveniente conseguenza di eventuali guasti e per garantire la continuità del lavoro.

1.3 Accettazione dei lavori

Il Committente effettua i controlli sui materiale approvvigionati ed esegue ispezioni e prove di controllo sull'ubicazione e sulle caratteristiche geometriche, meccaniche e fisiche dell'opera per verificare la conformità in riferimento alle prescrizioni di progetto.

In particolare, a meno di specifiche prescrizioni formulate nel corso dei lavori dal Committente, non vengono accettate opere che non siano realizzate con profilo rispondente agli elaborati di progetto.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 5 di 43 | Rev. |
| | 1 |

A completamento dei lavori, qualora dai controlli o dagli eventuali rilievi effettuati l'opera non dovesse risultare conforme alle prescrizioni progettuali o alle prescrizioni della presente specifica, il Committente, in relazione alla gravità delle difformità riscontrate, può:

- rifiutare l'opera quando le difformità siano tali da renderla inaccettabile. In questo caso l'Appaltatore sarà tenuto a demolire l'opera e a ricostruirla in conformità alle prescrizioni di progetto.
- richiedere interventi riparatori all'Appaltatore, che sarà tenuto ad eseguirli, se i difetti saranno ritenuti di poca entità e riparabili in breve tempo.

Entrambe queste attività saranno a carico dell'Appaltatore.

1.4 Prescrizioni di carattere generale

L'interruzione dei lavori deve essere eseguita, oltre che in sicurezza per gli operatori, anche in sicurezza per l'ambiente.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 6 di 43 | Rev. |
| | 1 |

2 MODALITA' DI ESECUZIONE DEI LAVORI

2.1 Premessa

Scopo della presente specifica è fornire le prescrizioni ed i controlli cui deve attenersi l'Appaltatore per l'esecuzione di:

- 6 dreni a sviluppo orizzontale;
- 9 dreni a sviluppo verticale.

Il sistema drenante lineare dovrà garantire una lunghezza orizzontale di ca. 40 m da porre in opera ad una profondità di ca. 13 m da p.c. (da verificare in funzione dei sondaggi geognostici propedeutici all'opera).

La proiezione lungo l'orizzontale del tracciato di progetto dovrà essere dell'ordine di 140 m, valutando attentamente la disponibilità degli spazi di cantiere.

Durante tutte le fasi di realizzazione dell'opera ed a lavori ultimati, dovrà essere garantita la separazione idraulica degli acquiferi attraversati dal sistema drenante.

Le caratteristiche litostratigrafiche ed idrogeologiche del terreno in sito, nonché i dati di progetto per le opere di drenaggio delle acque di prima falda, sono riportate nella "Relazione tecnico descrittiva". allegata, mentre, per l'ubicazione planimetrica delle postazioni drenanti, si rimanda alla **TAV.1 (DIS.65-BL-B-94504)** e **TAV 3 (DIS. 65-BL-B-94506)** allegate.

2.2 Sondaggi geognostici

2.2.1 Normativa e documenti di riferimento

Le indagini geognostiche e le relative prove di laboratorio, dovranno essere eseguite in conformità a quanto prescritto in:

- Associazione Geotecnica Italiana "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio" Gennaio 1994;
- Associazione Geotecnica Italiana "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" Giugno 1977;
- Ministero dei Lavori Pubblici D.M. 11.03.1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- Normative, raccomandazioni, standards nazionali ed internazionali relative all'esecuzione di prove di laboratorio ed in sito su terreni (ASTM, AASHTO, BS, CNR-UNI, etc.).

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 7 di 43 | Rev. |
| | 1 |

2.2.2 Esecuzione indagini geognostiche

Nelle aree di Stabilimento, dove è prevista la messa in opera delle postazioni drenanti, dovranno essere eseguiti dei sondaggi aggiuntivi e delle indagini atte alla caratterizzazione di dettaglio dei terreni da attraversare al fine di consentire sia il preciso posizionamento dell'opera da eseguire, sia le corrette modalità di posa.

Dai sondaggi aggiuntivi si ricaveranno informazioni più dettagliate riguardanti lo spessore e le caratteristiche idrologiche/geotecniche degli strati di terreno da attraversare nonché la probabilità di rinvenire eterogeneità o anomalie quali lenti di ghiaia, sedimenti localmente cementati, etc..

Lungo ogni tracciato orizzontale di progetto andranno effettuati un numero minimo di 4 sondaggi da realizzarsi:

- 1 in corrispondenza del tratto discendente della tubazione;
- 1 in corrispondenza del tratto ascendente della tubazione;
- 2 in corrispondenza del punto iniziale e finale del tratto orizzontale.

I 24 sondaggi saranno eseguiti a carotaggio continuo, a rotazione e a secco utilizzando carotiere $\varnothing=101$ mm e colonna di manovra $\varnothing=127$ mm.

Tutti i carotaggi saranno finalizzati al prelevamento di campioni di terreno, da inviare successivamente al laboratorio per le analisi geotecniche programmate.

In relazione a quanto emerso nel corso di indagini pregresse, si prevede che la perforazione possa venire spinta fino a max 15 m da p.c..

Ogni manovra del carotiere sarà non superiore a 1 m; le perforazioni verranno eseguite a bassa velocità, per evitare il riscaldamento dei materiali. Ad ogni manovra il carotiere sarà lavato con idropulitrice ad acqua e, nel caso di presenza di inquinamento organico, anche con l'utilizzo di solventi idonei. Qualora eccezionalmente si presentino problemi nella discesa del rivestimento, si farà uso di acqua potabile.

All'atto dell'estrazione le carote saranno opportunamente identificate (nome cantiere, data, numero sondaggio ed intervallo di perforazione corrispondente), descritte e fotografate a gruppi di 5 m.

Al termine delle indagini i sondaggi dovranno essere opportunamente cementati, lasciando il rivestimento in posto, iniettando una miscela ternaria composta da cemento, acqua e bentonite (rapporto bentonite/cemento=1/4) dal basso verso l'alto e procedendo al contemporaneo sfilamento del rivestimento.

Le miscele cemento-bentonite dovranno garantire un coefficiente di permeabilità dell'ordine di $1E-07$ cm/s a maturazione avvenuta.

E' preferibile utilizzare un cemento alla microsilice o alla loppa d'altoforno o, in qualsiasi caso, un cemento che garantisca ottime prestazioni in relazione al chimismo delle acque di falda e dei terreni.

Nel corso della perforazione verranno prelevati campioni di terreno su cui eseguire analisi di laboratorio geotecnico.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 8 di 43 | Rev. |
| | 1 |

In particolare si prevede di prelevare:

- 1 campione indisturbato (su due sondaggi per postazione, per un totale di 12 campioni) in corrispondenza del primo livello impermeabile;
- 1 campione indisturbato (su un sondaggio per postazione, per un totale di 6 campioni) in corrispondenza del livello impermeabile inferiore.

Il prelievo verrà eseguito mediante l'utilizzo di un campionatore a pareti sottili del tipo *Shelby* o *Osterberg*, da infiggere a pressione.

Immediatamente dopo il prelievo, i campioni indisturbati saranno sigillati nello stesso contenitore usato per il prelievo, mediante paraffina. Il contenitore poi sarà chiuso alle due estremità con coperchi e sigillato con nastro adesivo.

Tutti i campioni saranno quindi contrassegnati con etichette resistenti all'acqua recanti le indicazioni:

- sigla del sondaggio;
- identificativo del campione;
- data del prelievo;
- tipo di campionatore usato per il prelievo;
- intervallo di campionamento;
- parte alta e parte bassa.

Per ogni sondaggio dovrà essere redatta la stratigrafia e la descrizione litologica.

Su un sondaggio per postazione (per un totale di 6 postazioni) dovrà essere realizzata una prova di permeabilità in sito (tipo *Lefranc*) sull'acquifero primario.

2.2.3 Prove di laboratorio

Sui campioni di terreno, opportunamente conservati e trasportati in un laboratorio geotecnico qualificato, dovranno essere eseguite le seguenti prove:

- determinazione del contenuto d'acqua naturale;
- determinazione della massa di volume allo stato naturale;
- determinazione dei limiti di *Atterberg* (liquido, plastico e di ritiro);
- analisi granulometrica per setacciatura (utilizzando vagli della serie *ASTM*) e tramite aerometria o sedimentazione;
- misura della permeabilità a carico variabile;
- prova di consolidazione edometrica per la determinazione dei coefficienti C_v e E_{ed} ;
- prova di compressione triassiale consolidata non drenata.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 9 di 43 | Rev. |
| | 1 |

2.2.4 Prove in sito

Durante l'esecuzione dei sondaggi verrà eseguita n. 1 prova a postazione finalizzata a verificare le caratteristiche di permeabilità dell'acquifero primario. Le prove, tipo *Lefranc*, saranno eseguite a carico variabile.

Prima dell'esecuzione della prova, le pareti del foro verranno rivestite con tubazione metallica per tutto il tratto non direttamente interessato dalla misura. Per evitare franamenti del foro, la tubazione di rivestimento verrà fatta scendere sino alla base dello strato di cui si vuol misurare il coefficiente di permeabilità e verrà poi risolledata sino al tetto dello stesso strato, dopo il riempimento del foro con ghiaietto pulito, per un'altezza di almeno 0,5 m superiore a quella del tratto da provare. Queste operazioni saranno precedute da un'accurata pulizia del fondo foro e da una misura della profondità dello stesso.

