



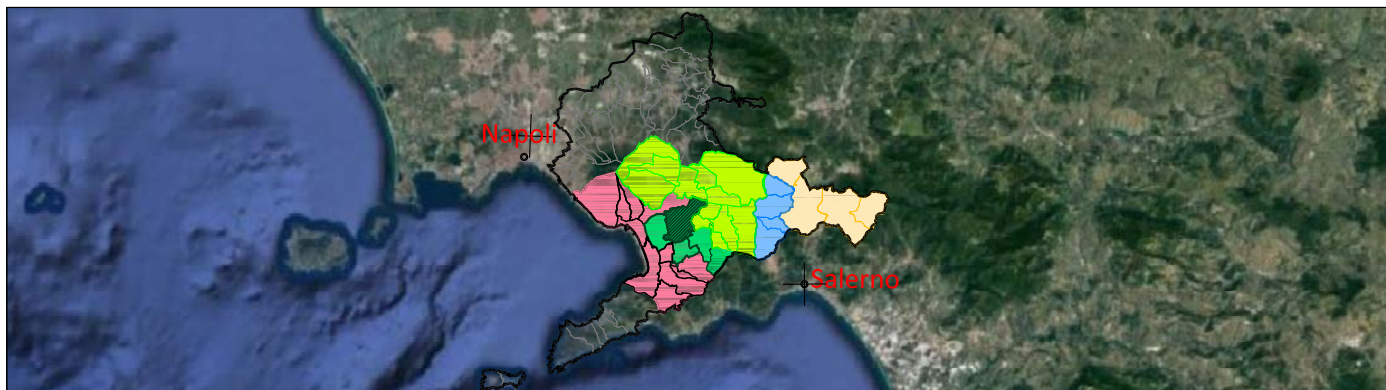
ENTE IDRICO
CAMPANO

FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione

GORI

Piano Operativo Ambiente FSC 2014-2020
Sottopiano - "Interventi per la tutela del territorio e delle acque"
Accordo di programma per la realizzazione di interventi di miglioramento del Servizio Idrico
Integrato di cui alla procedura di infrazione n. 2014/2059



Comprensorio Depurativo Medio Sarno Sub 2-3
Comune di Nocera Inferiore
Completamento della rete fognaria - 2° LOTTO

GORI

UNITA' INVESTMENT,
PROGRAM & SERVICES

INT. 7308

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato:

13

Titolo:

**Disciplinare descrittivo e prestazionale
degli elementi tecnici: microtunnelling**

Scala:

-

Rev	Motivo della revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
0	Emissione per approvazione	Dicembre 2021	CAIANIELLO	CAIANIELLO	NAPOLI

Esecuzione delle Opere

Prestazioni Specialistiche

Il Progettista

CNC Ingegneri s.r.l.

Il R.U.P.

ing. Federica Mancieri

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

INDICE

PREMESSA	2
I. PROVENIENZA, QUALITA' E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	2
I.1 Norme generali	2
II. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
III. ESECUZIONE DI OPERE SENZA SCAVO (NO-DIG) CON LA TECNICA DEL MICROTUNNELLING	7
III.1 Generalità microtunnelling	7
III.2 Modalità di esecuzione delle opere	8
III.2.1 Pozzi di spinta e di recupero	9
III.2.2 Tubi in c.a. per posa a spinta	11
III.3 Requisiti tecnici richiesti per le postazioni di trivellazione e microtunnelling	15
III.4 Configurazione geometrica e tolleranze di costruzione	16
III.5 Requisiti del sistema costruttivo "microtunnelling"	17
III.6 Miscela bentonitica di perforazione	18
III.7 Miscela cementizia di intasamento "tubo-terreno"	19
III.8 Documenti tecnici richiesti all'appaltatore	19
III.8.1 Documentazione tecnica illustrativa	19
III.9 Verifiche sulla compatibilità del sistema costruttivo	20
III.10 Verifiche strutturali e di stabilità	21
III.11 Controlli e accettazione dei lavori per le postazioni	22
III.11.1 Controlli durante la realizzazione	22
III.11.2 Controlli sul microtunnelling in corso di esecuzione dei lavori	22
III.11.3 Controlli sulle postazioni in corso di esecuzione dei lavori	23
III.11.4 Accettazione delle opere a lavori ultimati	23

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

PREMESSA

Il presente Disciplinare ha lo scopo di precisare, sulla base delle caratteristiche e specifiche tecniche dei materiali, i contenuti prestazionali delle opere da realizzare e delle tecnologie da utilizzare per la posa in opera di collettori fognari con tecnologia microtunnelling.

I lavori riguardano la costruzione di tutte le opere necessarie per la realizzazione del microtunnelling e, in particolare, delle postazioni di trivellazione consistenti in pozzi di spinta e pozzi di recupero a tenuta idraulica.

Nel loro complesso, le opere oggetto del presente Disciplinare saranno denominate nel seguito con la dizione "microtunnelling".

In accordo agli elaborati di progetto e con i requisiti tecnici richiesti, la struttura "microtunnelling" dovrà risultare idonea, dal punto di vista funzionale e dimensionale, per il convogliamento delle acque reflue.

Considerato che il requisito principale dell'opera consiste nella tenuta idraulica, sia interna che esterna, l'Appaltatore dovrà mettere in opera durante la costruzione, tutti gli accorgimenti e gli apprestamenti necessari per garantire la tenuta idraulica del sistema nel suo insieme (pozzi a tenuta idraulica, giunti di tenuta tra gli elementi tubolari del collettore, utilizzo di una fresa a bilanciamento di pressione idrostatica, ecc.).

I. PROVENIENZA, QUALITÀ E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

I.1 Norme generali

L'Appaltatore è obbligato a notificare in tempo utile alla Direzione dei lavori, ed in ogni caso 10 giorni prima dell'impiego, la provenienza dei materiali per il regolare prelievo dei relativi campioni da sottoporsi, a spese dell'Appaltatore, alle prove e verifiche che la Direzione Lavori ritenesse necessarie prima di accettarli. L'Appaltatore ha facoltà di assistere alle prove o di farsi rappresentare.

L'Appaltatore dovrà approvvigionare i materiali in modo da assicurare il regolare avanzamento dei lavori e la loro ultimazione nel rispetto dei programmati tempi contrattuali.

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nei successivi appositi paragrafi; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e dovranno soddisfare i requisiti richiesti dall'Elenco Prezzi. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori.

A prescindere dai controlli di competenza del committente e di quelli ulteriori che il Committente deciderà di effettuare, la responsabilità circa la qualità dei materiali utilizzati è comunque da intendersi a completo carico dell'Appaltatore, essendo quest'ultimo tenuto a controllare e a garantire che la totalità dei materiali risponda alle caratteristiche prescritte.

Qualora la documentazione fornita dall'Appaltatore fosse ritenuta dal Committente non sufficiente per la caratterizzazione dei materiali, l'Appaltatore dovrà eseguire ulteriori prove e

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

verifiche.

L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo all'esecuzione delle prove sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle su campioni prelevati in corso d'opera, da inviare ad un laboratorio individuato in accordo con il Committente e/o ad un laboratorio ufficiale, aventi i requisiti previsti dalla legislazione vigente. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione, munendo gli stessi di sigilli e firma del Committente e dell'Appaltatore, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

I campioni dei materiali prescelti restano depositati presso gli uffici di cantiere in luogo indicato dalla Direzione Lavori.

In mancanza di riferimenti si richiamano, per l'accettazione, le norme contenute nel "Capitolato generale d'Appalto per le opere di competenza del Ministero dei Lavori Pubblici" di cui al D.P.R. 19 aprile 2000, n. 145, purché le medesime non siano in contrasto con quelle riportate nel presente disciplinare, e si richiama altresì la normativa specifica vigente (leggi speciali, norme UNI, CEI, CNR, ICITE, DIN, ISO).

