

## PROGETTAZIONE

STUDIO D' INGEGNERIA ASSOCIATO  
ISOLA-BOASSO & ASSOCIATI S.r.l.

Dott. Ing. Riccardo ISOLA  
Dott. Ing. Paolo BOASSO  
Dott. Ing. Fabrizio RABAGLIO

C.so M. Prestinari n° 86  
VERCELLI



**ACQUA**  
**NOVARA.VCO**  
**S.p.A.**

Via Triggiani, 9 – 28100 NOVARA (NO)  
Tel. 0321/413111 – Fax. 0321/413196

## PROGETTO DEFINITIVO

oggetto

INTERVENTO DI RIPARAZIONE  
COLLETTORE FOGNARIO  
IN COMUNE DI OLEGGIO (NO)  
PIAZZALE GUANDRA

Data: GENNAIO 2021

Rif. archivio: SRL 030.20

Scala

TAV. n° FO.01.001

Rev.	AGGIORNAMENTI	DATA

Contenuto degli Elaborati

## RELAZIONE GENERALE

Il Responsabile  
Dott. Ing. Riccardo ISOLA

Visto

Vs. Rif. arch.:

Riproduzione o consegna a terzi  
solo dietro specifica autorizzazione

Ente destinatario:

\* Riservato all'Amministrazione

## Sommario

1	Premessa.....	2
2	Descrizione dello stato di fatto.....	2
2.1	Inquadramento storico dell'area .....	2
2.2	Infrastrutture presenti e criticità.....	3
3	Descrizione del lavoro di indagine propedeutico alla progettazione .....	4
3.1	Esecuzione di sopralluoghi .....	4
3.2	Video ispezione della condotta esistente .....	4
3.3	Rilievo topografico dell'area .....	6
3.4	Individuazione delle infrastrutture a rete presenti nell'area .....	6
3.4.1	Documentazione cartografica .....	6
3.4.2	Rilievo con georadar .....	8
3.5	Piano di indagini geotecniche .....	10
4	Finalità degli interventi in progetto .....	10
5	Descrizione delle opere in progetto .....	10
5.1	Realizzazione del nuovo collettore con la tecnica del microtunneling .....	11
5.2	Realizzazione dei manufatti di spinta e ricezione per microtunneling .....	13
5.3	Realizzazione di altri collettori fognari secondari .....	14
5.3.1	Realizzazione della nuova fognatura a servizio degli allacci .....	14
5.3.2	Realizzazione di collegamento fognario secondario a pozzo di ricezione .....	14
5.4	Dismissione collettore fognario ammalorato .....	15
6	Interferenze con le infrastrutture esistenti.....	15
7	Accertamento in ordine alla diponibilità delle aree .....	16
8	Elenco delle autorizzazioni .....	16
9	Aspetti geologici e archeologici.....	17
9.1	Inquadramento geologico dell'area .....	17
9.2	Valutazione archeologica preliminare .....	18
10	Gestione dei terreni di risulta degli scavi .....	19

## 1 Premessa

Il presente elaborato costituisce la relazione generale del Progetto Definitivo relativo ai lavori di “Riparazione collettore fognario in Comune di Oleggio (NO) – Piazzale Guandra”, situato nel parcheggio del Piazzale Guandra, tra la S.P. 17 e la via Don Minzoni, svolto da codesto studio di ingegneria nell’ambito dell’ordine di lavoro ricevuto da Acqua Novara VCO S.p.A.

Sotto al piazzale della Guandra è presente un collettore fognario profondo in calcestruzzo di dimensioni notevoli, collocato alla quota di circa -9,50 m dalla superficie, risalente circa al 1940, quando numerosi tratti dell’antico canale Guandra furono colmati; in particolare il tratto di canale presente in questa zona fu deviato nel collettore in oggetto, per lasciare il posto all’attuale S.P.17.

Durante l’anno 2019 sulla superficie del piazzale hanno iniziato a comparire numerose depressioni delle pavimentazioni bituminose, fino all’apertura di una voragine in data 17.12.2019 nella parte Ovest del piazzale, dove il terreno è sprofondato per circa 3 metri. In seguito a questo fenomeno il piazzale è stato chiuso per ragioni di sicurezza e sono state avviate una serie di indagini e rilievi, per appurare le cause del fenomeno.