Al fine di stimare i potenziali cedimenti, in ciascuna postazione potranno anche essere eseguite n.3 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono (*CPTU*) da spingere sino ad una profondità di 40 m.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 10 di 43 | Rev. |
| | 1 |

2.3 Indagini per la mappatura dei servizi e strutture interrato

2.3.1 Generalità

Tali indagini serviranno per realizzare una mappa quanto più dettagliata possibile nel quale siano evidenziati sia la posizione piano altimetrica e la tipologia dei sottoservizi (tubazioni, fognatura, cavi, cunicoli, etc.) che la presenza di strutture interrato (fondazioni nastriformi e/o su pali, etc.).

Questo effetto sarà ottenuto sovrapponendo al tracciato preliminare della perforazione i risultati ottenuti da una serie di indagini quali:

- sopralluoghi e rilievi di superficie;
- esame delle cartografie storiche di Stabilimento;
- indagini radar per la mappatura dei servizi interrati.

2.3.2 Sistemi radar

L'indagine non invasiva dovrà consentire l'individuazione di oggetti presenti nel sottosuolo limitatamente alle profondità raggiungibili dalla tecnologia.

A tal fine lo strumento da utilizzare dovrà essere un radar per l'introspezione del suolo (*RIS*) caratterizzato fundamentalmente dall'impiego di un *array* di antenne (4 antenne) multifrequenza (*MF*) e da un notevole grado di automazione delle procedure di acquisizione ed elaborazione dati.

L'impiego del sistema radar *RIS/MF* dovrà essere in grado di trasmettere e ricevere dati su due differenti frequenze medie di banda (ad esempio 200 e 600 MHz).

L'analisi, l'elaborazione e l'interpretazione dei radargrammi ottenuti dovranno essere successivamente riportate con chiarezza in una mappa sulla quale dovranno essere evidenti la posizione:

- delle tubazioni, condotte, fognature, cavidotti, etc. sotterranei;
- dei manufatti e delle strutture di fondazione del sottosuolo.

A causa della possibilità di interferenze elettromagnetiche presenti all'interno di uno Stabilimento Petrolchimico, si ritiene che l'indagine debba essere sviluppata nei soli tratti planimetrici corrispondenti alle tubazioni in acciaio del sistema drenante (n.2 sezioni longitudinali a postazione di lunghezza unitaria ca. 30 m in asse con la perforazione e n.18 sezioni trasversali a postazione di lunghezza unitaria ca. 4 m ad interasse di ca. 3 m), per indagare su profondità dell'ordine dei 2-2,5 m da p.c..

La taratura del sistema dovrà avvenire a mezzo di:

- sondaggi geognostici preliminari di cui al punto 2.2;
- confronto con cartografie storiche di Stabilimento;
- confronto con sopralluoghi e rilievi di superficie.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 11 di 43 | Rev. |
| | 1 |

2.4 Escavazioni

Nel presente capitolo si forniscono le prescrizioni per l'esecuzione e l'accettazione:

- di scavo a sezione obbligata.

2.4.1 Modalità di esecuzione

Prima di iniziare i lavori l'Appaltatore dovrà provvedere a stabilire esattamente sul terreno la posizione dell'intervento di escavazione, eventualmente anche a mezzo di picchetti saldamente infissi nel terreno, in accordo con le planimetrie fornite dal Committente.

Scavo a sezione obbligata:

- preparazione del piano di lavoro dei mezzi di escavazione meccanica e movimentazione mediante regolarizzazione e livellamento del terreno, qualora necessario;
- esecuzione degli scavi con escavatori meccanici, procedendo in modo da impedire scoscendimenti e franamenti delle pareti eventualmente, qualora occorra, utilizzando puntellature e sbadacchi;
- deposito del materiale provenienti dagli scavi, ove non sia riutilizzabile in sito, nell'apposita area attrezzata posta nell'ambito del cantiere;
- deposito del materiale provenienti dagli scavi, ove sia riutilizzabile in sito, in modo da non ostacolare le attività di cantiere.

2.4.2 Materiali di risulta

I materiali di risulta delle escavazioni dovranno essere caricati su idonei cassoni scarrabili posti nelle vicinanze delle aree di lavoro e successivamente caratterizzati e smaltiti secondo quanto previsto dalle vigenti normative in materia di rifiuti.

2.4.3 Controlli

Il Committente eseguirà ispezioni e prove di controllo sull'ubicazione e sulle caratteristiche geometriche e dimensionali dei lavori, per verificarne la conformità in riferimento alle prescrizioni di progetto.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 12 di 43 | Rev. |
| | 1 |

2.5 Demolizioni

Nelle aree di cantiere dovranno essere demoliti/rimossi tutti gli eventuali ostacoli che interferiscano con la realizzazione delle opere drenanti (pavimentazioni esistenti, fondazioni nastriformi e/o su pali, etc.).

2.5.1 Modalità di esecuzione

Le strutture da demolire/rimuovere, potenzialmente presenti nelle aree delle lavorazioni, sono:

- fondazioni superficiali;
- pali di fondazioni;
- tubazioni e/o condotte (**che non debbano essere mantenute attive**);
- pavimentazioni stradali;
- manufatti.

Le fasi degli interventi che si dovranno susseguire per tali demolizioni/rimozioni vengono di seguito elencate:

- per strutture e manufatti in c.a., cls, acciaio, muratura, o conglomerato bituminoso, la demolizione dovrà avvenire mediante l'utilizzo di escavatori idraulici cingolati o gommati muniti di braccio idoneo su cui verrà montato martellone demolitore per cemento armato e/o pinza frantumatrice e/o cesoie per tagli a freddo. I materiali di risulta verranno bagnati durante le lavorazioni per evitare il formarsi delle polveri mediante appositi macchinari dotati di sistemi di spruzzo e verranno, quindi, frantumati e deferrizzati con un frantoio (o mezzo equivalente di frantumazione/vaglio) posizionato in loco. La demolizione delle strutture in c.a. interrato e la scapitozzatura dei pali di fondazione, da eseguirsi utilizzando gli stessi macchinari precedentemente descritti, dovrà avvenire ad una profondità variabile in funzione delle richieste progettuali;
- per sottoservizi realizzati con materiali differenti dai precedenti, la rimozione dovrà avvenire con idoneo mezzo meccanico o a mano; anche in questo caso le lavorazioni saranno accompagnate dalla bagnatura dei materiali per evitare la formazione di polveri;
- tutti i sottoservizi da mantenersi attivi dovranno essere intercettati e *by-passati* in accordo alle prescrizioni e con le modalità che saranno fornite dalla Committente/Direzione Lavori.

2.5.2 Materiali di risulta

I materiali di risulta delle demolizioni dovranno essere caricati su idonei cassoni scarrabili posti nelle vicinanze delle aree di lavoro e successivamente caratterizzati e smaltiti secondo quanto previsto dalle vigenti normative in materia di rifiuti.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 13 di 43 | Rev. |
| | 1 |

2.6 Perforazione orizzontale controllata per l'installazione del dreno orizzontale

L'intervento è finalizzato alla posa in opera di un sistema drenante a sviluppo orizzontale atto al drenaggio delle acque di prima falda potenzialmente contaminate.

2.6.1 Modalità di esecuzione

Prima di iniziare i lavori l'Appaltatore dovrà provvedere a stabilire esattamente sul terreno la posizione dell'intervento, a mezzo di picchetti saldamente infissi nel terreno, riferendoli a punti noti di Stabilimento in accordo con le planimetrie fornite dal Committente.

I lavori che dovranno susseguirsi nella realizzazione del dreno orizzontale sono:

2.6.1.1 Posa in opera della prima colonna in acciaio (separazione acquiferi intercettati)¹

La colonna in acciaio inox (o con rivestimento esterno) dovrà essere spinta mediante macchina spingi-tubo nel terreno sino ad intestarsi per almeno 50-100 cm (in funzione dello spessore riscontrato) nel primo livello impermeabile.

L'inclinazione con la quale sarà spinta la tubazione dovrà essere conforme all'inclinazione con la quale sarà successivamente introdotta la batteria di aste per la perforazione pilota, in modo tale che né faccia da guida.

2.6.1.2 Realizzazione foro pilota

L'esecuzione del foro pilota di piccolo diametro, avverrà tramite una trivella meccanica azionata da motore a fluidi e/o con *jetting*; l'avanzamento della perforazione ed il suo direzionamento si otterrà sia per rotazione che per spinta sulla batteria di aste pilota. La perforazione si produrrà mediante l'erosione del terreno per mezzo di fluidi che, passando attraverso le batterie di aste direzionali, fuoriescono in pressione dalla testa di perforazione (ovvero attraverso la tubazione in acciaio precedentemente inserita nel terreno).

Il foro pilota dovrà essere realizzato preferibilmente a partire dal piano di calpestio, seguendo, nel tratto iniziale, lo sviluppo della tubazione in acciaio di cui sopra.

La perforazione dovrà essere orientata, sia in altimetria che in planimetria secondo l'inclinazione (in altimetria) e la direzione (in planimetria) stabilite in fase progettuale a seguito delle indagini preliminari.

La perforazione dovrà seguire il tracciato riportato sugli elaborati di progetto e materializzato preliminarmente in sito operando, qualora necessario, le manovre di deviazione.