Le aziende produttrici di tutti i materiali dovranno essere certificate secondo le norme internazionali di assicurazione di qualità ISO 9001/CEN 29001 o ISO 9002/CEN 29002. L'Impresa ha l'obbligo di presentare detti certificati su richiesta della D.L..

Qualora la Direzione Lavori denunci una qualsiasi provvista come non idonea all'impiego, l'Appaltatore dovrà sostituirla a proprie spese con altra che corrisponda alle qualità dovute.

La Direzione dei lavori potrà rifiutare in qualunque tempo anche i materiali che fossero deperiti dopo l'introduzione nel cantiere o che, per qualsiasi causa, non fossero conformi alle condizioni del contratto e l'Appaltatore dovrà tempestivamente rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese. Ove l'Appaltatore non effettuasse tale rimozione la Stazione appaltante potrà provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore medesimo, a carico del quale resta anche qualsiasi danno che potrebbe derivare per effetto della rimozione eseguita d'autorità.

L'accettazione in cantiere dei materiali e delle provviste in genere da parte della Direzione Lavori non pregiudica il diritto della Direzione stessa, in qualsiasi momento, anche dopo la posa in opera e fino ad avvenuto collaudo, di rifiutare i materiali e gli eventuali lavori eseguiti con essi, ove non venga riscontrata la piena rispondenza alle condizioni contrattuali o ai campioni; inoltre, nonostante l'accettazione del materiale e il superamento delle prove prescritte e/o richieste, l'Appaltatore rimane sempre unico garante e responsabile della riuscita dei lavori anche per quanto può dipendere dai materiali impiegati nella esecuzione dei lavori stessi.

Se l'Appaltatore, senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei Lavori, impiegherà materiali di dimensioni, consistenza o qualità inferiori a quelle prescritte, l'opera potrà essere rifiutata e l'Appaltatore sarà tenuto a rimuovere a sua cura e spese detti materiali, ed a rifare l'opera secondo le prescrizioni, restando invariati i termini di ultimazione contrattuale.

Inoltre, nella loro esecuzione, in mancanza di particolari disposizioni, l'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente alle disposizioni che verranno impartite all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori.

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

Tutte le spese per il prelevamento, la conservazione e l'inoltro dei campioni ai laboratori ufficiali, nonché le spese per il ripristino dei manufatti o impianti che si siano eventualmente dovuti manomettere, sono a completo carico dell'Appaltatore, che dovrà assolverle direttamente.

Le prescrizioni precedenti non pregiudicano i diritti della Stazione appaltante in sede di collaudo.

II. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione delle opere, dal punto di vista tecnico, l'Appaltatore dovrà rispettare le norme di seguito elencate e quelle che esse richiamano, nonché le successive modifiche e/o integrazioni, le cui prescrizioni devono essere considerate contrattualmente vincolanti.

Situazioni particolari e innovazioni tecnologiche potranno consentire limitate deroghe che, in ogni caso, dovranno essere giustificate da fondate considerazioni teoriche ed adeguate sperimentazioni ed approvate dal Direttore dei Lavori.

Microtunnell

- ATV 161 "Rules and standard. "Static calculation of driven pipes" .
- ATV A 125 "Istruzioni relative alla posa sotterranea di condotte mediante tecniche tipo trenchless".
- UNI/PdR 26.2:2017 - Prassi di riferimento: Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale - Posa di tubazioni a spinta mediante perforazioni orizzontali
- DIN 18319 "Condizioni tecniche generali di contratto per lavori di posa a spinta di tubi"
- Euronorm 88-1-2

Conglomerato cementizio armato

- NTC 2018 – Nuove norme sismiche per il calcolo strutturale Approvate con Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018. Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni (NTC2018), di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186;
- D.P.R. 06/06/2001 n. 380, "Testo Unico per l'Edilizia", e s.m.i. e, per tutti i campi di applicazione non riferibili al "Testo unico", Legge 05/11/1971 n.1086 recante "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica", e Legge 02/02/1974 n. 64, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- "Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo", pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, febbraio 2008, e, per quanto non in contrasto con il Decreto Ministro delle Infrastrutture del 14 gennaio 2008, "Linee Guida sul calcestruzzo strutturale", edite da Servizio Tecnico Centrale -

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, dicembre 1996;

- Legge n. 595 del 26/5/1965: "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici";
- Decreto del Ministero delle infrastrutture 11 aprile 2007, "Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione recepita con D.P.R. 21/04/1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati";
- Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, "pH - Electrometric Method";
- UNI EN 206-1- Classi di esposizione per calcestruzzo strutturale, in funzione delle condizioni ambientali;
- Regolamento (UE) N. 305/2011

Bentonite

- ASTM D4380, "Standard Test Method for Density of Bentonit Slurries";
- ASTM D4381, "Sand content by Volume of Bentonit Slurries";
- ASTM D1143-81, "Standard Test Method for piles static and compressive load";
- UNI EN 1997-1:2005, "Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali"

Tubi di calcestruzzo armato

In aggiunta alle norme delle precedenti sezioni fanno parte integrante del presente disciplinare, seppur non materialmente allegate, le seguenti norme richiamate e i relativi aggiornamenti:

- UNI EN 1916 "Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali".
- DIN 4035 "Tubi in cemento armato, condotte forzate in cemento armato e relativa raccorderia in cemento armato".
- UNI 11417 "Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo".
- EN 681.1 "Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata.
- ISO 4633: 2015. Guarnizioni di gomma - Anelli di giunzione per tubazioni di approvvigionamento idrico, drenaggio e fognatura - Specifiche per i materiali
- ISO 3302-1:2014. Rubber -- Tolerances for products Dimensional tolerances
- D.M. 12-12-85 - Norme tecniche relative alle tubazioni;
- Circolare LL.PP. 27291 - Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni;
- UNI 7517 - Guida per la scelta della classe dei tubi sottoposti a carichi esterni e funzionanti con o senza pressione interna;

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	--

- DIN 4032 – Tubi in calcestruzzo e pezzi speciali di raccordo.

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	---	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

III.ESECUZIONE DI OPERE SENZA SCAVO (NO-DIG) CON LA TECNICA DEL MICROTUNNELLING

III.1 Generalità microtunnelling

Il metodo per la posa in opera di condotte fognarie, senza necessità di scavo con sezioni non ispezionabili, denominato «microtunnelling» consiste nel fare avanzare a spinta tubazioni rigide di qualsiasi diametro per lunghi tratti, dentro una microgalleria nel sottosuolo, realizzata da una particolare testa di avanzamento a ruote fresante e teleguidata, collocata in appositi pozzetti.

L'apparecchiatura utilizzata sarà costituita:

- da un container, posto sopra la cameretta di spinta, che contiene il generatore diesel silenziato e tutte le apparecchiature di controllo e monitoraggio della perforazione;
- dall'unità di spinta posizionata all'interno del pozzo di spinta, composta da un telaio che incorpora pistoni idraulici montati su guide parallele, il tutto dimensionato in relazione alla lunghezza e al diametro delle tubazioni da spingere;
- dal microtunneller ovvero uno scudo cilindrico, avente lo stesso diametro esterno delle tubazioni, munito di fresa rotante telecomandata che disgrega il terreno sul fronte di avanzamento, senza causare decompressioni e cedimenti del terreno in superficie; il materiale perforato sarà convogliato all'interno dello scudo del microtunneller dove con uno dei due sistemi di smarino possibili, a coclea o a circolazione idraulica di fanghi, sarà trasportato dal fronte di scavo al pozzo di spinta;
- dal sistema di governo del microtunneller che consentirà di controllare in modo sia automatico che manuale l'avanzamento della fresa rotante garantendo i seguenti valori di accuratezza su un tratto di 100 m di perforazione:
 - ± 30 mm nel piano verticale
 - ± 100 mm nel piano orizzontale

Le tubazioni adatte al microtunnelling devono avere giunzioni non sporgenti rispetto al diametro esterno, e devono resistere alla compressione assiale indotta dalla spinta necessaria all'avanzamento, al carico del terreno ed agli eventuali carichi superficiali ed idrostatici sia interni, nel caso di condotta in pressione, che esterni, dovuti alla eventuale presenza di falda; devono inoltre possedere tutti i normali requisiti richiesti dalla interazione con il fluido trasportato, resistenza all'aggressione chimica e fisica.

