




COMUNE DI CAMPOSAMPIERO

**DISMISSIONE IMPIANTO DI DEPURAZIONE
DI VIA FABRIS IN CAMPOSAMPIERO
CON COLLEGAMENTO ALLA RETE FOGNARIA COMUNALE**

PROGETTO ESECUTIVO

elab. **A.1** Relazione generale

Progettazione *ETRA SpA Divisione ciclo idrico integrato
Settore Ingegneria
Dott. Ing. Marco Bacchin*

REV.	00			
ESEGUITO: Geom. Andrea Cardin		Data	Cod. ATO	FILE
CONTROLLATO Capo Commessa: Ing. Alberto Liberatore		Aprile 2008	127.1F	324S00AESE01R0
APPROVATO Resp. Progetto: Ing. Marco Bacchin				DWG
 ETRA S.p.A. - Energia Territorio Risorse Ambientali L.go Parolini n°82B - 36061 Bassano del Grappa (VI) - Tel. 049 8098000 Fax 049 8098001 Sede operativa di Cittadella (PD), Via del Telarolo n° 9 Internet: www.etraspa.it e-mail: info@etraspa.it ETRA S.p.A. si riserva la proprietà del disegno, vietandone la riproduzione e la divulgazione senza autorizzazione ai sensi delle leggi vigenti				

**PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DESCRITTIVA**

INDICE

1	PREMESSE.....	2
2	INSERIMENTO DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO E DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO	3
3	LA DOMANDA DA SODDISFARE	7
4	SCHEMA E DIMENSIONAMENTO DELLE CONDOTTE	8
5	VALUTAZIONE CARICHI NUTRIENTI.....	12
6	EFFICACIA DELLE OPERE.....	13
7	METODI DI POSA.....	14
8	IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO	18
9	QUADRO ECONOMICO	26

1 PREMESSE

La presente relazione accompagna il progetto esecutivo per la dismissione dell'impianto di depurazione di via Fabris a Camposampiero (PD) con collegamento alla rete fognaria comunale.

La zona oggetto di intervento è quasi interamente urbanizzata, ma priva di fognatura nera. Le abitazioni, attualmente, sono dotate di vasche Imhoff e di fosse settiche che recapitano i reflui nei fossi di guardia delle strade o, dove presente, nella rete di fognatura bianca, con ovvie conseguenze sugli aspetti igienici ed ambientali. In corrispondenza della lottizzazione "Berti", è presente un tratto di fognatura nera che recapita nell'esistente vasca Imhoff posta a ridosso delle abitazioni con inevitabili disagi alla popolazione residente.

Il progetto è stato finanziato per un importo pari a 460.000 € con Delibera della Giunta della Regione Veneto n° 1140 del 18 aprile 2003.

2 INSERIMENTO DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO E DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il Comune di Camposampiero fa parte della provincia di Padova, confina a Nord con Loreggia e Piombino Dese, a est con Trebaseleghe e Massanzago, a sud con Borgoricco e San Giorgio delle Pertiche e a ovest con Santa Giustina in Colle.

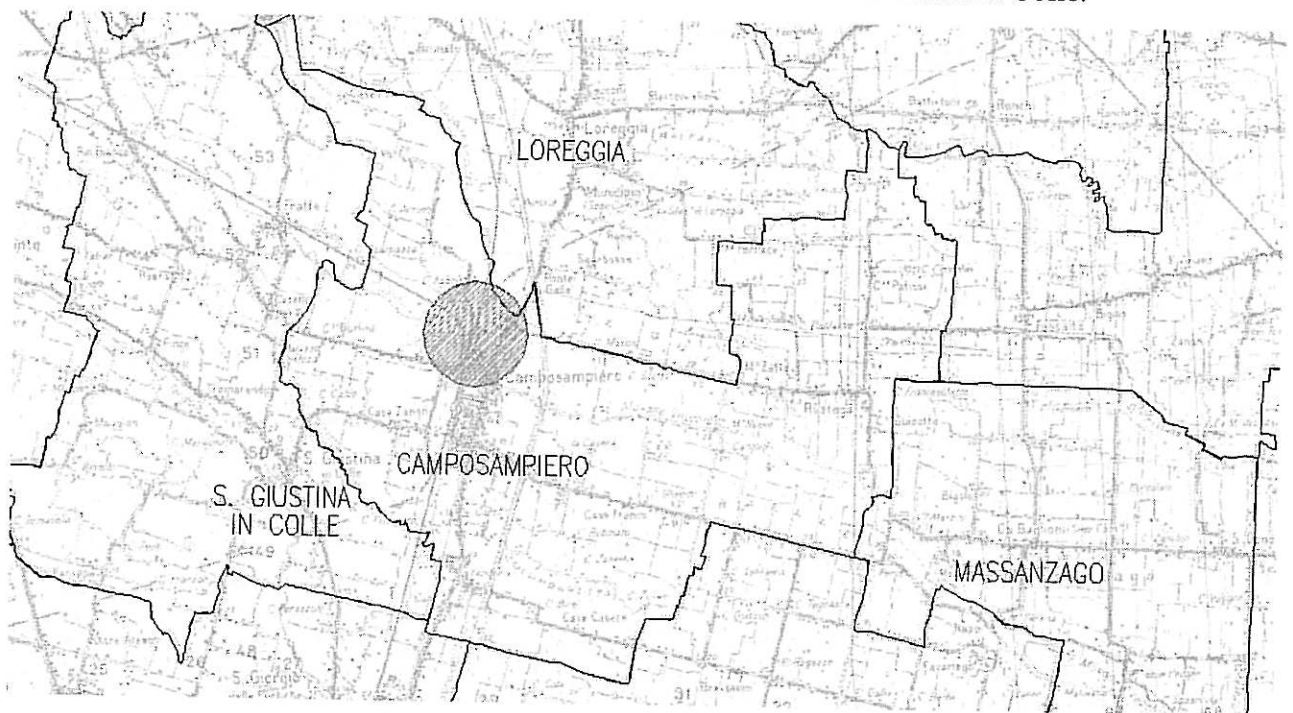


Figura 1: planimetria territoriale

La fognatura nera in progetto si sviluppa in un'area situata a Nord-Ovest del Comune.