La configurazione geometrica del foro pilota deve essere in accordo con il profilo della catenaria in moda tale che:

- gli angoli di curvatura siano compatibili con quelli del materiale utilizzato;
- lo stato tensionale sulla tubazione sia compatibile con quello del materiale utilizzato;

¹ Come illustrato nella "Relazione tecnico descrittiva", tale fase dovrà essere verificata in cantiere e potrà essere realizzata successivamente allo sfilamento della tubazione camicia.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 14 di 43 | Rev. |
| | 1 |

- venga raggiunta la profondità target di progetto per il tratto orizzontale del sistema drenante;
- vengano rispettate le limitazioni per quanto concerne lo sviluppo orizzontale della trivellazione;
- vi sia la possibilità di installare all'interno del sistema drenante una pompa sommersa del tipo a pozzo e le relative opere elettroniche/idrauliche connesse;
- non si debba aumentare la pressione dei fluidi di perforazione prevista;
- in fase di tiro non venga superato il carico di snervamento a trazione del materiale utilizzato;
- planimetricamente non ci siano spostamenti superiori a $\pm 0,5$ m;
- altimetricamente non vi siano scostamenti superiori a $\pm 5\%$ della profondità.

La perforazione pilota avrà termine quando l'utensile di perforazione emergerà nel punto indicato nel progetto come "punto d'arrivo".

2.6.1.3 Aste di perforazione

Le aste di perforazione dovranno essere costituite da un tubo e da due terminazioni filettate dotate di passaggio idraulico, che permettano la connessione di più aste tra loro, per la formazione della batteria di perforazione.

Le aste dovranno essere, in qualsiasi caso, funzionali al sistema di guida dello strumento scelto, valutando la possibilità, qualora tecnicamente ed economicamente fattibile, di trasportare in cantiere entrambe le tipologie d'asta per la guida tipo *walk-over* o tramite sistema magnetico.

Indipendentemente dal materiale di cui saranno costituite le aste di perforazione, questo dovrà presentare:

- buona resistenza alla trazione, alla compressione ed alle tensioni tangenziali;
- buona resistenza agli urti;
- buona resistenza all'abrasione.

Durante la perforazione si dovrà comunque garantire un set di aste aggiuntive, necessarie sia per il periodico ricambio sia per effettuare perforazioni e tiri più lunghi.

Le aste dovranno pervenire in cantiere accompagnate dal relativo certificato di origine del materiale dove dovrà essere possibile ricavare una serie di informazioni utili per il calcolo del raggio minimo di curvatura come esposto in progetto. Le informazioni che dovranno essere riportate dovranno essere almeno:

- lunghezza della singola asta;
- dimensioni geometriche della sezione dell'asta (diametro esterno, spessore, etc.);
- valore del limite elastico;
- valore del carico unitario di rottura alla trazione.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 15 di 43 | Rev. |
| | 1 |

2.6.1.4 Sistema di guida

Il tracciato del foro pilota e quindi la sua rispondenza al profilo di progetto, verranno controllati mediante un trasmettitore di segnali elettromagnetici a frequenze radio situato dietro lo strumento di perforazione (sistemi *walk-over*). Il trasmettitore emette due tipi di segnali che forniscono indicazioni sull'angolo di inclinazione sulla verticale e sulla profondità raggiunta. Questi segnali sono captati da un ricevitore di superficie ed inviati ad un'unità di controllo posizionata sul quadro comandi della perforatrice. Questi dati, assieme alla registrazione della lunghezza delle aste pilota, consentiranno di calcolare le coordinate orizzontali e verticali dell'estremità della testa perforatrice.

Qualora, a causa di forti campi elettromagnetici e/o sorgenti radio (interferenze attive), si ipotizzasse la non funzionalità di questi sistemi guida, si procederà al controllo della sonda mediante sistemi di guida magnetici (*MGS*) che permettono di effettuare la guida in remoto visto che sono in grado di restituire tutte le misure posizionali della sonda di fondo foro, incluso l'angolo azimutale.

In questo ultimo caso i magnetometri utilizzati dovranno misurare l'intensità di un campo magnetico artificialmente creato nel sito in cui si sta lavorando (tale condizione dovrà necessariamente essere verificata in campo compatibilmente con le caratteristiche delle aree di cantiere).

2.6.1.5 Utensili di perforazione direzionabili

Il sistema di perforazione sarà del tipo "*lancia a getto*" con scarpa direzionabile e porta sonda per il sistema di guida *walk-over*.

Qualora si dovesse impiegare il sistema di guida *MGS*, l'utensile di perforazione e la batteria di aste dovranno essere predisposte per l'alloggiamento del cavo per la trasmissione dei dati in superficie.

Al pari delle aste di perforazione, anche gli utensili dovranno presentare le stesse caratteristiche prestazionali.

2.6.1.6 Fluidi di perforazione

Durante tutte le fasi di trivellazione, alesatura e tiro-posa verrà utilizzato un fluido di perforazione, opportunamente dosato in funzione del tipo di terreno.

Trattandosi di un'opera di drenaggio, dovrà essere necessariamente escluso l'impiego di fanghi bentonitici come fluidi di perforazione, perciò dovranno essere preferite miscele costituite da acqua e polimeri biodegradabili o prodotti per perforazioni che non alterino la permeabilità dell'acquifero.

Tali miscele dovranno:

- essere biodegradabili, atossiche, non pericolose e/o nocive, nonché compatibili con la qualità delle acque di prima falda;

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 16 di 43 | Rev. |
| | 1 |

- garantire un perfetto isolamento idraulico temporaneo dei livelli idrici attraversati e la stabilità del foro, per tutta la durata delle attività di perforazione, retroalesaggio ed installazione della colonna di varo;
- garantire la riduzione dell'attrito durante la fase di perforazione;
- garantire la riduzione dell'attrito tra la condotta ed il terreno durante la fase di tiro-posa;
- consentire il trasporto nelle apposite vasche di accumulo del materiale di risulta in sospensione (*cuttings*).

La pressione con la quale sarà iniettata la miscela polimerica, dovrà garantire il taglio del terreno e l'allontanamento del materiale di scavo, ma dovrà anche essere limitata ad un valore massimo (pressione limite), per prevenire fenomeni di rottura del terreno o fenomeni di rifluimento della miscela in superficie.

Come pressione massima ammissibile per i fluidi di perforazione si potrà adottare, in linea generale, un valore inferiore alla pressione limite del terreno attraversato utilizzando un coefficiente di sicurezza non inferiore a 2.

2.6.1.7 Posa in opera della seconda colonna in acciaio (separazione acquiferi intercettati)²

Al termine della perforazione pilota e lasciando la batteria nel terreno, si dovrà infiggere nel terreno una seconda colonna in acciaio inox (o con rivestimento esterno) seguendo le stesse prescrizioni di cui al punto 2.6.1.1 tenendo ovviamente in considerazione che in questa fase sarà la batteria di aste a fare da guida alla colonna in acciaio.

2.6.1.8 Alesatura

Al termine della perforazione pilota, in corrispondenza del foro d'uscita, gli utensili di perforazione ed il sistema guida dovranno essere smontati e sostituiti con un opportuno alesatore la cui dimensione sarà funzione del diametro finale della colonna di varo da installare.

L'alesatura avverrà procedendo a ritroso operando una contemporanea azione di tiro e rotazione. L'alesatura potrà avvenire in più fasi successive e quindi con allargamenti del foro via via più grandi sino ad ottenere il diametro previsto in progetto. Qualora fosse necessario operare in più fasi, immediatamente dietro l'alesatore dovrà essere montata una seconda batteria di aste della stessa lunghezza di quella impiegata per la realizzazione del foro pilota.

In ogni caso l'alesatura dovrà:

- ridurre l'area di contatto tubazione-terreno al fine di ridurre le forze d'attrito al compressive;
- permettere il ricircolo dei fluidi di perforazione in modo tale che tra parete dello scavo e tubazione vi sia sempre una sufficiente quantità di agente lubrificante;
- garantire il rapporto tra diametro del foro e diametro della colonna da installare come previsto in progetto.

Dal lato opposto (zona in cui è sistemata la perforatrice), le aste andranno sfilate mano a mano e scollegate dalla batteria; in questa fase si dovrà avere cura di

² Vedi precedente nota 1 a pagina 14

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 17 di 43 | Rev. |
| | 1 |

lavare le aste che sono state a contatto con i terreni, raccogliendo i fluidi in apposite vasche (o similari) per il successivo smaltimento secondo normative vigenti.

2.6.1.9 Assemblaggio colonna di varo

Contemporaneamente alla fase di alesatura, in cantiere si provvederà all'assemblaggio della colonna di varo costituita da due tubazioni in HDPE concentriche (tubazione filtro e *casing* esterno).

La tubazione filtro verrà assemblata come richiesto in progetto mediante saldatura testa-testa (vedi paragrafo 3.1.2) del tratto drenante centrale (tubo HDPE tipo Schumacher internamente rinforzato) e dei tratti ciechi laterali (tubazioni in HDPE).

Il sistema drenante dovrà garantire lo sviluppo orizzontale previsto in progetto ad una profondità di circa 13 m da p.c. (da verificare con maggior dettaglio in relazione ai sondaggi geognostici aggiuntivi); dovrà garantire altresì la possibilità di installare, al suo interno, una pompa sommersa del tipo "a pozzo" ed il relativo completamento (tubazioni di mandata, cavi elettrici, raccorderia, valvole, etc.).

Il *casing* esterno (tubazioni in HDPE cieco) sarà assemblato mediante la stessa metodologia precedentemente descritta, al suo interno sarà in seguito posizionata la tubazione drenante.

All'interno della tubazione filtro dovrà essere posizionato anche un cavo d'acciaio funzionale alla posa in opera dell'elettropompa sommersa.

2.6.1.10 Tiro colonna di varo

Al termine della fase di alesatura, oppure contemporaneamente a questa, si procederà al tiro della colonna da installare.

La colonna sarà collegata alla batteria di perforazione mediante un giunto girevole che non trasmetta sforzi di torsione alla colonna di varo.