Tra le indagini effettuate, la più significativa è sicuramente una video ispezione in data 24.08.2020, che ha messo in evidenza, nel tratto di collettore posto sotto al piazzale Guandra, la presenza di una rottura localizzata, oltre a numerose deformazioni e fratture, dovuti a fenomeni di deterioramento connessi alla vetustà del manufatto.

In seguito a queste risultanze Acqua Novara VCO ha incaricato lo Studio di Ingegneria Isola Boasso e Associati di individuare i necessari interventi per risolvere la problematica, e sulla base di ciò viene redatto il presente progetto definitivo. Sono state valutate diverse ipotesi di intervento, tra cui quella del relining, scartata poi in quanto non risolutiva rispetto ai problemi strutturali riscontrati sul collettore.

L’intervento più idoneo a risolvere la problematica è stato individuato nella realizzazione di una nuova porzione di collettore fognario con la tecnica no dig del microtunneling e la successiva dismissione, previo intasamento, del collettore esistente ammalorato. Questa tecnica, spiegata nel dettaglio nei paragrafi successivi, consente di operare senza realizzare scavi estesi e richiede la sola realizzazione di due pozzi, uno di spinta e uno di ricezione.

## 2 Descrizione dello stato di fatto

### 2.1 Inquadramento storico dell’area

Il piazzale Guandra risulta avere una storia evolutiva particolarmente complessa. Nella posizione attuale del piazzale, vi era, fino all’inizio del 900, la presenza di un tratto del Colatore Guandra il cui alveo scorreva a profondità appunto comprese tra 12 e 14 metri almeno, rispetto alla quota del piazzale attuale. Questa grande depressione topografica era composta da due scarpate laterali ad elevata inclinazione che si raccordavano alla base con la presenza di un alveo dove, in occasione di eventi meteorici importanti, si accumulava l’acqua proveniente dalle superfici circostanti che si sommava a quella già in alveo e a quella di raccolta lungo il canale più a nord; da qui scorreva in direzione est sud est per essere smaltita inizialmente “a spaglio” nella pianura sottostante (zona ad est) ed in un secondo tempo raccolta e collettata verso l’attuale

depuratore di Bellinzago Novarese. A partire dai primi anni del 900 alcuni tratti del Colatore Guandra, compreso quello presente in corrispondenza del Piazzale, vengono colmati mediante continui apporti di materiale di riporto di natura e provenienza diverse.

## 2.2 Infrastrutture presenti e criticità

Sotto al piazzale della Guandra è presente un collettore fognario profondo in calcestruzzo, con sezione ovoidale 1100x1600 mm, collocato alla quota di circa -9,50 m dalla superficie, risalente circa al 1940.

In seguito alla comparsa, nell'anno 2019, di numerose depressioni delle pavimentazioni bituminose, fino all'apertura di una voragine nel dicembre dello stesso anno, dove il terreno è sprofondato per circa 3-4 metri, sono state avviate delle indagini, che hanno messo in luce la presenza di una rottura localizzata, oltre a numerose deformazioni e fratture, dovuti a fenomeni di deterioramento connessi alla vetustà del manufatto. Vengono di seguito riportate alcune immagini rappresentative delle condizioni del piazzale:



*Lato sud del piazzale: sono evidenti le depressioni formatesi nelle pavimentazioni*



*Lato est del piazzale: è evidente la voragine creatasi sul lato Est*



### 3 Descrizione del lavoro di indagine propedeutico alla progettazione

#### 3.1 Esecuzione di sopralluoghi

Lo scrivente studio di progettazione ha eseguito diversi sopralluoghi in cantiere:

- In fase preliminare, per constatare lo stato dei luoghi, durante i quali è stato constatato lo stato dei luoghi e la presenza delle depressioni nella pavimentazione bituminosa e della voragine, localizzata vicino all'ingresso carraio del piazzale verso Viale Roma.
- In fase progettuale, per l'identificazione dei punti di inizio e fine del collettore in progetto, alla presenza dei tecnici di Acqua Novara VCO;
- In fase di identificazione della posizione delle prove e indagini geognostiche, alla presenza dei geologi dott. Paolo Millemaci e dott. Claudio Viviani;

#### 3.2 Video ispezione della condotta esistente

Considerata l'elevata profondità a cui giace il collettore in oggetto, al fine di verificarne lo stato di consistenza, in data 24 agosto 2020 è stata effettuata una video ispezione.