L'impianto di cantiere oltre al già citato container, che non richiede allacciamenti a linee elettriche, deve essere composto da una piccola area di servizio, per lo stoccaggio delle tubazioni e delle coclee, oltre che per la piccola cisterna d'acqua e per l'impianto dei fanghi bentonitici, ove necessari.

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

L'esecuzione di condotte fognarie senza la necessità di effettuare scavi a sezione obbligata, presuppone l'uso di tubi e giunti di ottima qualità, rispondenti alle prescrizioni contrattuali e successiva accettazione da parte della direzione dei lavori, adeguate attrezzature idrauliche di spinta ed estrazione del terreno, idonee tecniche di misurazione e comando.

III.2 Modalità di esecuzione delle opere

La posa con microtunnelling (jacking system) delle tubazioni avverrà tra due camerette chiamate di spinta e di recupero.

Si predisporrà inizialmente il pozzo di spinta, dove saranno predisposte le impronte dei fori per le spinte nelle direzioni di progetto; dopo si realizzeranno i pozzi di recupero.

Eseguito il tracciamento con la consueta strumentazione (teodolite o tacheometro) si imposterà la quota di partenza e la direzione della tubazione dal tubo di spinta ai pozzetti di arrivo sull'apparecchio laser posto nel pozzo spinta.

La prima cameretta dovrà essere dimensionata per contrastare lo sforzo dei martinetti idraulici che eseguono la spinta sui tubi, mentre la seconda servirà per il recupero della testa fresante e per una eventuale continuazione della spinta.

Posizionato con la dovuta precisione il ponte, si inizierà la spinta con la sola testa di scavo, la quale nella parte anteriore contiene la fresa intercambiabile, per ottenere la massima resa in funzione delle caratteristiche del terreno.

Durante la spinta, dalla testa dello scavo possono essere iniettati aria compressa, acqua o fanghi bentonitici, il materiale di risulta viene convogliato all'interno della testa e con la coclea incubata trasportato nel cassone sul fondo del pozzo.

Il governo dell'avanzamento sarà ottenuto dalla regolazione di quattro presse idrauliche contenute nella testa di scavo, la progressione dell'avanzamento sarà ricavata dal telerilevamento delle letture fatte sulla mira laser posta all'interno della testa di scavo.

Completata la spinta della testa di scavo e vuotato il cassone del materiale di risulta, si posizionerà la tubazione di cemento armato all'interno della quale è già stata assemblata la coclea incubata con gli spezzoni di tubo e di cavo di comando e rilevamento, si ripristinerà la continuità degli stessi dando inizio alla spinta del «treno» così composto. Tale ciclo si ripete fino a quando si raggiungerà il pozzetto di arrivo dal quale si recupera la testa di scavo.

Durante l'avanzamento della tubazione, il massimo sollevamento verticale del terreno sarà in funzione della distanza tra la generatrice superiore della tubazione da infiggere e la quota inferiore dell'opera da sottopassare. Tale sollevamento verrà stabilito dalla direzione dei lavori per ogni singola tratta di condotta.

Le tolleranze plano-altimetriche per ogni tratto di 100 metri di perforazione, sono ammesse nelle seguenti misure:

- ± 30 mm nel piano verticale;
- ± 100 mm nel piano orizzontale.

La posa delle tubazioni con microtunnelling si differenzia a seconda del metodo utilizzato per l'allontanamento dei detriti prodotti durante la fase della perforazione:

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

- Auger system (sistema di smarino a coclea) dove il trasporto del terreno di scavo avviene tramite una coclea che scarica il materiale su un vagonetto posto nella cameretta di spinta. Questa tecnologia è particolarmente adatta per terreni argillosi, sabbiosi, limosi con presenze occasionali di ciottoli e di pietre di piccole dimensioni.
- Slurry system (sistema di smarino idraulico) indicato per tutti i tipi di terreno, inclusa la roccia dura, e per alti livelli di acqua di falda. Con questa tecnologia i detriti vengono miscelati con acqua di riciclo o con sospensione di bentonite e convogliati ad un serbatoio di sedimentazione.

Le condotte posate saranno poi sottoposte a collaudo secondo le modalità prescritte dalla norma DIN 4033 (pressione di prova di 0,5 bar) mentre la verifica statica delle tubazione deve essere fatta secondo le ATV foglio A161E.

III.2.1 Pozzi di spinta e di recupero

Fornitura e posa in opera di pozzo di spinta e di recupero, tipo autoaffondante o altro. Per qualunque profondità fino a 8 m., incluse le operazioni d'affondamento, il tamponamento sul fondo eseguito anche con iniezioni d'impermeabilizzazioni preventive, l'aggottamento, la sistemazione finale come da disegni per dare l'opera finita a regola d'arte. Il pozzo di spinta dovrà essere rettangolare con dimensioni interne 4,50m x 3,0 m, mentre quello di recupero sarà circolare con diametro interno 3,20 m.

Il pozzo sarà in calcestruzzo armato prefabbricato con spessore delle pareti minimo di 250 mm., soletta superiore spessore minimo 250 mm. con passo d'uomo circolare diametro 620 mm. con chiusino in ghisa a grafite sferoidale classe D400 kN conforme alla norma EN 124 completo di controtelaio.

Gli elementi che compongono il pozzo dovranno essere realizzati con calcestruzzo di cemento ad alta resistenza ai solfati (classe di resistenza caratteristica $R_{ck} > 40$ Mpa).

Sono inoltre comprese le seguenti lavorazioni:

- Tutti gli oneri e predisposizioni relativi alla tecnica di posa mediante autoaffondamento senza abbassamento di falda;
- La demolizione delle pavimentazioni di qualsiasi natura;
- L'eventuale scavo di sbancamento per la zona necessaria all'esecuzione del pozzo;
- Eventuali demolizioni e ricostruzioni di murature, opere in c.a., pozzetti o camerette presenti nella zona interessata dai lavori;
- Eventuali movimenti di materie, asporto e trasporto a discarica di materiali di risulta, compresi gli oneri di smaltimento;
- La costruzione dei cordoli di guida in calcestruzzo gettati in opera o prefabbricati;
- Lo scavo sia meccanico che a mano all'interno degli elementi prefabbricati anche in presenza d'acqua;
- La messa a disposizione del materiale di risulta nello stesso cantiere o in altro all'uopo predisposto secondo le disposizioni dell'autorità competente (compreso eventuale trasporto);
- La formazione del getto di fondo (tampone) in calcestruzzo tipo idrocal $R_{ck} > 25$ N/mm² previa pulizia delle pareti mediante impiego di idonea attrezzatura, quale idropulitrici, onde garantire una buona aderenza;