Durante la messa in opera della colonna di varo si dovrà assicurare:

- il raggiungimento della profondità di progetto basata sui sondaggi aggiuntivi;
- la compatibilità delle tubazioni con lo stress indotto dalla non linearità dell'opera, in relazione ai raggi di curvatura minimi, funzione della tipologia di materiale e dei diametri utilizzati;
- la compatibilità delle tubazioni in relazione ai carichi verticali gravanti su di esse (verifica a schiacciamento e/o deformazione);
- la resistenza delle tubazioni durante la fase di tiro (sforzi di tiro inferiori al carico di snervamento delle condotte);
- la compatibilità delle tubazioni con il chimismo delle acque sotterranee;
- la separazione idraulica, sia in fase di esecuzione del lavoro sia in condizione d'esercizio, degli acquiferi presenti nel sottosuolo;
- la manutenzione della tubazione drenante in caso di intasamento provocato da materiale fine;
- il posizionamento delle opere di drenaggio all'interno del tratto drenante orizzontale.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 18 di 43 | Rev. |
| | 1 |

2.6.1.11 Sfilamento del *casing* esterno

Al termine della posa in opera della colonna di varo, si procederà a sfilare il *casing* esterno, al fine di lasciare in opera la sola tubazione drenante.

Questa operazione sarà effettuata estraendo il *casing* (ovviamente in precedenza si dovrà provvedere a bloccare la tubazione filtro, in modo tale che venga sfilato il solo *casing* esterno).

Durante questa fase all'interno delle tubazioni verrà pompata acqua sino a raggiungere il livello della tubazione almeno a p.c., in tal modo, la pressione creata all'interno della colonna sarà maggiore rispetto alla pressione esterna della prima falda. Questo accorgimento serve per evitare che, durante la fase dello sfilamento del *casing*, possa entrare materiale granulare fine, spinto dalla differenza di pressione, nell'intercapedine tra le due tubazioni, rendendo difficoltosa, se non infattibile, lo sfilamento della tubazione camicia.

2.6.1.12 Cementazioni finali

Al termine dello sfilamento del *casing* si procederà alla cementazione del tratto tra tubazione in acciaio e tubazione in HDPE cieco.

Tale operazione potrà venire effettuata nei seguenti modi:

- preassemblare alla colonna di produzione due otturatori pneumatici anulari gonfiabili (tipo *packer*) completi dei relativi tubi metallici (a perdere) per il gonfiaggio dei sistemi. I *packer* verranno posizionati in modo tale da raggiungere la stessa quota terminale delle colonne in acciaio (primo livello impermeabile), le aste per il gonfiaggio saranno portate fuori dal piano campagna. Terminato lo sfilamento della tubazione esterna, gli otturatori saranno gonfiati con acqua o con gas neutri (aria/azoto) sino a che l'anello pneumatico combacerà perfettamente alle pareti delle colonne in acciaio. Ciò permetterà di riempire lo spazio anulare tra colonna in acciaio e tubo in HDPE con miscele impermeabilizzanti sino al livello del primo strato argilloso;
- successivamente allo sfilamento del *casing*, si potrà spingere un opportuno anello tronco conico le cui sezioni di base coincidano con quelle esterne del tubo in HDPE ed interne della colonna in acciaio. L'anello sarà spinto, da entrambe le estremità della perforazione sino a raggiungere la quota di fondo delle colonne in acciaio, al termine sarà iniettata la miscela impermeabilizzante.

L'iniezione della miscela dovrà avvenire utilizzando appositi strumenti che ne permettano la posa in opera procedendo dal fondo e risalendo a p.c., per evitare qualsiasi fenomeno di segregazione. La miscela sarà iniettata con basse pressioni e/o a gravità, sarà costituita da acqua/cemento/bentonite opportunamente miscelate in modo tale da garantire un coefficiente di permeabilità dell'ordine di $1E-07$ cm/s, a maturazione avvenuta.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 19 di 43 | Rev. |
| | 1 |

2.6.1.13 Collaudo e messa a regime

Dopo il completamento, il dreno dovrà essere spurgato in modo da eliminare eventuali intasamenti dovuti alla perforazione ed al completamento, al fine di aumentarne l'efficienza.

Lo spurgo dovrà essere protratto finché l'acqua non sarà chiara e libera da materiali in sospensione, attraverso l'utilizzo della stessa pompa sommersa

Il collaudo e la messa a regime di ciascuna opera drenante verrà eseguito attraverso una prova di portata a gradini ed una prova di lunga durata (a portata costante).

Ogni prova dovrà essere preceduta da un controllo dei livelli di falda in statico in un opportuno intorno dell'opera di drenaggio.

La prova di portata a gradini dovrà permettere di stimare il valore di portata ottimale aggottabile da ogni singola postazione di drenaggio e di quantificare, nella stessa, l'abbassamento di livello associato.

Una volta ripristinati i livelli di falda, si procederà alla successiva prova a portata costante, utilizzando come valore di portata quella ottimale d'esercizio desunta dalla precedente prova a gradini. Ogni singola prova a portata costante dovrebbe avere una durata minima di 24-48 ore; vista la necessità di operare prima del completamento finale dell'opera e pertanto del suo collettamento ai serbatoi di equalizzazione, si ritiene opportuno ridurre il periodo di prova a portata costante ad un tempo massimo di 24 ore.

A collettamento finale avvenuto, la messa a regime di ogni postazione potrà essere eseguita con maggiore precisione.

Durante queste prove verranno monitorati i livelli sia all'interno dell'opera drenante, sia nei piezometri di controllo appositamente realizzati (prima falda e livelli idrici di saturazione del riporto) o già esistenti nell'intorno della postazione.

Una volta verificato il corretto funzionamento dell'opera di drenaggio, andrà collaudata tutta la strumentazione di controllo a testa pozzo ed in particolare andranno tarati i sensori di livello in base alla portata ottimale che si deciderà di drenare.

2.6.1.14 Materiali di risulta

I fanghi derivanti dalle attività di perforazioni andranno raccolti in apposite vasche prefabbricate realizzate fuori terra. Tali fanghi saranno convogliati in queste vasche o all'interno delle stesse tubazioni in acciaio impiegate per la separazione idraulica degli acquiferi, che a tal fine avranno un'opportuna sporgenza fuori terra, oppure mediante pompe da fondo scavo (per il pompaggio di liquidi contenenti particelle solide) da posizionare all'interno delle fosse di raccolta all'inizio ed alla fine della perforazione.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 20 di 43 | Rev. |
| | 1 |

Il materiale di risulta degli scavi, dovrà essere successivamente caricato su appositi automezzi; la caratterizzazione e lo smaltimento avverrà in ottemperanza alla normativa vigente in materia di rifiuti (DLgs 22/97, DM 471/99, etc.).

2.6.2 Controlli

Prima dell'inizio dei lavori, si dovrà verificare il progetto della catenaria di varo e dello stato tensionale sulla tubazione confrontando i macchinari ed i materiali utilizzati con le prescrizioni di progetto e, alla fine dei lavori, l'effettiva configurazione geometrica dell'opera drenante.

2.6.2.1 Prima dell'inizio dei lavori

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire, a titolo indicativo e non esaustivo, quanto di seguito riportato:

- risultati dell'indagine geognostica e del monitoraggio dei sottoservizi al fine di caratterizzare al meglio le operazioni di trivellazione;
- le procedure relative alle modalità di esecuzione della trivellazione controllata con determinazione delle massime pressioni operative dei fluidi di perforazione atte ad evitare la possibilità di fratture del terreno circostante l'asse della trivellazione progettata;
- la determinazione dei valori di tiro necessari al varo delle condotte;
- le eventuali modalità di ricircolo e recupero dei fluidi di perforazione in conformità alle vigenti normative in materia di rifiuti;
- le schede tecniche delle attrezzature utilizzate per l'esecuzione della T.O.C.;
- gli interventi previsti in caso di avaria di qualche organo principale durante l'esecuzione della T.O.C.;
- procedure e modalità operative previste per ovviare alle difficoltà messe in luce dagli studi e dalle condizioni di progetto;
- lista dei pezzi di ricambio disponibili in cantiere;
- lista del personale impiegato durante le varie fasi di lavoro;
- programma di sicurezza;
- scheda tecnica relativa al fluido di perforazione che attesti anche la non tossicità, la non pericolosità e la compatibilità con i fluidi presenti nel sottosuolo;
- scheda tecnica relativa alle tubazioni poste in opera.

2.6.2.2 Prima delle operazioni di perforazione

L'Appaltatore, prima delle operazioni di trivellazione, dovrà:

- materializzare correttamente l'asse dell'attraversamento mediante picchetti ed i punti di ingresso ed uscita della condotta nel terreno riferendoli a punti noti di Stabilimento;

dovrà, inoltre, verificare:

- il corretto orientamento della trivella;
- lo stato di efficienza dell'impianto e delle attrezzature accessorie;
- la qualità e la consistenza dei materiali operativi;
- la correttezza e la funzionalità dei collegamenti idraulici ed elettrici;

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 21 di 43 | Rev. |
| | 1 |

- la perfetta taratura del sistema di controllo direzionale entro foro ed il corretto posizionamento del sistema di controllo direzionale di superficie.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 22 di 43 | Rev. |
| | 1 |

2.6.2.3 Durante le operazioni di trivellazione

L'Appaltatore, durante le operazioni di trivellazione, dovrà:

- controllare in continuo la direzione e l'avanzamento dell'asta pilota assicurando che l'andamento del foro perforato sia in accordo con il profilo di progetto. Per ogni asta dovranno essere registrati i valori di inclinazione, azimuth, distanza orizzontale ed elevazione; eventuali scostamenti dovranno rientrare entro le seguenti tolleranze:
 - lunghezza trivellata: $\pm 1\%$ della lunghezza di progetto;
 - verticalmente: $\pm 5\%$ rispetto alla massima profondità di progetto;
 - planimetricamente: non sono ammessi spostamenti planimetrici superiori a ± 1 m;
 - raggio di curva elastica: non dovrà essere, di norma, inferiore a quello di progetto su tutto lo sviluppo della curva;
 - angolo di entrata coincidente con quello di progetto;
 - angolo di uscita coincidente con quello di progetto.