La video ispezione è stata effettuata per tutta la tratta di collettore compresa tra i punti C e A individuati nell'immagine sottostante, quindi sotto al piazzale Guandra e lungo una parte di Viale Roma.



*Tratto di collettore oggetto di video ispezione*

Dalla video ispezione è emerso che lungo il tratto da C a B il collettore è tutto sommato in buone condizioni, mentre circa in corrispondenza del punto B, pressappoco sotto al punto dove in superficie si è creata la voragine, è presente una rottura localizzata del collettore



Proseguendo lungo il percorso del collettore si incontra una curva a sinistra con il quale inizia il tratto posto sotto al piazzale Guandra.



Il tratto posto sotto al piazzale è caratterizzato da un marcato ammaloramento consistente nella completa assenza del fondo scorrevole, ormai eroso.



### 3.3 Rilievo topografico dell'area

Su tutta l'area del piazzale della Guandra è stato eseguito un rilievo topografico con stazione totale, da parte di un tecnico incaricato da Acqua Novara VCO, con la quale è stato ricostruito con esattezza il perimetro dell'area e riportati i chiusini dei sottoservizi presenti.

Tale rilievo è stato riportato nella planimetria di stato di fatto.

### 3.4 Individuazione delle infrastrutture a rete presenti nell'area

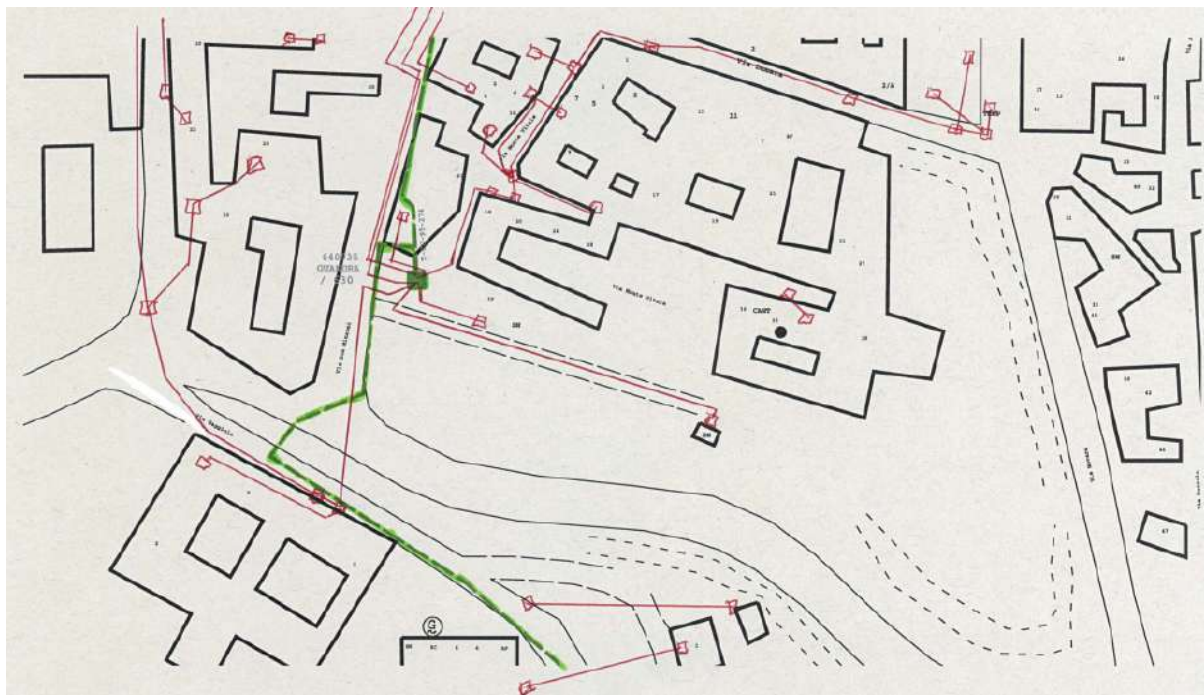
Al fine di individuare le infrastrutture presenti nell'area e valutarne correttamente l'interferenza con i manufatti in progetto si è ricorso sia alla documentazione cartografica ricevuta da Acqua Novara VCO, sia alle risultanze di una campagna di rilievo con georadar effettuata su tutta l'area del piazzale

#### 3.4.1 Documentazione cartografica

Dalla documentazione cartografica, unitamente al rilievo topografico e alle indagini georadar, è stato possibile ricostruire la posizione planimetrica delle varie tipologie di reti presenti nell'area del piazzale.