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

- La formazione della platea in cemento armato dello spessore di 350 mm. e l'esecuzione di giunto water-stop con cordone bentonitico, previo scasso di 50 mm. delle pareti del pozzo per la scanalatura se non predisposta;
- La fornitura e posa in opera di tutti i ferri d'armatura FeB44k necessari all'esecuzione di qualsiasi tipo di getto, spine e ferri di ripresa;
- L'interposizione di giunti atti a garantire la perfetta tenuta idraulica;
- Le giunzioni tra elemento ed elemento in poliuretano espanso impregnato con miscela bituminosa, alloggiata su apposita sede, atte a garantire una perfetta tenuta idraulica sia a breve che a lungo termine;
- Gli eventuali aggettamenti delle acque mediante l'uso di pompe idrauliche;
- L'eventuale predisposizione nelle pareti del pozzo di opportune finestre non armate ed alleggerite per permettere la perforazione delle pareti stesse in fase di spinta e di ogni altro dispositivo atto a garantire la tenuta idraulica tra pozzo e tubazioni;
- La predisposizione d'opportuni dispositivi d'ancoraggio e di vincolo strutturale tra vari elementi del pozzo e di tutti i ganci di sollevamento degli elementi;
- Eventuali ponteggi a qualsiasi altezza necessari all'esecuzione dei lavori;
- La sagomatura del fondo del pozzo in calcestruzzo con ricavo del canale di scorrimento per le acque nere con impiego di fondi fogna in gres a 180° ed il suo rivestimento in mattonelle in gres ceramico;
- Il collegamento con il condotto fognario, compresi eventuali pezzi speciali e guarnizioni;
- Ogni onore per rendere stabile il piano di fondazione alla quota di progetto anche mediante iniezioni cementizie (jet-grouting);
- Ogni onore per realizzare l'affondamento dei pozzi (conci) anche mediante realizzazione di sovraccarichi provvisori esterni da applicare sulla testa dei pozzi;
- Tutti gli oneri relativi all'eventuale difficoltà d'accesso alle strade da parte dei mezzi meccanici, quali autocarri e auto-gru, di portate adeguate necessarie al trasporto e allo scarico di elementi prefabbricati;
- La movimentazione degli elementi da effettuare mediante mezzi (auto-gru) di portata adeguata;
- Tutti i ripristini conseguenti gli eventuali danni di qualsiasi tipo (pavimentazione, marciapiedi, sottoservizi, arredo urbano, etc.) derivati dall'impiego di mezzi meccanici di trasporto e di movimentazione.

Sono inoltre compresi ogni altra lavorazione, fornitura e posa in opera di materiali, onere ed accessori per dare il pozzo in opera eseguito a regola d'arte e secondo le disposizioni della Direzione Lavori. Gli spessori della struttura e la sua armatura dovranno comunque essere adeguati a sopportare carichi stradali di prima categoria, la spinta dei terreni, nonché la spinta delle perforazioni. È compreso l'onere per l'esecuzione delle opere di finitura del pozzo (sigillo, riduzione, passo d'uomo, chiusino, etc.) in tempi successivi le perforazioni sia principali che secondarie (allacciamenti).

Norme di riferimento: UNI 8981 - DM 12.12.85 - UNI 6132 - EN 124 - ATV A 127 - UNI 8520 – NTC2018

L'estensione dell'area di occupazione temporanea a disposizione dell'Appaltatore per il cantiere di costruzione è di circa 10x30 mq.

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

III.2.2 Tubi in c.a. per posa a spinta

III.2.2.1 Generalità

Le tubazioni in cemento previste in progetto sono del tipo "VIBROCOMPRESSE ARMATE" per posa a spinta, dimensionate secondo le norme DIN EN 1916 e DIN V 1201, costituite da condotte con pareti in calcestruzzo, realizzate con cemento ed inerti di idonea pezzatura, armate con doppia gabbia rigida in acciaio, costituita da una spirale continua di diametro e passo variabile, elettrosaldata a filanti longitudinali.

Esse dovranno essere prodotte secondo le norme DIN EN 206, presentando classe di resistenza C40/50 e classe di esposizione XA1.

Il tipo di produzione deve essere con calcestruzzo colato faccia vista e armatura interna a spirale continua doppia in acciaio B450C.

Le tubazioni, senza base piana, dovranno essere complete di:

- giunto costituito da manicotto in acciaio Fe360 verniciato e incorporato nel getto e da una guarnizione in gomma;
- guarnizione adeguata a resistere alla pressione di collaudo, tipo Forsheida F146 cuneiforme;
- anello in legno MDF (o similare) di ripartizione della spinta.
- rivestimento interno di materiale plastico in polietilene ad alta densità (HDPE, spessore minimo 4 mm), capace di resistere all'attacco chimico delle soluzioni saline, acide e alcaline, nonché di solventi quali alcool, esteri e chetoni, e per la resistenza in ambienti da ph 2 a ph 12, senza alcun effetto per le eventuali evaporazioni di solfati e solfuri.
- ganci di sollevamento tipo "DEHA", di opportuna portata calcolata in relazione ai coefficienti di sicurezza previsti dalle vigenti norme di calcolo

La lunghezza dei tubi potrà essere di 2,00 o 3,00 in funzione della tecnica di spinta adoperata dall'Impresa.

III.2.2.2 Caratteristiche costruttive

I tubi dovranno essere fabbricati in stabilimenti di prefabbricazione debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti richiesti in tutti i manufatti prodotti.

Ogni operazione concernente il processo di lavorazione, dal controllo delle materie prime, al confezionamento delle gabbie di armatura, alla costruzione vera e propria del tubo, dovrà essere ripetuta secondo uno schema prestabilito e ben precisato, con procedure che si intendono integralmente trascritte, e alle quali il Produttore dovrà provare, con propria procedura interna controllata, di attenersi.

Di norma i tubi contemplati in progetto saranno prodotti mediante "vibrocompressione", sistema che ha la capacità di garantire i requisiti di continuità, compattezza, uniformità di qualità e di spessore e quindi di prestazioni. Lo stabilimento dovrà essere in grado di poter sformare i tubi

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

solamente quando il conglomerato sarà in grado di sopportare senza alcuno “shock” le sollecitazioni derivanti dalla manipolazione, soprattutto per ciò che riguarda le fessurazioni, le sbeccature e l’ovalizzazione nelle zone nevralgiche degli innesti.

III.2.2.3 Prescrizioni relative alla qualità dei materiali

a) Cemento

Il cemento deve essere conforme a quanto contenuto nelle Normative Nazionali, trasposte dalle Norme Europee. Dovrà essere impiegato il tipo UNI ENV 197/1 tipo IIA-LL 42,5 R e con alta resistenza ai solfati.

b) Inerti

Gli inerti devono essere costituiti da materiali conformi alla norma UNI EN 206-1. Nel confezionamento del calcestruzzo sono impiegati inerti di natura alluvionale tondi e/o frantumati, con dimensione delle ghiaie e dei pietrischi compresa tra 5 e 25 mm. Le sabbie lavate, sono di tipo naturale e provenienti da frantumazione, con pezzatura massima di 4 mm.

c) Acqua d'impasto

L’acqua d’impasto deve essere conforme alle Normative Nazionali trasposte dalle Norme Europee. Essa non dovrà contenere componenti dannosi in quantità pregiudizievoli al getto, all’indurimento, alla presa, alla resistenza, all’impermeabilità, alla durabilità del calcestruzzo o tali da essere causa di corrosione di qualsiasi tipo di acciaio. Acqua potabile o priva di Sali (solfuri, cloruri)

d) Additivi d'impasto - altre aggiunte

Gli additivi d’impasto ed altre eventuali aggiunte devono essere conformi alle Normative Nazionali trasposte dalle Norme Europee. Esse non dovranno contenere componenti dannosi in quantità pregiudizievoli al getto, all’indurimento, alla presa, alla resistenza, all’impermeabilità, alla durabilità del calcestruzzo o tali da essere causa di corrosione di qualsiasi tipo di acciaio.

e) Acciaio per armature

L’acciaio per armature deve essere conforme alle Normative Nazionali trasposte dalle Norme Europee. I tondini di armatura possono essere lisci, ad aderenza migliorata o con nervature, e devono essere saldabili. Le caratteristiche dell’acciaio, comunque, dovranno essere:

Acciaio: Tipo B 450 A

Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$

Modulo elastico $\geq 2.100.000 \text{ kg/cm}^2$

f) Guarnizioni di tenuta

Gli elastomeri che compongono le guarnizioni devono essere in gomma vulcanizzata. Nel caso specifico di possibile contatto con olio lubrificante, con idrocarburi della serie alifatica ed aromatica, e con benzina, le guarnizioni dovranno essere costituite da gomma nitrilica, butadiene o acrilonitrile, sempre comunque nel rispetto della Normativa UNI EN 681.

La miscela della gomma dovrà avere proprietà di resistenza “buona” e/o “eccellente” ad olio, benzina e ai solventi (idrocarburi alifatici - aromatici), con gamma di durezza 40 - 95 (durometro A),

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

e dovrà avere una buona resistenza alle deformazioni permanenti a compressione.