Non saranno tollerati scostamenti superiori a quelli sopra riportati, fatto salva approvazione specifica del S.L..

- mettere in atto tutti gli accorgimenti per evitare fuoriuscite in superficie del fluido di perforazione;
- evitare che durante la fase di tiro-posa vengano impiegati sforzi superiori a quelli consentiti;
- verificare in continuo, nel corso di tutte le fasi, i parametri fisici del fluido di perforazione ed il contenuto dei solidi del fango di ricircolo, per controllare l'andamento della perforazione e la stabilità del foro;
- produrre, per ciascuna fase operativa, le registrazioni dei valori relativi alla pressione dei fluidi ed i dati relativi alla torsione e tiro esercitati dal rig per ogni asta.

2.6.2.4 A fine lavori

A fine lavoro, l'Appaltatore dovrà redigere un rapporto finale comprensivo di:

- disegno *as-built* della trivellazione comprendente andamento planimetrico e profilo longitudinale asse condotta, eseguito sulla base dei dati registrati in automatico durante l'esecuzione del foro pilota;
- tabulati dei dati relativi agli andamenti delle variazioni azimutali e di inclinazione registrati durante la fase di esecuzione del foro pilota;
- tabulati dei dati relativi al fluido di perforazione, annotati o registrati in ogni fase della trivellazione, riferiti a:
 - quantitativo di miscela polimerica utilizzata;
 - pressioni operative del fluido registrate al rig.
- schede tecniche relative alle caratteristiche del fluido di perforazione;
- tabulati dei dati relativi all'esecuzione del foro pilota, alesaggio e tiro-posa:
 - velocità di avanzamento;

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB | | | | | | | | | |
| SPC. 65-BD-E-94006 | | | | | | | | | | |
| Fg. 23 di 43 | Rev. | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | 1 | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

- sforzo di tiro;
- sforzo di torsione;
- portata del fluido di perforazione.

Qualora si renda necessario, l'Appaltatore, a proprio carico, dovrà garantire la rispondenza del posizionamento della tubazione drenante a quella di progetto. Tale verifica sarà effettuata attraverso una prova batimetrica (rispondenza altimetrica del profilo) mediante l'esecuzione di prove piezometriche da effettuarsi con sistema in automatico.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 24 di 43 | Rev. |
| | 1 |

2.7 Dreni verticali

2.7.1 Modalità di esecuzione

La perforazione potrà essere preceduta da un prescavo che accerti l'effettiva assenza di sottoservizi, che potrebbero essere lesionati e/o danneggiati.

Il dreno verticale sarà essere perforato utilizzando un impianto di palificazione, con tecnica "bucket" o "ad elica continua" o "a percussione" e tubo a rivestire.

Durante la perforazione del dreno dovrà essere fatta una ricostruzione stratigrafica della formazione attraversata sulla base dei detriti di risulta e dovranno essere presi campioni di terreno ogni metro, che saranno messi a disposizione della Committente.

I campioni di terreno dovranno essere riposti in appositi sacchetti nei quali sarà riportato:

- sigla del dreno verticale,
- profondità di prelievo;
- data di prelievo.

I campioni dovranno essere conservati adeguatamente in cantiere per eventuali verifiche successive.

In particolare, le fasi di lavoro che si susseguiranno nella realizzazione delle opere drenanti sono di seguito descritte:

- perforazione a percussione e/o rotazione con *bucket* e rivestimento a seguire, di diametro da 1000 a 1200 mm sino ad intestarsi, per 0,5÷1,5 m nel livello impermeabile superiore, in funzione dello spessore dello stesso;
- messa in opera di una colonna metallica di rivestimento di diametro adeguato (all'incirca 800-850 mm sp=8 mm) sino ad intestarsi, da p.c., per 0,5÷1,5 m nel livello impermeabile superiore, in funzione dello spessore dello stesso;
- sigillatura dell'intercapedine tra preforo e colonna di rivestimento mediante miscela cemento/bentonite avente un coefficiente di permeabilità, a maturazione avvenuta, dell'ordine di 1E-07 cm/s;
- ad avvenuta maturazione della miscela, esecuzione di foro, concentrico al precedente, avente diametro pari a 600-700 mm che verrà spinto sino al tetto del secondo livello impermeabile;
- posa in opera di tubo in HDPE cieco e microfessurato comprensivo di tappo di fondo, diametro nominale 160 mm, spessore 9,5 mm, apertura delle fessure 0,7 mm; fenestrato in corrispondenza dell'acquifero primario (indicativamente tra 5 e 18 m da p.c.).
- messa in opera, all'interno dello spazio anulare foro-tubo, di manto drenante di forma arrotondata con pezzatura compresa nel range 1÷2 mm e comunque adeguata alla granulometria dell'acquifero ed alle aperture del filtro. Il materiale di drenaggio sarà introdotto a cominciare dal fondo attraverso tubi d'inghiamento, da estrarsi man mano che questo viene depositato. Il tratto drenante dovrà raggiungere 50 cm al di sopra del *top* dei filtri in HDPE. La posa

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 25 di 43 | Rev. |
| | 1 |

in opera del manto drenante, dovrà avvenire con circolazione d'acqua nel foro al fine di facilitare l'assestamento dello stesso.

- posa in opera, al di sopra del dreno, di 50 cm di compactonite e successiva sigillatura della restante parte con miscela cemento/bentonite avente un coefficiente di permeabilità dell'ordine di $1E-07$ cm/s a maturazione avvenuta; avendo cura di fermarsi ad una profondità di circa 1,2 m da p.c. per permettere la successiva posa in opera del pozzetto di testa pozzo (dimensioni planimetriche ca. 100x100 cm) compreso di chiusino d'ispezione in ghisa sferoidale classe D 400 costruito secondo le norme UNI EN 124.

Giornalmente dovrà essere compilato un rapporto giornaliero che dovrà riportare:

- data ed identificazione con sigla alfanumerica del dreno;
- intervalli e strati attraversati;
- misura e numero dei tubi costituenti la colonna di manovra;
- tipo e diametro della sonda utilizzata;
- dichiarazione delle singole operazioni effettuate e tempo impiegato per l'esecuzione delle stesse;
- registrazione di qualsiasi guasto delle attrezzature in uso;
- misura dei tubi, ciechi e filtrati, messi in opera;
- registrazione delle operazioni di spurgo e sviluppo del dreno;
- firma del capo perforatore.

I rapporti giornalieri (originale + 1 copia) saranno consegnati al Supervisore della Committente al completamento di ogni opera di drenaggio.

2.7.2 Spurgo del dreno verticale

Dopo il completamento, il dreno dovrà essere spurgato in modo da eliminare eventuali intasamenti dovuti alla perforazione ed al completamento, al fine di aumentarne l'efficienza.

Lo spurgo dovrà essere protratto finché l'acqua non sarà chiara e libera da materiali in sospensione e comunque per una durata effettiva complessiva non inferiore alle 8 ore.

Lo spurgo e lo sviluppo di ogni singolo dreno potrà essere effettuato mediante:

- pistonaggio accoppiato a sistema *air lift*;
- pistonaggio accoppiato a pompa sommersa (*overpumping*).

Per tale attività si dovrà fornire ed installare il seguente materiale:

- pistone a doppia tenuta (con guarnizioni di adeguata tipologia e geometria in funzione delle caratteristiche dei filtri al cui interno dovrà operare);

- in caso di sistema *air lift*:
 - adeguato compressore;
 - tubini mandata aria;
 - tubi mandata acqua;
 - recipiente calibrato per stime/misurazioni della portata;

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 26 di 43 | Rev. |
| | 1 |

- saracinesche, riduzioni, raccorderie e quanto altro necessario.
- in caso di impiego di pompa sommersa:
 - adeguato generatore e pannello elettrico;
 - elettropompa sommersa con cavo elettrico di caratteristiche appropriate e con portata fino a 1-2 l/s;
 - tubi mandata acqua;
 - strumenti per la misura delle portate (ad es. contaltri e/o recipiente calibrato di opportuna capacità);
 - saracinesche, riduzioni, raccorderie e quanto altro necessario.

In ogni caso, dopo il pistonaggio iniziale, lo spurgo sarà condotto alternando opportunamente fasi di erogazione a fasi di ricarica del dreno e si protrarrà fino all'ottenimento di acqua chiara, priva di sedimenti in sospensione. Al termine delle operazioni di spurgo si dovrà verificare la quota di fondo foro, intervenendo ove necessario per assicurare la rimozione di eventuali sedimenti presenti.

2.7.3 Collaudo e messa a regime del dreno verticale

Il collaudo e la messa a regime di ciascuna opera drenante verrà eseguito attraverso una prova di portata a gradini ed una prova di lunga durata (a portata costante).

Ogni prova dovrà essere preceduta da un controllo dei livelli di falda in statico in un opportuno intorno dell'opera di drenaggio.

La prova di portata a gradini dovrà permettere di stimare il valore di portata ottimale aggottabile da ogni singola postazione di drenaggio e di quantificare, nella stessa, l'abbassamento di livello associato.