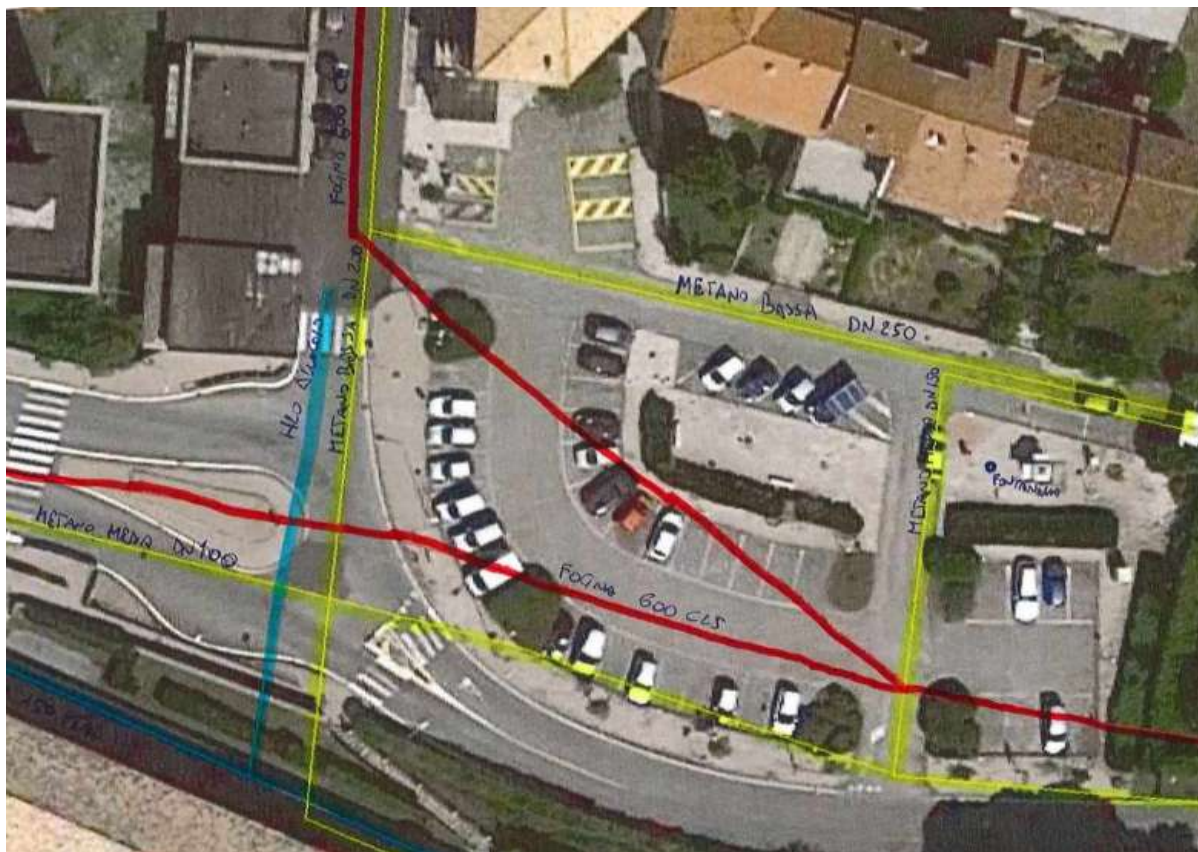
Nell'immagine seguente sono riportate le reti elettriche (in verde la media tensione ed in rosso la bassa tensione):





Planimetria reti elettriche

Nell'immagine seguente sono invece riportate le reti Fognarie (in rosso), le reti acquedottistiche (in azzurro) e le reti del metano (in giallo):



Planimetria reti fognarie, acquedottistiche e del gas metano



### 3.4.2 Rilievo con georadar

Nel mese di settembre 2020, su tutta l'area del piazzale Guandra, è stato inoltre eseguito un rilievo con georadar per avere un'individuazione più precisa dei vari sottoservizi presenti. Il rilievo si è concentrato sull'analisi dei primi 3-4 metri di sottosuolo e le tubazioni individuate sono state indicate a terra con tracciante colorato. Sono risultati numerosi sottoservizi su tutto il piazzale con profondità variabili da -1.5 m dal p.c. a -0.5 m dal p.c. Tutti i sottoservizi sono stati tracciati a terra con colorante e quindi fotografati.