Più precisamente i nuovi tratti di rete fognaria saranno realizzati lungo via Mazzini e via Fabris. Saranno interessate dalle lavorazioni anche via Sant'Antonio, Piazza Castello e la strada di recente realizzazione posta ad est della ferrovia Padova-Calalzo.

ANALISI DEGLI ASPETTI TOPOGRAFICI, GEOLOGICI, IDROGRAFICI, DEL PAESAGGIO E DELL'AMBIENTE

L'area, intensamente antropizzata, è caratterizzata da un territorio generalmente pianeggiante con quote che variano da 22 a 26 m smm, senza elementi morfologici di particolare rilievo.

Dal punto di vista idrografico, l'elemento più importante è il torrente Muson dei Sassi, che scorre a circa 700 m ad est del sito. Nell'area sono presenti altri scoli di importanza secondaria e canali artificiali per l'irrigazione delle porzioni coltivate alcuni dei quali vengono direttamente interessati, con parallelismi e attraversamenti dalle opere previste: Fosso Moggia Inferiore, Canaletta Berti, Canale Vandura e Scolo Fosson (vedi).

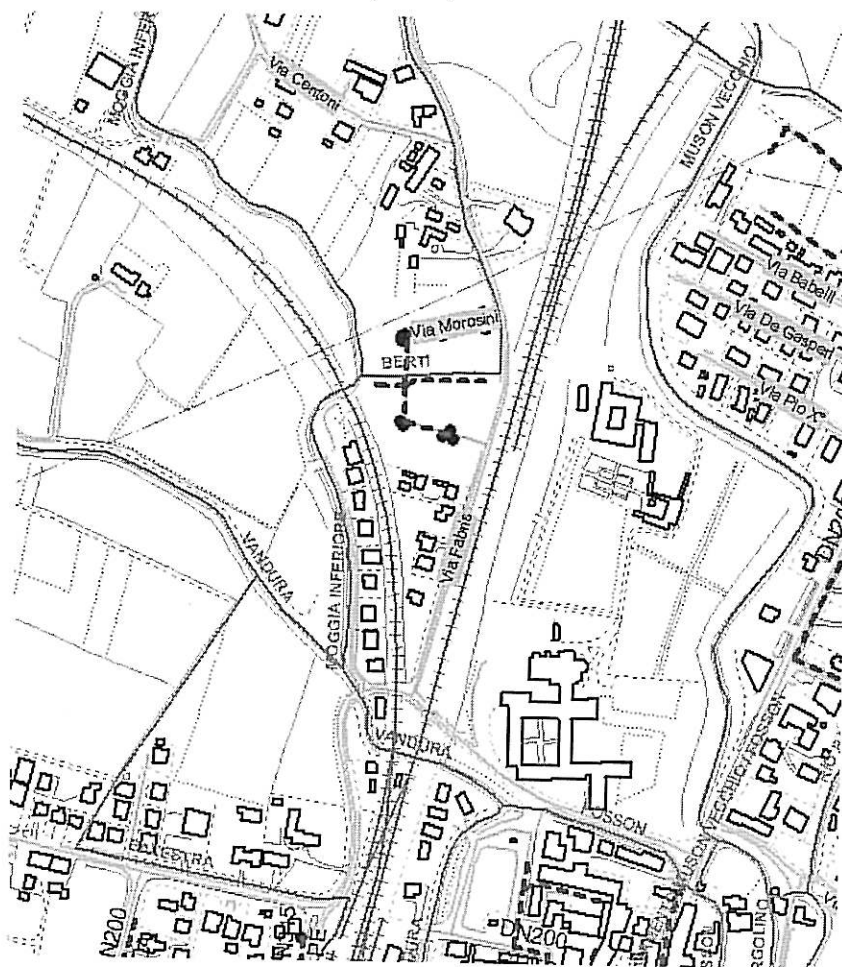


Figura 2: rete idrografica superficiale

Come dettagliatamente descritto nella relazione geologica e geotecnica, i terreni che costituiscono il sottosuolo sono di natura alluvionale, presentano composizione prevalentemente argillosa e limosa, in alternanza a livelli sabbiosi. La notevole differenziazione stratigrafica del sottosuolo da origine ad un sistema idrogeologico multifalde costituito da una falda freatica e da una serie di acquiferi confinanti.

L'area di intervento non rientra nelle superfici classificate dalla Regione Veneto come zone di protezione speciale (Z.P.S.) e come siti di interesse comunitario (S.I.C.), quindi per procedere all'intervento in questa zona è sufficiente una relazione di non significatività degli interventi. Tuttavia si evidenzia che l'area oggetto di intervento cade all'interno della zona archeologica vincolata ai sensi della Legge 1089/39 e dell'area vincolata ai sensi della Legge 1497/39.

DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO

Le opere di progetto consistono nella realizzazione della rete di fognatura nera nelle vie Fabris e Mazzini. La rete prevista è del tipo misto gravità-pressione e sarà realizzata in PVC DN 250 mm e ghisa DN 200 mm per i tratti a gravità, in PE DN 160 per i tratti a pressione. In corrispondenza dell'attraversamento della linea ferroviaria Padova-Bassano, la posa avverrà con la tecnica del microtunneling e con l'utilizzo di tubazioni di diametro nominale pari a 300 mm in grès. Analoga tecnica verrà utilizzata per l'attraversamento della linea ferroviaria Padova-Castelfranco, con l'utilizzo di tubazioni in acciaio DN 350 mm.