Una volta ripristinati i livelli di falda, si procederà alla successiva prova a portata costante, utilizzando come valore di portata quella ottimale d'esercizio desunta dalla precedente prova a gradini. Ogni singola prova a portata costante dovrebbe avere una durata minima di 24-48 ore; vista la necessità di operare prima del completamento finale dell'opera e pertanto del suo collettamento ai serbatoi di equalizzazione, si ritiene opportuno ridurre il periodo di prova a portata costante ad un tempo massimo di 24 ore.

A collettamento finale avvenuto, la messa a regime di ogni postazione potrà essere eseguita con maggiore precisione.

Durante queste prove verranno monitorati i livelli sia all'interno dell'opera drenante, sia nei piezometri di controllo appositamente realizzati (prima falda e livelli idrici di saturazione del riporto) o già esistenti nell'intorno della postazione.

Una volta verificato il corretto funzionamento dell'opera di drenaggio, andrà collaudata tutta la strumentazione di controllo a testa pozzo ed in particolare andranno tarati i sensori di livello in base alla portata ottimale che si deciderà di drenare.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 27 di 43 | Rev. |
| | 1 |

2.7.4 Materiali di risulta

Il materiale di risulta dagli scavi dovrà essere collocato in appositi cassoni scarrabili, prevedendo l'eventuale realizzazione di una piazzola per il deposito del materiale di risulta da realizzare mediante la stesa di telo in HDPE dello spessore di 1,5 mm circa o tramite una adeguata piazzola in leggera pendenza con adeguati bordi di contenimento (ad es. in sabbia o costituiti da tavole di legno), coperta da un telo impermeabile (in HDPE).

Il materiale di risulta degli scavi, dovrà essere successivamente caricato su appositi automezzi; la caratterizzazione e lo smaltimento avverrà in ottemperanza alla normativa vigente in materia di rifiuti (DLgs 22/97, DM 471/99, etc.).

L'acqua di scarico derivante dalle operazioni di spurgo dovrà essere convogliata in apposita autobotte per lo stoccaggio temporaneo. La caratterizzazione e lo smaltimento a destino finale dovranno avvenire in conformità delle vigenti normative.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 28 di 43 | Rev. |
| | 1 |

2.8 Ripristini delle aree

Alla conclusione dei lavori l'Appaltatore dovrà provvedere allo sgombero delle aree di lavoro ed alla loro sistemazione e ripristino.

Dovrà inoltre eseguire tutte le opere di sistemazione e ripristino.

Per il ripristino delle aree interessate da scavi, saranno impiegati materiali che dovranno possedere le caratteristiche di seguito riportate:

Materiale per fondazione piazzale

Per lo strato di fondazione si utilizzerà misto granulare appartenente al gruppo A1 del prospetto I "Classificazione delle terre" allegato alla specifica riportata nella norma CNR-UNI 10006 per uno spessore pari a quello di progetto.

Bitumi

I conglomerati bituminosi per la realizzazione degli strati superficiali dei piazzali dovranno essere confezionati utilizzando bitumi conformi alle norme CNR (Boll. CNR n. 68, 23 maggio 1978), in particolare:

- per manti di collegamento e di base: bitume tipo B 180 ÷220
- per manti di usura: bitume tipo B 50 ÷70 o B 80 ÷100

2.8.1 Modalità di esecuzione

Dopo aver alloggiato le tubazioni di mandata ed i cavi elettrici delle pompe sommerse in un letto di sabbia di posa, si procederà:

- al riempimento dello scavo, quale strato di fondazione, per uno spessore di circa 45 cm, con misto granulare stabilizzato, efficacemente sensibile al costipamento per vibrazione, insensibile all'azione dell'acqua e del gelo, del tutto esente da sostanze organiche, vegetali e da elementi solubili o comunque instabili nel tempo,
- al livellamento ed alla pulizia del piano di posa della fondazione stradale al fine di stendere una mano d'ancoraggio di emulsione bituminosa cationica (applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m², le cui caratteristiche sono riportate nella tabella sottostante), a rottura lenta e bassa viscosità per riempire i vuoti dello strato non legato, irrigidendone la parte superficiale e fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso,
- alla stesa di un manto di collegamento in conglomerato bituminoso dello spessore finito pari a quello esistente e comunque non inferiore a 5 cm.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 29 di 43 | Rev. |
| | 1 |

| Indicatore di qualità | Normativa | Unità di misura | Cationica 55% |
|-------------------------------|------------------|------------------------|----------------------|
| Polarità | CNR 99/84 | | Positiva |
| Contenuto d'acqua % peso | CNR 101/84 | % | 45±2 |
| Contenuto di bitume+flussante | CNR 100/84 | % | 55±2 |
| Flussante (%) | CNR 100/84 | % | 1÷6 |
| Viscosità Engler a 20 °C | CNR 102/84 | °E | 2÷6 |
| Sedimentazione a 5 g | CNR 124/88 | % | < 5 |
| Residuo bituminoso | | | |
| Penetrazione a 25 °C | CNR 24/71 | dmm | > 70 |
| Punto di rammollimento | CNR 35/73 | °C | > 30 |

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mano o a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato d'efficienza, tali macchine devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare raffreddamenti superficiali eccessivi e formazioni di crostoni.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi e condotta senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli con ruote metalliche di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate o con compattatori a piastra di dimensioni adeguate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

2.8.2 Modalità di accettazione dei materiali

Per quanto riguarda il misto granulare stabilizzato, le emulsioni bituminose ed il conglomerato bituminoso, ogni singola fornitura dovrà essere accompagnata da certificato che attesti la rispondenza alle prescrizioni tecniche della presente specifica o agli standard di qualità da parte dell'azienda produttrice.

Al fine di controllare le modalità esecutive, si potranno eseguire le verifiche delle caratteristiche Marshall su provini confezionati con campioni di conglomerato prelevati alla stesa o all'impianto e precisamente:

- peso di volume (Norma CNR B.U. n.40 del 30.03.73);
- percentuale dei vuoti (Norma CNR B.U. n.39 del 20.03.73);
- stabilità e scorrimento Marshall (Norma CNR B.U. n.30 del 15.03.73).

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 30 di 43 | Rev. |
| | 1 |

3 SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI

3.1 Tubazioni in HDPE

3.1.1 Caratteristiche dei materiali

Le tubazioni in HDPE fessurate e non, dovranno essere conformi alle norme UNI 7611 tipo 312, per quanto riguarda tipi, dimensioni, requisiti ed alla norma UNI 7615 per i metodi di prova.

La parte filtrante dovrà essere fessurata perpendicolarmente all'asse (finestratura plurima) per una percentuale non inferiore al 7% della superficie laterale del tubo, con le fessure alternate tra loro per ridurre la perdita di resistenza allo schiacciamento. La larghezza delle fessure drenanti dovrà essere di circa 0,7 mm.

I tubi in HDPE devono essere contrassegnati con il marchio dell'Istituto Italiano dei Plastici, con la norma UNI di riferimento e con le caratteristiche dimensionali.

Le dimensioni geometriche dovranno essere quelle indicate in progetto.

Le giunzioni dei tubi e dei raccordi in HDPE, per le tubazioni costituenti la colonna di produzione dei dreni verticali, devono essere effettuate mediante innesti filettati Maschio/Femmina ricavati sullo spessore.

Le giunzioni dei tubi, per assemblare la colonna di varo per la posa in opera del dreno orizzontale, si eseguirà mediante saldatura di testata per polifusione con termoelementi, con manicotto dielettrico o con manicotto idraulico.

3.1.2 Saldature tubi in HDPE

La giunzione dei tubi, dei raccordi, dei pezzi speciali devono essere conformi alle corrispondenti prescrizioni UNI EN 12201-1÷5/04 e devono essere realizzata, a seconda dei casi, mediante:

- saldatura di testa per fusione, mediante elementi riscaldanti (termoelementi) in accordo a UNI 10520/97;
- saldatura per fusione, mediante raccordi elettrosaldabili in accordo a UNI 10521/97.

Prima della saldatura i tubi di polietilene dovranno essere perfettamente puliti con adeguate attrezzature da qualsiasi materiale estraneo che possa viziare il futuro esercizio della condotta.

Sulle teste da saldare la pulizia dovrà avvenire sia all'esterno che all'interno per almeno 10 cm di lunghezza.

Eventuali deformazioni o schiacciamenti delle estremità dovranno essere eliminate con tagli o corrette utilizzando le ganasce della macchina saldatrice. Le superfici da collegare con manicotto elettrico (elettrosaldabile) dovranno essere preparate esclusivamente a mezzo di apposito raschiatore meccanico per eliminare eventuali ossidazioni della superficie del tubo.

Le macchine ed attrezzature usate per il montaggio delle tubazioni in polietilene dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L..

I tubi da saldare dovranno essere appoggiati su appositi rulli di scorrimento ed essere tenuti dalla stessa attrezzatura in posizione perfettamente coassiale. Prima

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 31 di 43 | Rev. |
| | 1 |

della saldatura, se le facce da unire non si presentano perfettamente parallele e combacianti, le estremità dovranno essere intestate con apposita attrezzatura a rotelle in maniera da rispondere a questo requisito.

Prima della saldatura le tubazioni dovranno essere perfettamente asciutte, prive di qualsiasi traccia di umidità.

Nel corso della saldatura e per tutto il tempo di raffreddamento, la zona interessata dovrà essere protetta da sole diretto, pioggia, neve, vento e polvere. La gamma di temperatura dell'ambiente ammessa durante le operazioni dovrà essere compresa fra 0 e 40 gradi centigradi.

A saldatura avvenuta la protezione dovrà garantire un raffreddamento graduale ed il sistema di bloccaggio dei tubi sulla macchina saldatrice dovrà garantirne la ferma posizione fino a raffreddamento.