Le sezioni schematiche ricostruite con georadar sono le seguenti:



Sezioni schematiche georadar

Di seguito vengono riportate alcune immagini del rilievo:

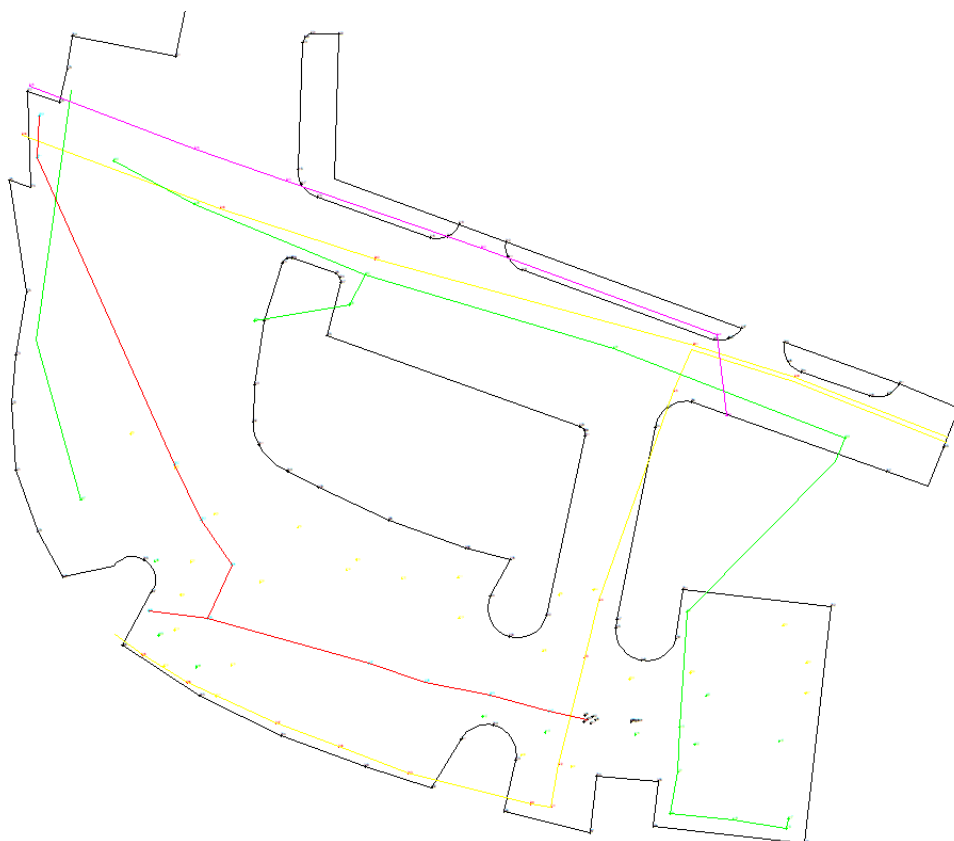


Vista del piazzale verso la S.P. 17 con indicazioni percorsi reti



*Vista del piazzale verso l'ingresso carraio dalla S.P. 17 con indicazioni percorsi reti*

Sulla base della campagna di indagine georadar eseguita e sull'indicazione cartografica circa le tipologie di tubazioni presenti, è stata ricostruita sulla base del rilievo la seguente planimetria dei sottoservizi esistenti, dove un rosso sono rappresentate le reti fognarie, in giallo le reti del gas metano, in magenta le reti delle telecomunicazioni ed in verde la rete di distribuzione elettrica:



*Planimetria del piazzale con indicati i sottoservizi*

### 3.5 Piano di indagini geotecniche

La necessità di effettuare delle perforazioni alla profondità di circa - 9.50 m dal piano di campagna per la realizzazione della condotta, unita alla scarsa conoscenza dei terreni di riporto utilizzati parecchi decenni addietro per colmare l'antico canale della Guandra, ha richiesto di approntare un dettagliato piano delle indagini, comprendente carotaggi con prove geognostiche, analisi di laboratorio, ed indagini sismiche. I risultati di tali indagini sono esposte nel dettaglio nell'indagine geologica allegata al presente progetto.