I reflui fognari verranno raccolti in una vasca di accumulo da realizzarsi in corrispondenza del parcheggio della lottizzazione "Berti" (posta tra la linea ferroviaria Padova - Bassano e la Padova - Castelfranco) e da qui spinti a pressione attraverso una condotta in PE DN 160 per un'estesa di circa 450 ml fino all'area pubblica posta in corrispondenza del parcheggio del santuario dei frati. Da qui a mezzo di una condotta in polietilene DN 160 mm verranno convogliati

**PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DESCRITTIVA**

sempre a pressione fino al pozzetto d'ispezione posto in Piazza Castello al posto del quale verrà realizzata una vasca di quiete per evitare di sovraccaricare la rete esistente. Quest'ultimo tratto verrà realizzato con la tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.), che permetterà di attraversare la strada provinciale e il canale Vandura, senza intaccare la superficie delle opere.

Il dimensionamento idraulico delle condotte è preceduto dalla quantificazione della domanda da soddisfare, coincidente con la portata reflua prodotta dalle utenze servite.

3 LA DOMANDA DA SODDISFARE

Nell'area oggetto di intervento si presenta una zona avente media densità abitativa e una zona in cui è prevista una lottizzazione, avente la superficie di circa 25.000 mq.

Per la stima degli abitanti equivalenti è stato considerato un indice di affollamento delle abitazioni esistenti pari a 4 ab/abitazione, mentre per la zona da lottizzare si è adottata una densità abitativa di 200 ab/ettaro, restando nell'ipotesi che anche questa zona sia destinata ad una media densità abitativa.

Le portate sono state quindi calcolate con la formula:

$$Q = \frac{N \cdot d \cdot \rho_g \cdot \rho_o \cdot \varphi}{86.400}$$

Con:

N = numero di abitanti equivalenti;

d = dotazione idrica giornaliera, assunta pari a 350 l/g ab;

ρ_g = coefficiente di punta giornaliero, assunto pari a 1,5;

ρ_o = coefficiente di punta orario, assunto pari a 1,5;

φ = coefficiente di deflusso, assunto pari a 0,85.

4 SCHEMA E DIMENSIONAMENTO DELLE CONDOTTE

Lo schema del collettamento di progetto si compone sostanzialmente di quattro tratte di condotta: le prime tre a gravità e la quarta in pressione.

La prima condotta riguarda il collettamento lungo la via Mazzini; essa si sviluppa da sud verso nord; seguendo l'andamento planimetrico della stessa via Mazzini ed il lato est del canale Moggia Inferiore, deviando poi verso est sottopassando la linea ferroviaria per Bassano del Grappa (tratto in gres da 300 mm); la condotta si immette infine nella fognatura della nuova lottizzazione già esistente e da qui nell'impianto di sollevamento di progetto.

La seconda condotta e la terza condotta si sviluppano lungo la via Fabris, l'una a servizio della zona a nord della lottizzazione, l'altra a servizio della zona posta sud della lottizzazione.

Tutti i reflui sono raccolti in un impianto di sollevamento posto in corrispondenza di un'area di proprietà comunale da cui vengono convogliati in pressione ad una vasca di quiete di progetto che verrà realizzata in piazza Castello a ridosso di un pozzetto fognario esistente già collegato alla rete urbana di Camposampiero; l'ultimo tratto della condotta in pressione sarà realizzato con la tecnologia della T.O.C.

Le pendenze non sono omogenee in quanto condizionate da alcuni punti fissi, tra cui la condotta della lottizzazione esistente e la necessità di raccordo su via Fabris.

Il funzionamento a gravità viene verificato a moto uniforme secondo la nota formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = v \cdot A = K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot A$$

Con: Q = portata massima convogliata;

K_s = coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler, assunto pari a 80 $m^{1/3}s^{-1}$;

R_H = raggio idraulico, pari al rapporto tra area bagnata e contorno bagnato;

i = pendenza longitudinale della condotta;

A = area bagnata.

Al fine di evitare la sedimentazione delle particelle solide che, avendo un peso specifico superiore a quello dell'acqua, tendono a depositarsi sul fondo delle condotte, si deve verificare anche che la tensione tangenziale sul contorno sia superiore ad un valore minimo in grado di permetterne il trasporto.

La relazione che esplicita il valore della tensione tangenziale sul contorno si ricava mediante l'equilibrio alla traslazione nel senso di moto di un tratto di condotta: le forze agenti sono la componente della forza peso nella direzione del moto e la tensione di parete in senso opposto:

$$\gamma \cdot A \cdot l \cdot \sin \alpha = \tau \cdot \text{contorno bagnato} \cdot l$$

Data la modesta inclinazione verticale della condotta, possiamo confondere $\sin \alpha$ con la pendenza della condotta; la formula diventa:

$$\gamma \cdot A \cdot i = \tau \cdot \text{contorno bagnato}$$

Da cui si ricava:

$$\tau = \gamma \cdot R_H \cdot i$$

Con: τ = tensione tangenziale sul contorno;

R_H = raggio idraulico, pari al rapporto tra area bagnata e contorno bagnato;

i = pendenza longitudinale della condotta.

La verifica si intende soddisfatta se si ricava un τ_0 superiore al valore critico τ_{cr} ,
posto pari a 2 Pa.