La sezione dei cordoni di saldatura dovrà presentarsi uniforme, di superficie e larghezza costanti, senza evidenza di soffiature od altri difetti.

3.1.3 Accettazione

Ogni singola fornitura dovrà essere accompagnata da certificato che attesti la rispondenza agli standard di qualità da parte dell'azienda produttrice.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 32 di 43 | Rev. |
| | 1 |

3.2 Tubazioni in HDPE tipo Schumacher

3.2.1 Caratteristiche dei materiali

Le tubazioni SCHUMASOIL® sono in polietilene poroso dovranno essere fornite internamente rinforzate con un telaio sempre in HDPE secondo quanto riportato negli elaborati progettuali.

La scelta di utilizzare una tubazione filtro tipo Schumasoil® deriva dall'impossibilità di mettere in opera materiale drenante, quale pre-filtro, nell'intorno del dreno. La tubazione Schumasoil® dovrà essere del tipo VBL4, indicata per depositi a componente predominante sabbiosa-limosa.

Nella **Tabella 3.2.1/A** sono sintetizzate le caratteristiche della tubazione filtro in relazione ai diversi diametri disponibili in commercio (come riportato nel catalogo USF Schumacher, 1998), con evidenziata la tipologia utilizzata in progetto.

| SCHUMASOIL VBL4 | Unità di misura | Caratteristiche | | |
|---|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------------|
| | | 75/60 (50) | 125/100 (83) | 180/150 (133) |
| Utilizzo in base a permeabilità | (m/s) | 1,0E-07 < k < 1,0E-05 (sabbie-limose) | | |
| Tipologie di VBL4 | | 75/60 (50) | 125/100 (83) | 180/150 (133) |
| Diametro Esterno | (mm) | 75 | 125 | 180 |
| Diametro interno | (mm) | 60 | 100 | 150 |
| Diametro interno rinforzato | (mm) | 50 | 83 | 133 |
| Peso per 1 m rinforzato | (kg) | 1,2 | 3,3 | 5,9 |
| Porosità | (%) | 45 | | |
| Area superficiale libera | (%) | 36 | | |
| Dimensione media dei pori | (µm) | 80 | | |
| Dimensione massima dei granuli passanti | (µm) | ≤40 | | |
| Coefficiente di permeabilità | (m/s) | 3,1E-04 | | |
| Temperatura massima d'esercizio | (°C) | 80 | | |
| Colore | - | Bianco | | |
| Materiale | - | HDPE | | |

Tab. 3.2.1/A – Caratteristiche filtro Schumasoil VBL4

3.2.2 Accettazione

Ogni singola fornitura dovrà essere accompagnata da certificato che attesti la rispondenza agli standard di qualità da parte dell'azienda produttrice.

Qualora necessario si eseguiranno prove di laboratorio che attestino i valori delle caratteristiche fisico-meccaniche dichiarati.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 33 di 43 | Rev. |
| | 1 |

3.3 Tubazioni in acciaio

Scopo del presente paragrafo è fornire le prescrizioni cui attenersi per la fornitura delle colonne metalliche da utilizzare, eventualmente, per la separazione idraulica dei livelli idrici attraversati durante la perforazione sia che si utilizzi l'acciaio inossidabile sia che venga utilizzato l'acciaio rivestito esternamente con strato bituminoso.

3.3.1 Caratteristiche dei materiali

Le tubazioni in acciaio inox dovranno avere codice ANSI B36.10, il materiale dovrà rispondere alle norme ASTM A312 TP316.

Qualora si utilizzino tubi in acciaio rivestito con saldatura essi dovranno essere in acciaio al carbonio (Fe 360 o superiori UNI 6363) rivestiti esternamente con resine epossidiche.

In entrambi i casi, le tubazioni saranno portate in cantiere nelle lunghezze e nelle dimensioni predeterminate da progetto.

3.3.2 Accettazione

Ogni singola fornitura dovrà essere accompagnata da certificato che attesti la rispondenza agli standard di qualità da parte dell'azienda produttrice.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 34 di 43 | Rev. |
| | 1 |

3.4 Miscela cemento/bentonite

La miscela cemento-bentonite dovrà essere utilizzata, per la cementazione dei fori d'ingresso e d'uscita delle opere drenante, per il riempimento delle cavità lasciate dai sondaggi a carotaggio continuo realizzati preliminarmente all'opera e per la cementazione relativa all'esecuzione dei dreni verticali.

L'impresa dovrà confezionare, con un adeguato impianto di miscelazione, una malta utilizzando cemento, bentonite ed additivi miscelandoli con acqua seguendo i rapporti di peso richiesti.

3.4.1 Caratteristiche dei materiali

Normativa di riferimento

- Legge n.595 del 26/5/1965: "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici";
- Legge n.1086 del 5/11/1971 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Decreto Ministeriale dei Lavori Pubblici 9/1/1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- Decreto Ministeriale dell'Industria 13/9/1993 "Abrogazione di alcune disposizioni contenute del D.M. 3/6/1968 concernente nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi";
- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.252 del 15/10/1996 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996;
- Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale "Linee guida sul calcestruzzo strutturale" del 10/12/1996.
- Norma Europea UNI EN 206-1: "Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità"

Cemento

I cementi utilizzati devono essere conformi alla normativa UNI-EN 197-1.

Dovrà essere utilizzato un cemento ad alta resistenza all'attacco dei solfati e classe di consistenza "Fluida".

Acqua di impasto

Dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche e rispondente ai requisiti stabiliti dalle norma UNI 8981/7.

In particolare l'acqua di impasto non dovrà contenere componenti dannosi in quantità tali da risultare nocivi alla presa, all'indurimento ed alla durabilità del calcestruzzo o causare la corrosione dell'armatura. L'acqua dovrà avere un contenuto di sali disciolti inferiore a 1 g/l; in merito al contenuto di ioni cloruro si dovrà far riferimento ai limiti imposti dalla norma UNI 8981/5.

In generale l'acqua potabile possiede i requisiti richiesti.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 35 di 43 | Rev. |
| | 1 |

Additivi

Gli additivi dovranno essere conformi ai requisiti delle norme UNI 7101-7120 e della UNI 8145.

Possono essere utilizzati anche additivi conformi alla EN 934-2.

Bentonite

La scelta del tipo di bentonite dovrà essere effettuata in considerazione all'affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

La bentonite dovrà essere in polvere, priva di grumi e di sostanze estranee che possano pregiudicare la qualità del prodotto finale, non dovranno presentare caratteristiche di nocività, tossicità e non dovranno contenere sostanze inquinanti.

La bentonite da usarsi dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

| | |
|---|----------------------|
| • residuo al vaglio da 10 000 maglie/cm ² | ≤ 1% |
| • umidità | ≤ 15% |
| • limite liquido | ≥ 440% |
| • viscosità Marsh, sospensione al 6% in acqua distillata | ≥ 40" |
| • decantazione della sospensione al 6% in 24 ore | ≤ 2% |
| • acqua separata per pressofiltrazione di 450 cm ³ di sospensione al 6% in 30 minuti primi alla pressione di 700 kPa (7 kg/cm ²) | ≤ 18 cm ³ |
| • pH dell'acqua filtrata | 7 ÷ 9 |
| • spessore del "cake" sul filtro della filtropressa | ≤ 2,5 mm |

3.4.2 Dosaggi miscela bentonitica

Il dosaggio della bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, sarà, in linea generale, compreso tra il 5% e il 10%.

Il dosaggio del cemento, espresso sempre come percentuale in peso rispetto all'acqua, sarà, in linea generale, compreso tra il 25% ed il 50%.

In ogni caso l'esatta composizione del fango sarà studiata direttamente dall'Appaltatore mediante opportune prove di laboratorio, condotte su campioni realizzati utilizzando i prodotti commerciali (cemento, bentonite o similari) e l'acqua disponibile in cantiere. Ove necessario, per raggiungere le prestazioni di seguito prescritte, saranno utilizzati opportuni additivi.

Inoltre, qualora le concentrazioni di prodotti chimici nell'acqua di falda siano rilevanti, si dovranno prevedere delle prove di laboratorio per la verifica della compatibilità dei prodotti impiegati per la realizzazione della miscela bentonitica con le condizioni esistenti in sito.

L'esatta composizione del fango cemento-bentonite autoindurente verrà definita con riferimento a parametri caratteristici raggruppabili in due distinte categorie:

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 36 di 43 | Rev. |
| | 1 |

- parametri con limiti di accettabilità rigidi strettamente correlati alla funzionalità della miscela plastica, nel seguito definiti “parametri funzionali”;
- parametri con limiti di accettabilità indicativi correlati alla esecutività delle lavorazioni, nel seguito definiti “parametri esecutivi”.

In particolare i parametri caratteristici del fango cemento-bentonite risultano:

| PARAMETRI FUNZIONALI | |
|-------------------------------|--|
| – permeabilità ³ : | a 60 gg $K \leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s |
| PARAMETRI ESECUTIVI | |
| – tempo di inizio presa | <8-10 h |

I risultati delle prove di caratterizzazione della miscela dovranno essere sottoposti al Committente per l'approvazione del dosaggio più appropriato.

3.4.3 Accettazione

Giacché le lavorazioni che impegnano l'utilizzo di miscele cemento-bentonite sono di modesta entità, l'accettazione della miscela può avvenire per mezzo delle sole prove in laboratorio di permeabilità su campioni di miscela prelevati dall'impianto di produzione durante il getto, evitando, in tal modo verifiche in sito.

In caso di risultati dubbi si potranno richiedere ulteriori verifiche, sia in corso d'opera che al termine dei lavori.