Le guarnizioni di tenuta dovranno avere il profilo tipo DENSO CRET-BM in modo da poter garantire la tenuta idraulica perfetta.

Dovranno essere marchiate dal Fornitore ed integrate nel bicchiere del tubo all'atto della sua costruzione, ed il Produttore dovrà operare con tutte le opportune cure per l'immagazzinamento sia delle guarnizioni stesse che dei tubi già di esse muniti.

g) Calcestruzzo

Il calcestruzzo costituente le pareti dei tubi ed i profili di giunzione, deve essere compatto ed omogeneo. La resistenza caratteristica a compressione f_{ck} deve essere certificata sulla base di prove documentate. Il valore non deve essere comunque inferiore a 50 Mpa (500 kg/cmq).

Nella composizione del calcestruzzo per il confezionamento dei tubi armati, il rapporto acqua/cemento non deve superare 0,45. Il contenuto di cemento non deve essere inferiore a 280 kg/mc.

Quando si effettua la prova in accordo con l'Appendice "F" della Norma Europea UNI EN 1916, l'assorbimento del calcestruzzo non deve superare il 6% della massa.

Classe di esposizione XA1

h) Tubi

I tubi devono essere conformi ai requisiti previsti al momento della consegna, secondo la documentazione di fabbrica e le prove effettuate in accordo con l'Appendice "G" della Norma Europea UNI EN 1916.

i) Finitura

Le superfici funzionali dei profili del giunto devono essere prive di irregolarità che precludano una durabile tenuta dell'assemblaggio. Sono ammesse screpolature all'interno dello strato superficiale di boiaccia, fessurazioni capillari causate dal ritiro o dalla temperatura con una larghezza superficiale non maggiore di 0,15 mm e, per tubi di calcestruzzo armato, fessurazioni residue causate dalle prove ed aventi la stessa larghezza superficiale limite. Prima di misurare le larghezze di eventuali fessurazioni, a discrezione del produttore è ammesso immergere un elemento in acqua per un massimo di 28h.

j) Caratteristiche geometriche

Sono oggetto di questo punto il diametro interno, lo spessore di parete la lunghezza effettiva interna e le caratteristiche geometriche dei profili di giunzione, che devono essere conformi alla documentazione di fabbrica.

k) Armatura

L'armatura dei tubi deve corrispondere alla opportuna resistenza a schiacciamento definita sulla base di calcoli statici di verifica e sulla base del coefficiente di posa delle tubazioni.

Le gabbie di armatura, singole o doppie devono essere solamente di tipo rigido, di forma circolare, avvolte a spirale continua e stabilmente e convenientemente collegate. I tondini di acciaio, disposti lungo la circonferenza, e quelli disposti longitudinalmente, devono essere collegati mediante saldatura, in modo da rendere stabile la spaziatura e la forma della gabbia d'armatura. La percentuale minima della sezione dell'armatura, relativa all'area della sezione longitudinale del

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

corpo del tubo, deve essere di 0,4% per tondini lisci, e 0,25% per i tondini ad aderenza migliorata o con nervature. L'armatura disposta lungo la circonferenza, qualora si volesse maggiore la sezione del filo, mantenendo la stessa superficie resistente, non deve superare l'intervallo regolare di 150 mm al massimo, su tutta la lunghezza del tubo. I tondini longitudinali devono essere posizionati e dimensionati in modo da mantenere la gabbia nella sua configurazione da progetto.

Per armature a doppia gabbia, l'area della sezione dell'armatura esterna, non deve essere inferiore al 60% dell'area della sezione dell'armatura interna. Con un'armatura costituita da una gabbia doppia, i ferri longitudinali devono essere disposti sfalsati fra loro.

l) Copriferro

Lo spessore minimo del copriferro, per l'armatura strutturale, deve essere in relazione alle condizioni di utilizzo, e comunque non inferiore a 20 mm.

m) Rivestimento interno

La tubazione sarà rivestita internamente in liner polietilenico ad alta densità (HDPE) di spessore minimo 4 mm capace di resistere all'attacco chimico delle soluzioni saline, acide e alcaline, nonché di solventi quali alcool, esteri e chetoni, e per la resistenza in ambienti da pH 2 a pH 12, senza alcun effetto per le eventuali evaporazioni di solfati e solfuri.

Il sistema di ancoranti del rivestimento del calcestruzzo dovrà essere del tipo T-grip su tutta la lunghezza del liner, in modo da garantire un perfetto ancoraggio al calcestruzzo che, nelle prove di strappo (Pull-Off), non dovrà mai dare valori inferiori a 38.000 kg/m². La superficie interna del rivestimento in liner HDPE dovrà risultare perfettamente planare, priva di avvallamenti, anche minimi, che potrebbero influenzare negativamente l'ottimale scorrimento del fluido interno. Per questo scopo il T-grip di ancoraggio dovrà essere nella stessa direzione del flusso, non sono ammessi pertanto sistemi di ancoraggio diversi da quello descritto. Eventuali saldature dei giunti dovranno essere eseguite applicando una fascia di Polietilene Alta Densità HDPE, di adeguate dimensioni, a cavallo del giunto, saldata perfettamente al liner della tubazione con tecnica a estrusione (per apporto di materiale) e non ad aria calda, da personale abilitato (munito di regolare patentino rilasciato dall'I.I.S. di Genova) secondo DVS 2212-1 e UNI EN 13067, al fine di garantire l'assoluta tenuta stagna sia dall'interno che dall'esterno. A totale garanzia dell'opera tutte le saldature dovranno essere verificate con la tecnica dello scintillografo e dovrà essere rilasciato un verbale che attesti la positività di ogni saldatura.

III.2.2.4 Prestazioni tecniche

Le prestazioni tecniche cui devono soddisfare le tubazioni, sono essenzialmente di tre tipi:

- a) resistenza meccanica
- b) impermeabilità-tenuta
- a) Resistenza meccanica

Le prove di resistenza meccanica si devono eseguire in accordo con le Appendici "C" e "D" della Norma Europea UNI EN 1916. Il tubo deve resistere ad un carico minimo di prova a schiacciamento normalizzata F_n , espresso in KN/m secondo il metodo e la classificazione riportata nella Norma Europea UNI EN 1916:2004.

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

b) Impermeabilità-tenuta

Le prove di impermeabilità all'acqua si devono eseguire in accordo con l'Appendice "E" della Norma Europea UNI EN 1916. Quando sottoposto a prova, ogni elemento o assemblaggio del giunto non deve mostrare alcuna perdita o altri difetti visibili durante il periodo di prova; l'umidità sulla superficie non costituisce una perdita. Gli elementi con uno spessore di progetto della parete superiore a mm 125, non devono essere sottoposti a prova idrostatica. La prevalenza idrostatica interna, misurata all'asse dei tubi, viene fissata in 50 kPa (0,5 bar o approssimativamente 5 mt. di colonna d'acqua) per tutti i tubi. I tubi devono resistere alla pressione specificata per un periodo di 15 minuti senza manifestare nessuna perdita, così come descritto nelle modalità di prova riportate nella Norma Europea UNI EN 1916:2004.

III.2.2.5 Marcatura

Ciascun elemento o, quando ciò non è possibile, ogni confezione di elementi, dovrà essere marcato in modo indelebile e chiaramente visibile. L'identificazione dell'elemento deve avvenire in modo da escludere qualsiasi dubbio. La marcatura dovrà contenere almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del Produttore ed impianto di produzione;
- il numero della norma di riferimento (UNI EN 1916);
- data di produzione espressa in giorno progressivo solare ed anno;
- identificazione del tipo di tubo con la dicitura relativa al diametro (in mm), alla lunghezza (in mm)
- identificazione di qualsiasi organismo di certificazione di terza parte;

identificazione della classe di resistenza, in accordo con l'Appendice "I" della norma UNI EN 1916;

III.3 Requisiti tecnici richiesti per le postazioni di trivellazione e microtunnelling

Per le postazioni di trivellazione e per il microtunnelling, sono richiesti all'Appaltatore i requisiti tecnici di seguito elencati:

Requisiti prestazionali per le postazioni di trivellazione

In accordo agli elaborati di progetto, l'Appaltatore dovrà realizzare le strutture di contenimento verticali e orizzontali per le postazioni di spinta e per quelle di recupero idonee per resistere a tutte le sollecitazioni esterne (spinta delle terre, spinta idrostatica, spinta della stazione di spinta principale e sovraccarichi al piano campagna, ecc.).