Calcolo della portata

$$Q_1 = \frac{N \cdot d \cdot \rho_g \cdot \rho_o \cdot \varphi}{86.400} = \frac{540 \cdot 350 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,85}{86.400} = 4,18 \text{ l/s}$$

Verifica tensione tangenziale al fondo:

Una volta esplicitata nella formula di Gauckler-Strickler, in funzione del raggio
idraulico R_H come rapporto tra area liquida A e perimetro bagnato P:

$$Q_1 = v_1 \cdot A_1 = K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot A_1 = K_s \cdot \left(\frac{A_1}{P_1}\right)^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot A_1$$

si determina il grado di riempimento della condotta, esprimendo A e P in funzione
di y:

$$A = \frac{D^2}{4} \left[\frac{\pi}{2} - \sin^{-1} \left(1 - \frac{2y}{D} \right) - 2 \left(1 - \frac{2y}{D} \right) \sqrt{\frac{y}{D} \left(1 - \frac{y}{D} \right)} \right];$$

$$P = D \left[\pi - \cos^{-1} \left(\frac{2y}{D} - 1 \right) \right].$$

Assumendo $D=25$ cm, imponendo l'uguaglianza tra la portata calcolata (4,18 l/s)
e la formula di Gauckler-Strickler appena modificata, si ottiene il grado di
riempimento della condotta (y/D).

In questo caso $y/D = 0,23$ dal quale si ottiene:

$$A = 0,009 \text{ mq};$$

$$P = 0,25 \text{ m};$$

$$y = 0,06 \text{ m};$$

$$R_h = 0,036 \text{ m}$$

Nell'ipotesi che il materiale in sospensione sia sabbia di peso specifico pari a 27 kN/m³, il valore della tensione tangenziale sul contorno vale:

$$\tau = \gamma \cdot R_H \cdot i = 27.000 \times 0,036 \times 0,003 = 2,92 \text{ Pa} > 2 \text{ Pa}$$

La verifica precedente è riferita al tratto terminale della rete fognaria in progetto e quindi al tratto con maggior portata e maggior tensione tangenziale al fondo. Per i tratti (in particolar modo quelli di testata) per i quali sicuramente la verifica della tensione tangenziale al fondo non è soddisfatta, si preferisce adottare comunque un diametro nominale pari a 25 cm perché questo consentirà una agevole pulizia meccanica delle condotte a mezzo canaljet.

5 VALUTAZIONE CARICHI NUTRIENTI

Il progetto prevede la dismissione della Imhoff esistente nei pressi della Lottizzazione Berti lungo via Fabris in Comune di Campodarsego (provincia di padova) e l'estensione della rete di fognatura nera nella medesima via. Nell'ipotesi prospettata la valutazione dei carichi dei nutrienti non recapitati alla rete di scolo superficiale, adottando i contributi specifici determinati per il "Progetto Venezia" e precisamente:

AZOTO (N): 10 gr/ab. x giorno = **3.65 kg/ab. x anno**

FOSFORO: 1.2 gr/ab. x giorno = **0.44 kg/ab. x anno**

carico organico BOD: 60 gr/ab. x giorno = **21.9 kg/ab. x anno**

evidenzia i seguenti risultati raggiungibili:

Via	Abitanti equivalenti	CARICHI INQUINANTI/ANNO		
		BOD (t/anno)	N (t/anno)	P (t/anno)
Via Fabris	540	11,83	1,97	0,24

6 EFFICACIA DELLE OPERE

L'efficacia dell'intervento viene proposta come rapporto tra costo delle opere e abitanti serviti. Si ha:

- Abitanti totali serviti = 540 AE di origine civile;
- Costo complessivo delle opere = € 460.000,00
- Rapporto di efficacia = $\frac{852\text{€}}{\text{ab.servito}}$

7 METODI DI POSA

T.O.C. (Trivellazione orizzontale controllata)

La condotta in pressione parte dall'impianto di sollevamento, attraversa la linea ferroviaria Padova-Castelfranco e convoglia la portata fino al pozzetto finale del tratto di fognatura di progetto, situato in Piazza Castello. Poiché l'ultimo tratto, in particolare via Sant'Antonio, è molto densa di sottoservizi, risulterebbe oltremodo difficoltoso e costoso procedere alla posa della tubazione con la tecnica dello scavo a cielo aperto. Pertanto si è optato per la tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata, tecnica che oltretutto consente un agevole attraversamento sotto l'alveo del Canale Vandura, interferito nel tracciato.

E' una tecnica nota anche con il nome di Directional Drilling e costituisce una tecnologia di perforazione con controllo attivo della traiettoria. Attraverso l'uso combinato di uno strumento di guida ed utensili fondo foro direzionabili è possibile realizzare fori nel sottosuolo secondo andamenti prestabiliti contenenti curve plano-altimetriche.

L'installazione di una condotta interrata mediante perforazione orizzontale controllata avviene secondo uno schema generale che si compone tre fasi fondamentali:

1) *perforazione pilota*: preliminarmente si traccia a terra il percorso planimetrico che la condotta dovrà seguire, poi viene posizionata la perforatrice orizzontale in un punto o una sezione di partenza, denominato come 'punto iniziale' del profilo, avendo cura di orientare correttamente l'inclinazione altimetrica e la direzione planimetrica. Si procede alla perforazione seguendo il tracciato indicato, eseguendo le opportune deviazioni plano-altimetriche e man mano che la perforazione avanza, si aggiungono nuove aste di perforazione alla perforatrice di testa, aventi la funzione di trasmettere le forze e fluidi di perforazione dalla testa al fondo foro (vedi Figura 3 e Figura 4).