## 4 Finalità degli interventi in progetto

La finalità degli interventi in progetto è quella di risolvere la problematica di deterioramento del collettore fognario profondo esistente sotto al piazzale Guandra, che ha causato notevoli fenomeni di dissesto del piazzale, con la comparsa di numerose depressioni superficiali della pavimentazione bituminosa e di una voragine nella zona all'angolo con viale Roma; queste problematiche hanno inoltre richiesto la chiusura del piazzale per ragioni di pubblica sicurezza.

## 5 Descrizione delle opere in progetto

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un nuovo tratto di condotta fognaria in sostituzione di quello esistente ammalorato, tra i Punti A e B rappresentati nella planimetria di progetto.

Essendo la condotta esistente posizionata alla profondità di circa 9,5 metri, si prevede la realizzazione del nuovo tratto attraverso l'utilizzo della tecnica no dig del microtunneling.

Verranno quindi costruiti due manufatti in corrispondenza dei due punti del collettore esistente ai quali il nuovo tratto sarà allacciato. Il primo manufatto ad essere realizzato sarà una camera di spinta, mentre il secondo sarà una camera di ricezione.

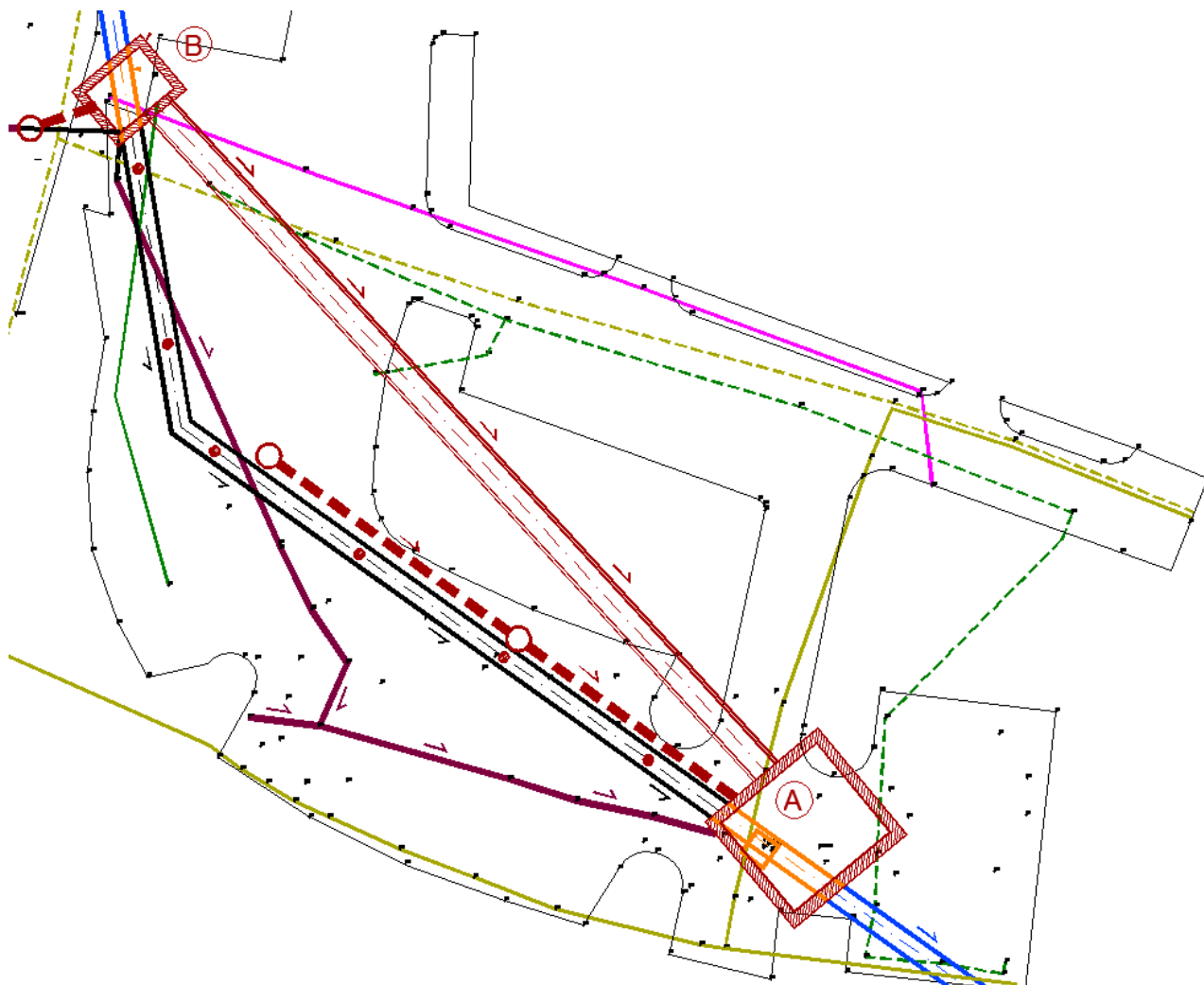
All'interno della camera di spinta verrà installata la macchina che realizzerà la condotta in calcestruzzo DE1740 mm - DI1400 mm con la tecnica del microtunneling, usando la parete posteriore della camera come contrasto per la spinta necessaria all'avanzamento della tubazione.