Analogamente al microtunnelling, le strutture dei pozzi dovranno risultare idonee per consentire la loro accessibilità, e quindi di lavorare all'asciutto, in tutte le fasi esecutive.

L'Appaltatore dovrà quindi operare utilizzando tutte i procedimenti e le tecnologie che assicurino l'esecuzione dell'opera a regola d'arte, in considerazione delle caratteristiche dei terreni, delle condizioni ambientali, dell'entità del lavoro e dei tempi di realizzazione.

Il requisito funzionale inderogabile è che siano a tenuta idraulica.

L'Appaltatore dovrà provvedere a corredare i pozzi con le scale di accesso e con le opere

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

di protezione in grado di garantire la sicurezza in corso d'opera. Queste strutture dovranno essere lasciate a disposizione per la successiva gestione del collettore come pozzi di ispezione, in stato di efficienza.

Requisiti prestazionali del sistema costruttivo

L'Appaltatore dovrà operare utilizzando tutte i procedimenti e le tecnologie che assicurino l'esecuzione dell'opera a regola d'arte, in considerazione delle caratteristiche dei terreni, delle condizioni ambientali, dell'entità del lavoro e dei tempi di realizzazione.

In particolare, la tenuta idraulica del sistema dovrà essere garantita in corrispondenza di:

- le postazioni di trivellazione per mezzo di opere di contenimento verticali impermeabilizzate;
- nel foro di entrata e in quello di recupero della fresa con l'adozione degli anelli di tenuta in neoprene;
- nelle giunzioni degli elementi tubolari di rivestimento con l'utilizzo di giunti di tenuta;
- nel fronte scavo per mezzo dell'utilizzo di una fresa integrale a bilanciamento di pressione idrostatica.

III.4 Configurazione geometrica e tolleranze di costruzione

Configurazione geometrica dei microtunnelling

La configurazione geometrica è descritta negli elaborati di progetto.

Eventuali variazioni del profilo longitudinale del microtunnelling dovranno essere sottoposte per autorizzazione al Committente.

E' richiesta la realizzazione del microtunnelling con tubi in calcestruzzo armato a spinta per uso fognario prefabbricati in stabilimento di produzione con le seguenti dimensioni minime:

- diametro interno minimo 800 mm;
- diametro esterno minimo 1100 mm;
- lunghezza dei tubi: 2000 mm.

La lunghezza di spinta prevista è di 150 m, con spinta massima di 350 ton.

Nel rispetto delle dimensioni minime richieste, l'Appaltatore potrà realizzare l'opera con dimensioni maggiori a quelle sopra elencate. In questo caso dovrà richiedere autorizzazione scritta alla Stazione appaltante prima dell'inizio dei lavori.

Tolleranze di deviazione sul profilo longitudinale

Durante lo svolgimento delle operazioni di trivellazione l'Appaltatore dovrà registrare i valori di inclinazione, azimuth, distanza orizzontale, ed elevazione. Eventuali scostamenti del profilo realizzato rispetto a quello di progetto dovranno rientrare entro le seguenti tolleranze:

- lunghezza della trivellazione $\pm 0.1\%$ della lunghezza di progetto;
- scostamento verticale complessivo : ± 30 cm;

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

III.5 Requisiti del sistema costruttivo “microtunnelling”

Testata di trivellazione

E' richiesto l'utilizzo di una fresa a sezione integrale con bilanciamento della pressione idrostatica sul fronte di scavo tramite fanghi di perforazione. La stabilità del fronte scavo dovrà essere assicurata dalla applicazione di una pressione di contenimento esercitata tramite fanghi in pressione, situati nella camera di perforazione e tenuti in circolo ed in pressione da un apposito sistema idraulico.

E' compito e responsabilità dell'Appaltatore individuare ed utilizzare la fresa con la tipologia (tipo e numero dei cutters, ampiezza della camera di frantumazione, miscela reologica del fango di perforazione, ecc.) più adeguata in relazione alla natura dei terreni da trivellare e alla presenza di acqua di falda alle quote di scavo.

Prima della esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà fornire la scheda tecnica del Costruttore della fresa riportante le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali.

Giunti di tenuta idraulica

La tenuta idraulica dei giunti tra gli elementi tubolari deve essere assicurata da guarnizioni di tenuta in materiale elastomerico, di caratteristiche sperimentate e certificate nelle condizioni d'esercizio più gravose. I giunti dovranno essere garantiti per una pressione idrostatica di esercizio di almeno 0,5 atm.

Stazioni di spinta

La potenza della stazione di spinta principale dovrà essere adeguata alle forze resistenti all'avanzamento, al numero di stazioni intermedie che verranno installate e alle modalità e caratteristiche esecutive che l'Appaltatore adotterà per l'avanzamento della trivellazione.

Prima della esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà fornire la scheda tecnica del Costruttore delle stazioni di spinta riportante le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali e le verifiche sull'idoneità della strumentazione in relazione alle forze attrittive attese.

Controllo direzionale dell'avanzamento e dei parametri di trivellazione

L'Appaltatore dovrà approntare durante le operazioni di avanzamento, un adeguato sistema per il controllo della direzionalità dei microtunnel (strumentazione ottica e laser), delle potenze impiegate, della velocità di rotazione dello scudo e delle pressioni dei fanghi di perforazione.

E' richiesto il controllo in tempo reale di tali parametri; pertanto, il sistema costruttivo dovrà essere dotato di strumentazione computerizzata per l'elaborazione dei dati rilevati.

L'operatore addetto alla verifica dovrà operare con continuità sulla consolle di comando, posizionata all'esterno della postazione di trivellazione, per il controllo dell'andamento planimetrico ed altimetrico del tunnel realizzato

Impianto di produzione della miscela fluidificante

L'Appaltatore dovrà predisporre in cantiere un impianto di produzione e riciclo dei fanghi bentonitici necessari per il sostegno del fronte di scavo, per la lubrificazione della superficie di contatto tra tubo di protezione e terreno e per il trasporto in sospensione del terreno scavato (slurry).

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

L'impianto di produzione dovrà essere fornito di: un'unità di miscelazione ad alta turbolenza per la preparazione della miscela, un dosatore a funzionamento automatico, silos di stoccaggio, vasca di dissabbiatura e/o decantazione, circuito idraulico dello slurry e di pompe di ricircolo di potenza adeguata.

Nell'insieme, la potenzialità dell'impianto dovrà risultare idonea in relazione ai tempi programmati di realizzazione della trivellazione.

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore dovrà fornire la scheda tecnica dell'impianto.

Sistema di evacuazione del materiale di scavo (slurry)

L'evacuazione dal fronte scavo del terreno frantumato sarà effettuato in sospensione per mezzo del circuito idraulico di alimentazione e recupero del fluido di perforazione (slurry). Il sistema deve quindi essere provvisto di un'unità di dissabbiatura o di una vasca di decantazione per la separazione del terreno di scavo dal fluido di perforazione.

Iniezioni di fluidificazione in corso di avanzamento

Le iniezioni di fluidificazione per abbattere le resistenze all'avanzamento dovranno essere effettuate con cadenza, quantità e caratteristiche reologiche della miscela in modo da evitare plasticizzazioni anomale del terreno di trivellazione.