2) *alesatura*: al termine della perforazione pilota, in corrispondenza del punto di uscita, vengono smontati gli utensili di perforazione e il sistema di guida e al loro posto si installa un alesatore la cui dimensione è funzione del diametro finale della condotta da installare. L'alesatura può avvenire in fasi successive, con allargamenti del foro via via crescenti. I cicli di alesatura procedono sino al raggiungimento della dimensione desiderata del foro (Figura 5).

3) *tiro*: terminata l'alesatura, si procede al tiro della condotta da installare, entro il perforo opportunamente allargato. La condotta da posare viene collegata con un giunto girevole (che non trasmette rotazioni) alla batteria di perforazione e successivamente viene tirata all'indietro verso il punto iniziale di perforazione. In questa fase assume molta importanza la sovralesatura, ovvero la maggiore dimensione che deve avere il foro rispetto al diametro nominale esterno della condotta da installare: la sovralesatura è necessaria per ridurre le forze di attrito tra terreno e condotta e per permettere la presenza di una certa quantità di liquido lubrificante (Figura 6 e Figura 7).

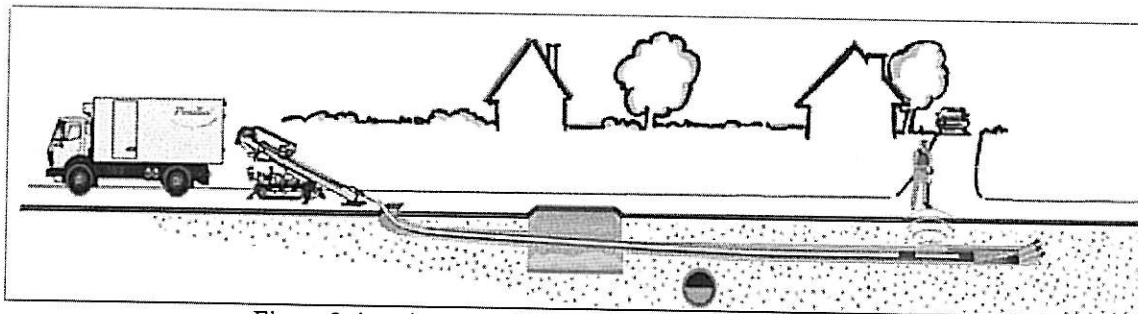


Figura 3: inserimento nel terreno della testa di perforazione

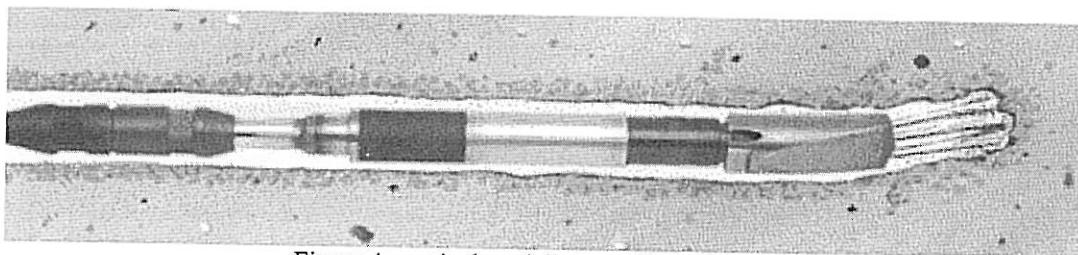


Figura 4: particolare della testa di perforazione

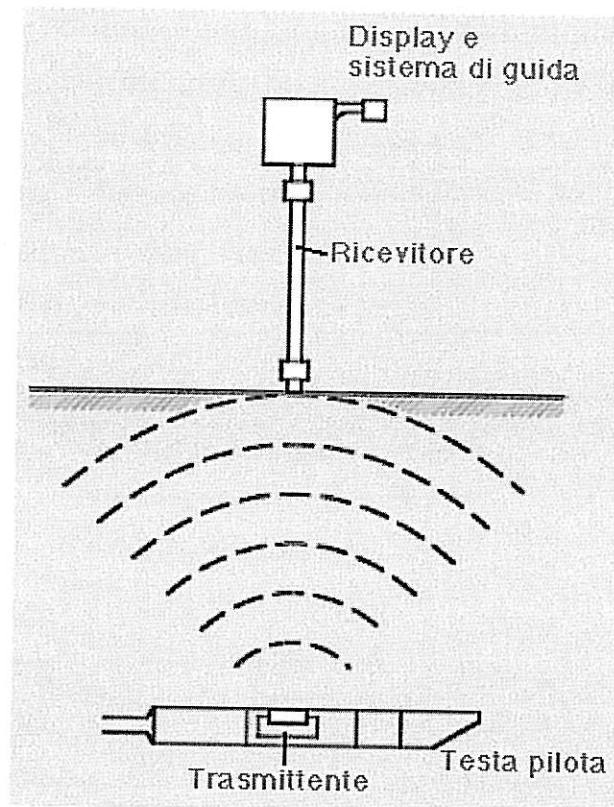


Figura 5: Guida radar

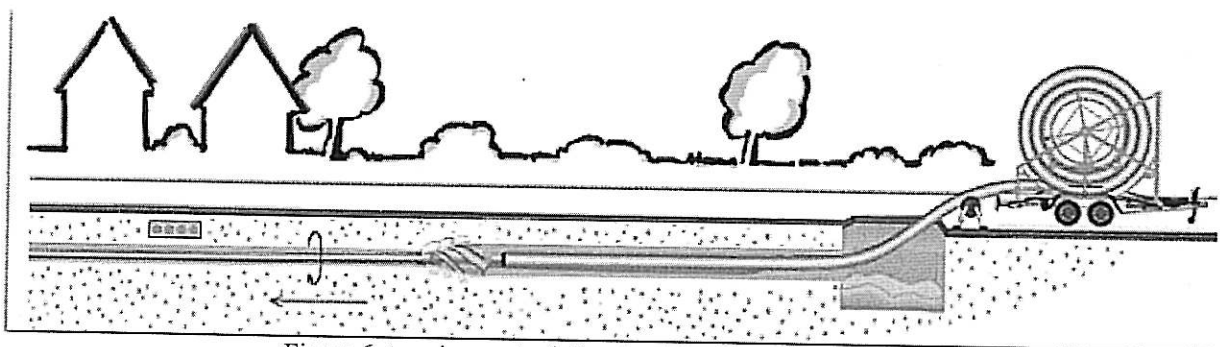


Figura 6: trascinamento della tubazione in Polietilene

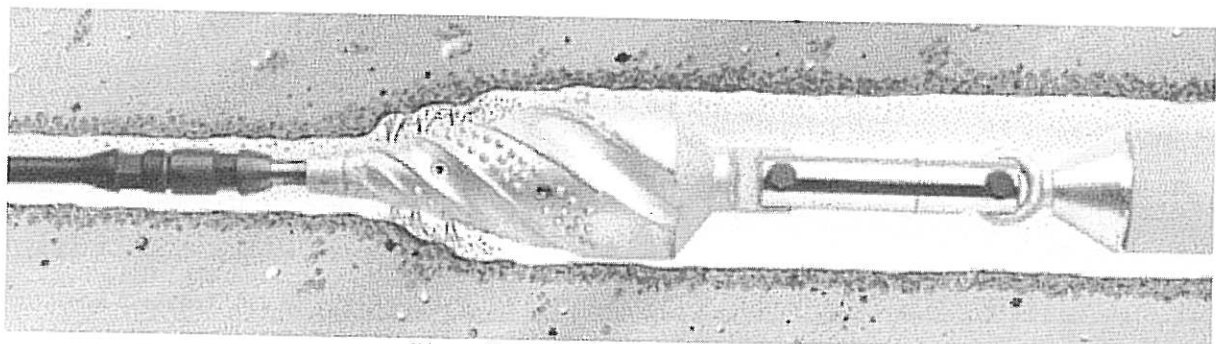


Figura 7: particolare alesatore

MICROTUNNELING

Negli attraversamenti delle due linee ferroviarie Padova/Bassano e Padova/Castelfranco la condotta verrà posata in opera con il sistema microtunneling. Si tratta di una tecnica che consiste nell'avanzamento a spinta di una tubazione all'interno di una galleria scavata da una testa fresante. Ci sono due grandi famiglie di microtunneling, distinte a seconda del metodo di allontanamento del materiale di scavo:

Anger system: il materiale scavato viene portato nel pozzetto di spinta ed estratto con un carrello;

Slurry system: il materiale scavato si porta in superficie tramite dei tubi in cui scorre acqua e bentonite. La separazione della parte solida avviene in contenitori di sedimentazione.