All'interno della camera di ricezione invece avverrà il recupero della testa fresante ad operazione conclusa. Alla fine degli interventi sopra ai due manufatti verranno realizzate delle solette e verranno in futuro utilizzate come camere d'ispezione.

Durante la realizzazione della nuova condotta con tecnica del microtunneling verrà garantita la continuità idraulica della rete fognaria profonda mediante l'installazione di due tubazioni provvisorie, una nel pozzo di spinta ed una nel pozzo di ricezione, in Pead del diametro di 500 mm (vedere tavola FO.06.001)

Nell'immagine seguente viene riportata la planimetria di progetto dell'intervento, nella quale sono rappresentate in colore rosso le nuove opere in progetto:





Planimetria di progetto dell'intervento

## 5.1 Realizzazione del nuovo collettore con la tecnica del microtunneling

La scelta della modalità realizzativa in microtunneling è stata dettata in primis dall'esigenza di garantire la precisione di posa del collettore: stante il funzionamento a gravità dello stesso, è, infatti, necessario che sia rispettata in modo preciso la livelletta formata dalle quote di scorrimento del collettore intercettato, dal pozzo di spinta a quello di ricezione. Allo stesso modo con il microtunneling sono scongiurate le problematiche legate alla presenza della falda, presente all'incirca al livello del fondo dello scavo ma con possibilità di presenza di falde sospese a quote anche inferiori.

La tecnica del microtunneling, impiegando spezzoni di tubo lunghi 3 m consente di ridurre gli ingombri connessi alle fosse di spinta e ricezione.

Più in generale, il microtunneling è una tecnologia no dig idonea per la posa in opera di nuove condotte, che consente attraversamenti in galleria di strade, ferrovie, corsi d'acqua, zone soggette a tutela ambientale.

Il sistema può essere impiegato per installare tubazioni aventi diametro da 250 mm a 3000 mm, quindi è particolarmente idoneo al caso in esame. Nella fattispecie verrà installata una tubazione in calcestruzzo con

diametro interno 1400 mm e diametro esterno 1740 mm, con sezione idraulica quindi superiore a quella dell'ovoidale esistente 1100x1600 mm.

Il metodo per la posa in opera di condotte fognarie con microtunnelling consiste nel fare avanzare a spinta tubazioni rigide di qualsiasi diametro dentro una micro galleria realizzata nel sottosuolo da una particolare testa di avanzamento, a ruota fresante, teleguidata. Lo stato di avanzamento della tubazione ed i vari parametri di spinta sono costantemente tenuti sotto controllo da un sistema computerizzato, garantendo così la massima precisione in qualsiasi terreno si operi.

Dal pozzo di spinta, dei martinetti idraulici spingono la testa perforante, diversa secondo la natura dei terreni, e si ritraggono per l'inserimento alle spalle della trivella dei conci prefabbricati in C.A.