Iniezioni di intasamento "tubo di rivestimento in c.a. – terreno"

Al termine delle operazioni di scavo, è richiesta l'esecuzione di iniezioni di miscele cementizie dagli ugelli predisposti nei tubi di rivestimento. Le iniezioni dovranno essere effettuate per singola valvola fino al rifiuto, con numero, modalità e pressioni d'iniezione adeguate per creare, nell'intorno del tubo, una zona di terreno completamente intasata e a bassa permeabilità.

III.6 Miscela bentonitica di perforazione

La bentonite dovrà essere in polvere, priva di grumi e di sostanze estranee che possano pregiudicare la qualità del prodotto finale; dovrà inoltre essere selezionata ed attivata con calibrazione ottimale del rapporto sodio/calcio, in modo da formare una miscela perfettamente stabile, anti flocculante in presenza di cloruro di sodio. L'Appaltatore per ogni partita dovrà disporre di un certificato emesso dal fornitore nel quale siano documentate le caratteristiche del materiale.

L'Appaltatore dovrà scegliere il tipo di bentonite per la preparazione della miscela di perforazione in considerazione all'affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e al suo utilizzo in ambiente umido. Al fine di evitare fenomeni di flocculazione della bentonite in presenza di acqua o chimicamente contaminate, dovranno essere utilizzati additivi anti flocculanti; in particolare la scelta degli additivi dovrà tenere conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda.

Per l'ottenimento del fango, la bentonite in polvere dovrà essere energicamente e finemente mescolata con acqua dolce ed eventuali additivi (come disperdenti, sali tampone, ecc.). La minuta dispersione delle particelle di bentonite nella sospensione sarà ottenuta con idonee attrezzature di mescolamento ad alta turbolenza della miscela.

Per il confezionamento del fango, in relazione al tipo di bentonite usata, questa andrà dosata in quantità generalmente compresa tra il 5% ed il 10%, espressa come percentuale in peso rispetto all'acqua. Possono essere aggiunti nell'impasto polimeri per esaltare le proprietà fluidificanti del composto bentonitico.

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

L'Appaltatore dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango onde mantenere entro limiti ristretti la quantità di materiale inglobato.

III.7 Miscela cementizia di intasamento “tubo-terreno”

L'Appaltatore dovrà utilizzare una miscela cementizia di intasamento “tubo – terreno” che meglio si presta per ottenere una elevata fluidità nella fase di posa in opera e un basso ritiro volumetrico in fase di presa. Tali caratteristiche sono dipendenti da diversi fattori come il dosaggio dei componenti, il tipo di bentonite utilizzata, le modalità di produzione della miscela, le caratteristiche del sistema di adduzione.

Nel confezionamento della miscela si rispetteranno i seguenti rapporti ponderali:

- cemento/acqua 15 - 25 %
- bentonite/acqua 3 - 10 %.

La composizione reologica della miscela di intasamento dovrà essere autorizzata dal Direttore Lavori prima del suo utilizzo.

III.8 Documenti tecnici richiesti all'appaltatore

Prima dell'inizio dei lavori, fermo restando i requisiti richiesti, l'Appaltatore dovrà fornire al committente una documentazione tecnica adeguata per la definizione di tutte le caratteristiche costruttive delle opere previste in progetto.

Tale documentazione dovrà comprendere almeno quanto elencato nei successivi paragrafi.

III.8.1 Documentazione tecnica illustrativa

Indagini geognostiche

L'Appaltatore dovrà acquisire, sulla base della relazione allegata al progetto, tutte le eventuali informazioni di carattere geotecnico e idrogeologico sui terreni da trivellare e che a suo giudizio ritiene opportuno integrare.

L'Appaltatore dovrà fornire il report contenente le eventuali indagini geognostiche e le prove di laboratorio geotecnico eseguite.

Organizzazione del cantiere

- l'organizzazione di cantiere (accessi, segnalazioni, aree da occupare con le relative durate di utilizzo, tipologia e numero dei mezzi e delle attrezzature);
- il programma dettagliato dei lavori;
- le procedure di costruzione distinti per fasi di lavoro;
- le caratteristiche, i calcoli statici e le verifiche strutturali sui mezzi, materiali di fornitura, attrezzature e strumentazioni che saranno utilizzati.

Caratteristiche dei materiali

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

- Caratteristiche di resistenza e di durabilità di tutti i materiali impiegati;
- Fluido di perforazione: tipo di fluido, composizione prevista per la miscela, pressioni massime d'impiego, caratteristiche dell'impianto di produzione e potenzialità di produzione.
- Elementi prefabbricati in c.a.: caratteristiche dimensionali e strutturali dei manufatti, carico ammissibile in direzione assiale e trasversale, caratteristiche e tolleranze dei giunti.
- Guarnizioni di tenuta idrica dei manufatti in c.a.: scheda tecnica del costruttore con specificati tipo di giunto, pressioni idrostatiche d'impiego e caratteristiche tecniche.

Piano di intervento per la costruzione delle postazioni

L'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori, in base ad accurate valutazioni sulle peculiarità dell'opera da realizzare, sul sito e sulle tecnologie disponibili, redigerà un "Piano di intervento" con lo scopo di illustrare in dettaglio le modalità di esecuzione e le procedure che intende adottare per la realizzazione delle opere.

In tale documentazione, costituita da una relazione tecnica, corredata da elaborati grafici, dovranno essere trattati, fra gli altri, i seguenti punti:

Sistema costruttivo per il microtunnelling

Relativamente ai sistemi che s'intendono utilizzare per la realizzazione delle perforazioni, l'Appaltatore dovrà fornire una documentazione tecnica adeguata per illustrarne tutte le caratteristiche costruttive e dimensionali. In particolare:

- Frese di trivellazione: scheda tecnica del costruttore con specificati: tipo, dimensioni, prestazioni, attrezzature e caratteristiche principali.
- Scudo, coclee, scalpelli: scheda tecnica del costruttore con specificati tipo, potenza massima d'impiego, caratteristiche tecniche e d'impiego in relazione alla natura dei terreni da trivellare.
- Sistema di guida per la direzionalità della fresa: tipo e caratteristiche principali.
- Sistema di controllo dell'avanzamento della trivellazione: caratteristiche tecniche del sistema per le verifiche sulla direzionalità del microtunnel, sulle potenze impegnate, sulla velocità di rotazione dello scudo e sulle pressioni dei fanghi di perforazione.
- Circuito di slurry: caratteristiche del sistema, tipo e potenza delle pompe impiegate, caratteristiche del recupero e ricircolo dei fluidi impiegati.

III.9 Verifiche sulla compatibilità del sistema costruttivo

Sono richiesti all'Appaltatore i calcoli e le verifiche strutturali e di stabilità di seguito elencate; per tali elaborazioni sono richiesti i calcoli nelle condizioni statiche più gravose.

- fresa di trivellazione: verifica di compatibilità del tipo di scudo con la natura dei terreni da trivellare;
- verifiche sulla potenza dei sistemi di avanzamento della fresa in relazione alle resistenze all'avanzamento previste;

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

- cedimenti e deformazioni sui terreni: verifiche tensio-deformative sulla stabilità del foro e sui cedimenti indotti in superficie.

III.10 Verifiche strutturali e di stabilità

L'esame della stabilità d'insieme del microtunnelling/presso trivella/pipe jacking e della porzione di terreno interessata dallo scavo deve essere condotto con riferimento alle condizioni che si verificano durante i lavori (condizioni di breve termine) e dopo la fine dei lavori stessi. I calcoli di verifica da effettuare sono quelli strutturali sui tubi prefabbricati i c.a. e di stabilità della parete di spinta.

Tubi prefabbricati in c.a. per fognatura

Il tubo di rivestimento deve essere sottoposto a verifica sia nei confronti dei carichi normali all'asse che con riguardo alle massime azioni longitudinali prevedibili. Le azioni debbono essere combinate in modo da rappresentare in maniera adeguata tutte le fasi di lavoro del tubo.

Le sollecitazioni trasversali all'asse di trivellazione che devono essere prese in considerazione sono:

- i carichi accidentali al p.c.
- il carico di terreno sovrastante
- la spinta laterale attiva del terreno
- il peso proprio del tubo di protezione
- la pressione idrostatica esterna

Le sollecitazioni assiali che devono essere prese in considerazione sono:

- spinta assiale di infissione
- spinte eccentriche per perdita di centratura.