Per procedere alla posa della condotta si devono stabilire due pozzetti: il pozzetto di spinta e il pozzetto finale. Nel pozzetto di spinta, che ha un diametro variabile tra 2,70 e 4,50 metri, si inserisce la testa di scavo, collegata in superficie con un'apparecchiatura di controllo, generalmente posta all'interno di un container. Una volta posizionata la testa di scavo alla profondità e direzione desiderata, inizia la perforazione: la fresa avanza nel terreno e si uniscono ad essa le tubazioni a spingere, aventi la lunghezza di 1 o 2 metri. Quando la testa fresante esce dal pozzetto finale, viene riportata in superficie.

Nel caso della fognatura di progetto i tratti da realizzare in microtunelling saranno due: il primo (attraversamento della linea ferroviaria Padova-Bassano del Grappa) sarà realizzato con tubazione in gres di diametro nominale pari a 300 mm, il secondo (attraversamento della linea ferroviaria Padova-Castelfranco) verrà realizzato con tubazione in acciaio di diametro nominale pari a 350 mm.

In relazione al disposto del D.M. 23/02/1971 le trivellazioni dovranno essere ortogonali alla linea ferroviaria.

8 IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

I reflui fognari vengono convogliati a gravità verso un manufatto di sollevamento posizionato nell'aiuola adiacente il parcheggio della lottizzazione "Berti". La portata in ingresso alla cameretta di raccolta, collettata dalla seconda tratta, è di circa 4.2 l/s.

L'opera presenta dimensioni in pianta pari a metri 4.7 x 2.6 ed una profondità complessiva di circa metri 4.00. I pozzettoni saranno realizzati in c.a. gettato in opera, completamente interrati. Le solette superiori saranno alla quota del piano di campagna e presentano due passi d'uomo di 65 centimetri di diametro e 4 chiusini di accesso agli impianti delle dimensioni di 50 x 70 centimetri.

La struttura sarà scatolare e divisa in 2 diversi scomparti.

In considerazione delle necessità manutentive che possono prevedere il transito e la sosta di veicoli al di sopra della soletta superiore, la stessa sarà dimensionata per carichi stradali di I° Categoria.

La tubazione sbocca nella cameretta di raccolta e alloggio pompe (avente base quadrata di dimensione pari a 2 m) ad una quota pari a 21,05 m s.m.m. La quota del fondo dell'impianto viene fissata a 19,72 m s.m.m per consentire un sufficiente volume di accumulo (fino a 4 m³) e la sommergenza della pompa (tirante minimo dal fondo 30 cm).