³ Si prevede una verifica della permeabilità intermedia a 28 giorni

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 37 di 43 | Rev. |
| | 1 |

3.5 Fluidi di perforazione per realizzazione dreni orizzontali

3.5.1 Caratteristiche dei materiali

Trattandosi di un'opera di drenaggio, dovrà essere necessariamente escluso l'impiego di fanghi bentonitici come fluidi di perforazione, perciò dovranno essere preferite miscele costituite da acqua e polimeri biodegradabili (o similari).

Tali miscele dovranno:

- essere biodegradabili, atossiche, non pericolose e/o nocive, nonché compatibili con la qualità delle acque di prima falda;
- garantire un perfetto isolamento idraulico temporaneo dei livelli idrici attraversati e la stabilità del foro, per tutta la durata delle attività di perforazione, retroalesaggio ed installazione del dreno;
- garantire la riduzione dell'attrito durante la fase di perforazione;
- garantire la riduzione dell'attrito tra la condotta ed il terreno durante la fase di tiro-posa;
- consentire il trasporto, nelle apposite vasche di accumulo, del materiale di risulta in sospensione (*cuttings*);
- non alterare la permeabilità dell'acquifero.

3.5.2 Accettazione

Ogni singola fornitura dovrà essere accompagnata da certificato che attesti la rispondenza agli standard di qualità da parte dell'azienda produttrice.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 38 di 43 | Rev. |
| | 1 |

3.6 Manifatti prefabbricati in calcestruzzo ed in C.A.

3.6.1 Caratteristiche dei materiali ed accettazione

I pozzetti d'ispezione, d'incrocio, di salto, di cacciata, di manovra, di sfiato di scarico e simili, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto, sia che si tratti di manifatti realizzati in opera che prefabbricati.

La progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute nel Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici del 3 dicembre 1987, nonché nella circolare 16 marzo 1989 n. 31104 e ogni altra disposizione in materia. I manifatti prefabbricati utilizzati e montati dall'Impresa costruttrice dovranno appartenere ad una delle due categorie di produzione previste dal citato Decreto e precisamente: in serie "dichiarata" o in serie "controllata".

Ogni fornitura di manifatti prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manifatti stessi. I manifatti dovranno essere chiaramente identificabili tramite marchiatura.

I pozzetti prefabbricati di ispezione o di raccordo componibili, per fognature, in calcestruzzo vibrocompreso, dovranno sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni componente, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati in cui le giunzioni degli innesti, degli allacciamenti e delle canne di prolunga dovranno essere a tenuta ermetica affidata, se non diversamente prescritto, a guarnizioni di tenuta in gomma sintetica con sezione area non inferiore a 10 cmq, con durezza di $40 \pm 5^\circ$ IHRD conforme alle norme UNI EN 681-1/97, DIN 4060, ISO 4633, pr EN 681.1, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione.

I pozzetti dovranno essere a perfetta tenuta idraulica e tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lettere B), D), E), della Legge 10-05-1976, n. 319, recante le norme per la tutela delle acque

I manifatti prefabbricati in serie dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato.

3.6.2 Accettazione

Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, né prove di carico dei componenti isolati, se accompagnati da un certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione e attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale. Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata si deve verificare che esista una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 39 di 43 | Rev. |
| | 1 |

3.7 Chiusini in ghisa sferoidale

3.7.1 Caratteristiche dei materiali

I dispositivi di chiusura e coronamento dovranno essere in ghisa sferoidale (GJS come da norma EN 1563).

A posa avvenuta, la superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi a perfetta quota del piano stradale finito (se non diversamente prescritto dagli elaborati progettuali).

Tutti i dispositivi di chiusura e coronamento dovranno essere fabbricati secondo norma UNI EN 124 ed in particolare dovranno recare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- il marchio di un ente certificatore terzo;
- la sigla UNI EN 124;
- la classe di resistenza corrispondente (minimo D400);
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante ed il luogo di fabbricazione in codice.

3.7.2 Accettazione

Ogni singola fornitura dovrà essere accompagnata da certificato che attesti la rispondenza agli standard di qualità da parte dell'azienda produttrice.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 40 di 43 | Rev. |
| | 1 |

3.8 Teli in LDPE

Nel presente capitolo vengono riportate le caratteristiche fisico-chimiche dei teli in LDPE, che dovranno essere eventualmente utilizzati come deposito impermeabilizzato temporaneo dei cumuli di terreno derivante dalla risulta degli scavi.

3.8.1 Caratteristiche dei materiali

La geomembrana, costituita da una struttura in fibre plastiche ordite e successivo trattamento superficiale, deve garantire le seguenti caratteristiche:

- impermeabilità;
- resistenza agli agenti chimici e ai microrganismi presenti nel terreno;
- stabilizzazione ai raggi UV;
- resistenza meccanica.

Le caratteristiche fisiche e meccaniche dovranno essere quelle contenute nella Tab. 3.8.1.

In particolare saranno utilizzati i teli in LDPE con peso 200÷300 g/m².

Tabella 3.8.1 Caratteristiche fisiche e meccaniche

| <i>Parametro</i> | <i>Valori di riferimento</i> | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Peso | <i>200÷300 g/m²</i> | <i>300÷450 g/m²</i> |
| Resistenza a trazione | <i>10÷25 kN/m</i> | <i>15÷30 kN/m</i> |
| Resistenza alla lacerazione | <i>250 N long. 150 N trasv.</i> | <i>300 N long. 200 N trasv.</i> |
| Allungamento a rottura | <i>> 500 %</i> | <i>> 500 %</i> |
| Resistenza a punzonamento statico | <i>2 kN</i> | <i>3 kN</i> |
| Resistenza alle temperature | <i>da -40°C a +80°C</i> | <i>da -40°C a +80°C</i> |

3.8.2 Modalità di posa in opera e controlli sui materiali

I fogli in LDPE potranno essere presaldati in stabilimento in modo da ottenere fogli di dimensioni tali da ridurre al minimo le operazioni di messa in opera.

L'Appaltatore preciserà la larghezza dei teli in relazione alla sua metodologia di posa.

Per il fondo del deposito la continuità dei teli deve essere garantita mediante saldatura; non è ammessa la giunzione per sovrapposizione di teli contigui.

Per la copertura dei cumuli è ammessa la sovrapposizione di teli contigui. La sovrapposizione dovrà essere di almeno 2 m e fatta in modo tale da evitare l'infiltrazione delle acque all'intercapedine. L'ancoraggio laterale dei teli e delle

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB | | | | | | | | | |
| SPC. 65-BD-E-94006 | | | | | | | | | | |
| Fg. 41 di 43 | Rev. | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | 1 | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

sovrapposizioni dovrà essere fatto mediante opportuna zavoratura costituita da sacchetti riempiti di sabbia, vecchi pneumatici o similari.

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà sottoporre all'approvazione del Committente il materiale commerciale che intende utilizzare.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 42 di 43 | Rev. |
| | 1 |

3.9 Materiale per drenaggi

3.9.1 Caratteristiche dei materiali

Il manto drenante per i dreni verticali, che serrà fornito nelle granulometrie richieste, sarà di origine alluvionale e di natura silicea.

I singoli elementi dovranno avere forma arrotondata o sub-arrotondata; saranno lavati e costituiti da elementi sani e tenaci, privi di parti alterate o alterabili.

Il materiale dovrà inoltre possedere le seguenti caratteristiche:

- permeabilità nettamente superiore a quelle del terreno naturale da drenare;
- frazione di fino (passante al setaccio n.200 della serie ASTM; $d=0.074$ mm) non superiore al 5%.

Il materiale granulare sarà posto in opera dalla superficie del terreno mediante un tubo convogliatore di diametro tale da consentire il libero flusso del materiale, evitando qualsiasi problema di segregazione; a tal fine l'interno del tubo convogliatore dovrà essere pulito e privo di strozzature.

3.9.2 Accettazione

Il materiale drenante dovrà essere accompagnato da opportune certificazione che attestino la rispondenza alle caratteristiche richieste in progetto.

| | |
|---------------------------|------------------|
| COMMESSA 1265Q0 | UNITA' RISAMB |
| SPC. 65-BD-E-94006 | |
| Fg. 43 di 43 | Rev. |
| | 1 |

3.10 Fune in acciaio inox per la posa in opera dell'elettropompa

Nel presente paragrafo si descrivono le caratteristiche della fune metallica da inserire all'interno della colonna di produzione del dreno orizzontale finalizzata alla posa in opera dell'elettropompa sommersa.

3.10.1 Caratteristiche del materiale e posa in opera

La fune in acciaio inossidabile AISI 316 dovrà possedere, oltre le qualità di resistenza alla corrosione, anche una buona resistenza alla rottura, alla fatica ed all'usura che ne consentano di poter sorreggere il peso dell'elettropompa sommersa e del relativo completamento durante la fase di posa in opera e dell'eventuale successivo sfilamento.

La fune, di diametro ca 3 mm, dovrà avere una lunghezza almeno doppia rispetto a quella della colonna di produzione del dreno orizzontale e dovrà essere posta in opera all'interno della stessa colonna preassemblata.

Successivamente alla posa in opera dell'elettropompa, la fune dovrà essere alloggiata nei due pozzetti alle estremità del dreno orizzontale ed arrotolata in 2 idonei tamburi avvolgicavi, in modo tale che la lunghezza disponibile in ciascun tamburo sia pari ad almeno la metà della lunghezza della colonna di produzione.

3.10.2 Accettazione

Ogni singola fornitura dovrà essere accompagnata da certificato che attesti la rispondenza agli standard di qualità da parte dell'azienda produttrice.