Le tensioni dovute ad eccentricità della spinta possono essere conseguenti a correzioni direzionali in tunnel ad asse rettilineo ovvero alla applicazione dei raggi di curvatura imposti in trivellazioni ad asse curvilineo. La distribuzione delle sollecitazioni sulla tubazione dipende fondamentalmente dal tipo di giunto tra i tubi. Le relative verifiche statiche devono essere eseguite in accordo alle norme elencate nel capitolo II.

Per la determinazione dell'incremento locale di tensione dovuto alla eccentricità debbono essere assunti valori sufficientemente cautelativi, per tenere conto in modo adeguato delle effettive operazioni di correzione della direzione che potrebbero effettuarsi in corso d'opera.

Stabilità della parete di spinta

La parete di spinta è destinata a trasferire la spinta della stazione principale al terreno retrostante il pozzo di trivellazione. Sotto la propria responsabilità, l'Appaltatore dovrà verificare che le caratteristiche di deformazione della parete di spinta in relazione all'intensità delle forze di spinta previste e alle caratteristiche strutturali della postazione di trivellazione siano compatibili con il grado di precisione richiesto al sistema di puntamento laser per il controllo direzionale connesso al muro reggispinga.

Nel caso che le deformazioni siano di valore non accettabile, l'Appaltatore è tenuto a

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

proprie spese a realizzare le opere di consolidamento necessarie.

III.11 Controlli e accettazione dei lavori per le postazioni

III.11.1 Controlli durante la realizzazione

In aggiunta ai controlli sui singoli materiali e alle singole opere, il Direttore Lavori potrà eseguire tutti i controlli e le ispezioni che riterrà più opportuni per verificare che l'Appaltatore adotti le precauzioni necessarie per eseguire correttamente i lavori operando secondo le procedure indicate nel piano di intervento e che l'opera venga realizzata con caratteristiche geometriche conformi agli elaborati di progetto.

I controlli saranno effettuati con lo scopo di verificare:

- le procedure operative e l'idoneità delle attrezzature utilizzate;
- le caratteristiche strutturali e geometriche delle opere realizzate;
- le caratteristiche dei materiali, delle miscele e del calcestruzzo.

Specificamente per il microtunnelling:

- la rispondenza geometrica del tunnel e il rispetto delle tolleranze di progetto;
- le caratteristiche funzionali richieste (stabilità, pendenza e impermeabilizzazione).

Qualora dai controlli effettuati dovessero emergere difformità rispetto alle prescrizioni e/o a quanto riportato negli elaborati progettuali, l'Appaltatore sarà obbligato, salvo diverse indicazioni da parte del Committente, a rimuovere le cause che le hanno determinate e ad adeguare i lavori già eseguiti, per fornire, a conclusione dei lavori, l'opera in conformità a quanto richiesto.

III.11.2 Controlli sul microtunnelling in corso di esecuzione dei lavori

Controllo sui tubi in c.a. a spinta

Il Direttore Lavori potrà eseguire tutti controlli che riterrà opportuno con lo scopo di verificare le caratteristiche dimensionali e di resistenza dei tubi prefabbricati, altresì valutare la loro integrità in senso geometrico.

Controllo sulle attrezzature

Il Direttore Lavori potrà eseguire tutti controlli che riterrà opportuno con lo scopo di verificare che i mezzi e le attrezzature disponibili per la realizzazione dell'opera siano in buone condizioni per tutta la durata dei lavori. Tali controlli verranno eseguiti mediante una serie di ispezioni visive e/o verificando direttamente le capacità operative in corso lavori.

Controlli in tempo reale sulla direzionalità

Il controllo direzionale avviene tramite una attrezzatura laser di rilevamento in continuo. La postazione dello scudo viene verificata grazie ad un bersaglio fotosensibile (laser target) solidale con lo scudo che, colpito dal laser, trasferisce alla consolle tutti i dati relativi alla posizione dello scudo compresa l'eventuale rotazione. I dati elaborati dal computer permettono di determinare le eventuali correzioni.

Determinante è la taratura della strumentazione in fase iniziale quando il laser è

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

posizionato all'esterno e può individuare le coordinate geografiche. Successivamente la strumentazione viene posizionata all'interno del tunnel e i dati vengono rilevati grazie a triangolazioni predefinite per punti.

Il Direttore Lavori potrà richiedere i dati computerizzati rilevati che riterrà opportuno con lo scopo di verificare che il tunnel sia realizzato secondo quanto stabilito in progetto.

III.11.3 Controlli sulle postazioni in corso di esecuzione dei lavori

È previsto un sistema di controllo del comportamento statico e deformativo dei pozzi, costituito dalla messa in opera di un inclinometro e di una serie di celle pressiometriche.

È previsto inoltre un punto di misura adeguatamente lontano dal sedime dei pozzi di spinta, in modo da poter eseguire le letture topografiche di precisione della posizione della testa dell'inclinometro.

Durante le fasi di realizzazione dei pozzi, le letture dovranno essere eseguite in continuo; alla fine di ogni fase di scavo viene registrata la deformata, ed i risultati sono trasmessi alla D.L. ed al progettista strutturale per l'opportuno controllo immediato della situazione.

III.11.4 Accettazione delle opere a lavori ultimati

Il Committente potrà richiedere l'esecuzione di tutti i controlli che riterrà più opportuni volti a verificare la regolare realizzazione del microtunnelling e la sua tenuta idraulica.

A completamento dei lavori, qualora dai controlli effettuati l'opera dovesse risultare non conforme alle prescrizioni progettuali o alle prescrizioni della presente specifica si procederà all'esecuzione di ulteriori prelievi e prove complementari. Se le indagini suppletive dovessero confermare i risultati negativi, in relazione alla gravità delle difformità riscontrate, il Committente potrà:

- *rifiutare l'opera quando le difformità siano tali da renderla inaccettabile.* In questo caso l'Appaltatore sarà tenuto a ricostruire il manufatto in conformità alle prescrizioni sopradette;
- *richiedere interventi riparatori.* Se i difetti saranno di poca entità e non pregiudicano sostanzialmente l'efficienza dell'opera, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire gli interventi di riparazione e di consolidamento necessari.

Il Committente considera inderogabili eventuali difformità rispetto ai requisiti di seguito elencati in quanto la loro inosservanza da parte dell'Appaltatore potrebbe inficiare la funzionalità per la quale è costruita l'opera e cioè la tenuta idraulica ed il funzionamento a gravità del collettore fognario:

- le strutture di contenimento dei pozzi e del microtunnelling devono essere idonee per resistere alla spinta delle terre, alla spinta idrostatica e ai carichi accidentali di superficie;
- l'insieme delle opere la cui costruzione è prevista con tipologie e modalità costruttive in grado di garantirne la tenuta idraulica, dovrà conservare tale caratteristica funzionale anche durante l'esercizio della condotta fognaria;
- le dimensioni dei pozzi e del microtunnelling sono le minime necessarie per garantire le condizioni operative e di sicurezza.

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--

INT 7308	Comune di Nocera Inferiore: Completamento della rete fognaria - 2° Lotto
----------	---

- il rispetto delle tolleranze relativamente alla pendenza del microtunnelling è considerato inderogabile in quanto tolleranze maggiori impedirebbero il corretto funzionamento idraulico del collettore ed il rispetto della scala di deflusso di progetto.

I requisiti funzionali sopra elencati sono considerati dal Committente inderogabili, pertanto a fine lavori nel consegnare l'opera, l'Appaltatore è tenuto a verificare e a confermare sotto la propria responsabilità l'idoneità geometrica e funzionale delle strutture costruite.

I sopradetti requisiti dovranno essere confermati e verbalizzati in sede di verbale di fine lavori tra il Direttore dei Lavori, l'Appaltatore.

		Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Microtunnell		
--	--	--	--	--