Le pompe scelte, di tipo sommergibile, offrono diversi vantaggi rispetto alle pompe tradizionali sia in termini di progettazione del pozzo, che dell'intera stazione di pompaggio, quali:

- riduzione delle dimensioni del pozzo d'accumulo per effetto delle caratteristiche idrauliche delle pompe e per i minori volumi di accumulo dovuto ai cicli di pompaggio più brevi;

- l'opera civile sovrastante la stazione di pompaggio può essere omessa o ridotta al minimo necessario per l'alloggiamento dei quadri elettrici;
- l'installazione delle pompe è semplice e rapida.

Il volume utile minimo richiesto per il pozzo, cioè il volume tra il livello di avvio e di arresto delle pompe, dipende dalla minima durata possibile del ciclo e dalla portata della pompa. Nel caso di una pompa risulta:

$$V_1 = \frac{T_{c1} \cdot Q_1}{4}$$

dove:

T_{c1} : tempo di ciclo della pompa;

Q_1 : portata della pompa (pari a 10.0 l/s).

Il numero di avviamenti/ora varia normalmente tra 4 e 12 in dipendenza dal tipo di pompa e dalla sua potenza; posto quindi un numero di avviamenti/ora medio pari a 8, $T_{c1} = 3600/8 = 450$ ne deriva che $V_1 = 1,125$ inferiore ai volumi massimo disponibile nel nostro sollevamento.

Per la facilità di installazione e per la difficoltà di intasamento della pompa si è deciso di utilizzare, in entrambi i casi, una Flygt CP 3085 LT o similare.

Tale pompa richiede un NPSH pari a 4,8 m.

L'NPSH è l'abbreviazione dell'espressione inglese NET POSITIVE SUCTION HEAD ossia carico totale netto all'aspirazione della pompa. Si definisce:

- ✓ NPSHr (r = richiesto): è una caratteristica costruttiva della pompa ed è indicato dal costruttore della pompa.
- ✓ NPSHd (d = disponibile): è una caratteristica dell'impianto = pressione atmosferica (m) + altezza d'acqua sopra la girante (m) – tensione di vapore

(m) – perdite di aspirazione.

Perché una pompa funzioni regolarmente (senza cavitazione) NPSHr deve essere uguale o minore dell'NPSHd.

a) La pressione atmosferica:

al livello del mare $\approx 10,20$ m

a 500 m di altitudine $\approx 9,50$ m

a 1000 m di altitudine $\approx 8,90$ m

b) Altezza d'acqua sopra la girante:

Per le pompe immerse CP sottobattente si considera (prudenzialmente) la minima altezza d'acqua sopra la girante corrispondente al livello d'arresto.

c) La tensione di vapore per l'acqua è :

a 20° C $\approx 0,23$ m

a 40° C $\approx 0,73$ m

a 70° C $\approx 3,20$ m

a 90° C $\approx 7,00$ m

d) Perdite in aspirazione:

Nelle applicazioni CT bisogna considerare e detrarre le massime perdite di pressione in aspirazione corrispondenti alla portata massima.

Nelle applicazioni CP-CS etc: immerse la perdita in aspirazione non deve essere considerata.

Nel sollevamento di progetto i dati iniziali sono:

- ✓ - NPSHr = 3 m;
- ✓ - Pressione atmosferica $\approx 10,20$ m;
- ✓ - Tensione di vapore per acqua a $20^\circ\text{C} \approx 0,23$ m;
- ✓ - Altezza sopra la girante = 0,30 m;

$$\text{NPSHd} = 10,20 + 0,30 - 0,23 = 10,27 \text{ m} > 3,0 \text{ m} = \text{NPSHr.}$$

L'impianto di sollevamento risulta verificato.

VERIFICA DI STABILITA' DEL MANUFATTO:

Data la presenza della falda freatica a livelli prossimi al piano campagna, si ritiene necessaria la verifica al sollevamento: si tratta sostanzialmente di fare un confronto tra la forza peso del manufatto e la forza di galleggiamento impressa dall'acqua.

Per quanto riguarda la forza peso, si deve considerare solo il contributo del calcestruzzo, escludendo chiusini in ghisa ed apparecchiature meccaniche, dato che il manufatto deve essere verificato nella condizione più gravosa. La spinta di galleggiamento si determina con la nota formula di Archimede, ed è pari al peso del volume di liquido spostato. A favore di sicurezza si considera la quota più elevata della falda riscontrata tra le varie prove geotecniche realizzate (falda a -1.2 m dal piano campagna).

In questa ipotesi la spinta archimedeica risulta essere:

$$S = \gamma_{H_2O} \cdot V = 1000 * (2.6 \cdot 2.6 \cdot 3.48 + 2.6 \cdot 2.1 \cdot 1.4) = 31169 \text{ daN}$$

Essendo il peso del manufatto pari a

$$P = \gamma_{calc} \cdot V = 2600 * (4.68 \cdot 2.6 \cdot 2.6 + 2.6 \cdot 2.1 \cdot 2.6 - 2 \cdot 2 \cdot 2 - 2 \cdot 4.03 \cdot 2) = 56458 \text{ daN}$$

si ottiene che

$$\eta = \frac{P}{S} \approx 1.81$$

Si ritiene la verifica al sollevamento soddisfatta.

VERIFICA ALLO SCHIACCIAMENTO:

In questo calcolo si verifica la tensione sul terreno considerando il manufatto composto da peso proprio, apparecchiature meccaniche e sovraccarico accidentale. Si determinano le tensioni presenti sulla soletta di calcestruzzo e si paragonano con quelle ammissibili del terreno, il cui valore è ricavato applicando ai risultati dei calcoli un coefficiente di sicurezza pari a 3.

Le tensioni presenti sulla soletta di calcestruzzo si ricavano dividendo i carichi complessivi per la superficie di base del manufatto che poggia sul terreno.

Risultano i seguenti valori:

- ✓ - tensione ammissibile del terreno: 1.2 daN/cm²
- ✓ - tensione trasmessa: 0,67 daN/cm²

La verifica si può ritenere soddisfatta.

VERIFICA DEL COLPO D'ARIETE:

La condotta premente potrebbe essere interessata da fenomeni di colpo d'ariete nell'istante di arresto delle pompe. Il termine "colpo d'ariete" è utilizzato per identificare un fenomeno transitorio rapido di moto vario elastico, che consiste

nella propagazione all'interno della condotta di onde di pressione generalmente conseguenti a brusche manovre di apparecchiature idrauliche di regolazione, o all'arresto delle elettropompe di un impianto per un'improvvisa mancanza di energia elettrica.

La celerità, ovvero la velocità di propagazione delle onde in pressione nella condotta, che è funzione delle caratteristiche della tubazione e della comprimibilità del fluido convogliato, si calcola con l'espressione seguente:

$$a = \frac{v_s}{\sqrt{\left(1 + \frac{\varepsilon D}{Ee}\right)}}$$

Dove: a = celerità dell'onda, in m/s;

ε = modulo di elasticità dell'acqua, pari a $2,05 \times 10^8$ Kg/m²;

E = modulo di elasticità del materiale, pari a $1,4 \times 10^8$ Kg/m² per il PE;

v_s = velocità di propagazione del suono nell'acqua, pari a 1425 m/s;

D = diametro interno della tubazione espresso in m;

e = spessore della tubazione espresso in m.

Definendo τ il tempo di fase della condotta, detto anche tempo caratteristico della condotta, espresso con:

$$\tau = \frac{2 \cdot l}{a}$$

dove:

l = lunghezza della condotta, espressa in m;

a = velocità di propagazione della perturbazione nella condotta calcolata con la formula precedente;

e indicando con T_c la durata della manovra, se $\tau > T_c$, la manovra si dice brusca; viceversa se $\tau < T_c$ la manovra si dice lenta.

Se la manovra è istantanea, oppure brusca, esiste una relazione fondamentale e particolarmente semplice che permette di calcolare il valore del sovraccarico Δh , ovvero della sovrappressione Δp in funzione della velocità della corrente a regime:

$$\Delta h = \frac{v \cdot a}{g} \quad \text{ovvero} \quad \Delta p = \rho \cdot v \cdot a$$

dove:

v = velocità della corrente a regime;

a = velocità di propagazione della perturbazione;

ρ = densità del fluido.

Tale sovrappressione è in genere assai maggiore, a volte anche di qualche ordine di grandezza, delle pressioni di funzionamento a regime e da ciò deriva la pericolosità dei fenomeni di colpo d'ariete per la stabilità e la durata degli impianti.

Se la manovra è invece lenta, il massimo valore possibile del sovraccarico Δh , ovvero della sovrappressione Δp , nella sezione dove si origina la perturbazione è dato dalla formula di Allievi-Michaud:

$$\Delta h = \frac{2 \cdot l \cdot v}{g \cdot T_c} \quad \text{ovvero} \quad \Delta p = \frac{2 \cdot \rho \cdot l \cdot v}{T_c}$$

Nella condotta in esame si ha:

ε = modulo di elasticità dell'acqua = $2,05 \times 10^8$ Kg/m²;

E = modulo di elasticità del PEAD = $1,4 \times 10^8$ Kg/m²;

v_s = velocità di propagazione del suono nell'acqua = 1425 m/s;

D = diametro interno della tubazione = 0,141 m;

e = spessore della tubazione = 0,005 m;

l = lunghezza della condotta = 450 m.

Ricaviamo un valore di celerità dell'onda pari a:

$$a = \frac{v_s}{\sqrt{\left(1 + \frac{\epsilon D}{Ee}\right)}} = \frac{1425}{\sqrt{\left(1 + \frac{2,05 \cdot 10^8 \cdot 0,141}{1,4 \cdot 10^8 \cdot 0,004}\right)}} = 297 \text{ m/s}$$

Valutiamo il tempo caratteristico della condotta, sapendo che la durata di manovra vale $T_c = 0,9$ s:

$$\tau = \frac{2 \cdot l}{a} = \frac{2 \cdot 460}{297} = 3 \text{ s}$$

Dato che $\tau > T_c$, la manovra è veloce, quindi il sovraccarico vale:

$$\Delta h = \frac{v \cdot a}{g} = \frac{0,96 \cdot 297}{9,81} = 29 \text{ m}$$

9 QUADRO ECONOMICO

La spesa complessiva presunta per la realizzazione delle opere oggetto della presente progettazione, interamente finanziata dalla Regione Veneto, è pari ad euro 460.000,00, di cui euro 369.197,67 per lavori e euro 90.802,33 quali somme in diretta amministrazione.

<i>Dismissione impianto di depurazione di via Fabris in Camposampiero con collegamento alla rete fognaria comunale</i>		
A	LAVORI A BASE D'ASTA	
A.1	Lavori	€ 327.740,28
A.2	Oneri per la sicurezza	€ 41.457,39
	Totale A	€ 369.197,67
B	SPESE IN DIRETTA AMMINISTRAZIONE:	
B.1	Spostamento sottoservizi	€ 18.000,00
B.2	Imprevisti e arrotondamento	€ 20.882,56
B.3	Espropri	€ 10.000,00
B.4	Rilievi accertamenti ed indagini preliminari	€ 5.000,00
B.4	Spese tecniche compreso il coordinamento della sicurezza	€ 36.919,77
	Totale B	€ 90.802,33
	TOTALE PROGETTO (A+B)	€ 460.000,00