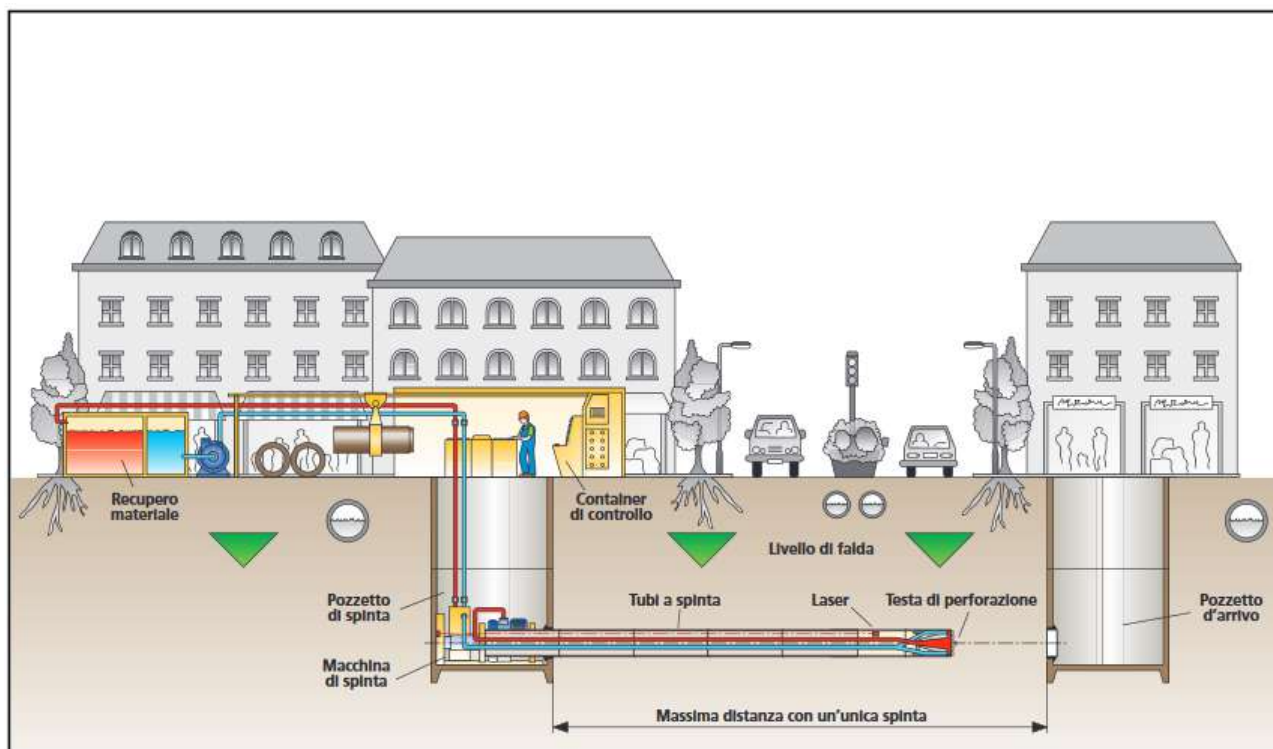
Al termine dei lavori la testa perforante, direzionabile, emerge nel pozzo di ricezione, da cui viene estratta, e i tubi sostengono le pareti dello scavo.

La perforazione avviene di regola secondo tracciati rettilinei con pendenza massima della livelletta pari al 30% in salita e pari al 10% in discesa.

Le principali parti componenti il sistema di microtunneling sono:

- Macchina per microtunneling munita di testa fresante;
- cilindri di spinta e centrale oleodinamica;
- eventuali tubazioni di rivestimento scavo (jacking pipes);
- sistema laser costituito da una sorgente e da un bersaglio;
- sistema di smaltimento dello smarino costituito da una tubazione di alimentazione dell'acqua e dalla relativa pompa che viene fatta affluire verso la testa fresante, e dal tubo di smarino con la relativa pompa per l'allontanamento verso l'esterno del materiale di scavo.

Nell'immagine seguente si riporta uno schema di esecuzione di intervento di microtunnelling:



## 5.2 Realizzazione dei manufatti di spinta e ricezione per microtunneling

I manufatti di spinta e di ricezione verranno realizzati nei punti terminali della nuova condotta, con dimensioni superiori a quelle minime necessarie per le operazioni di spinta e di recupero della testa fresante, in quanto all'interno di essi si prevede anche il collegamento con il collettore esistente.

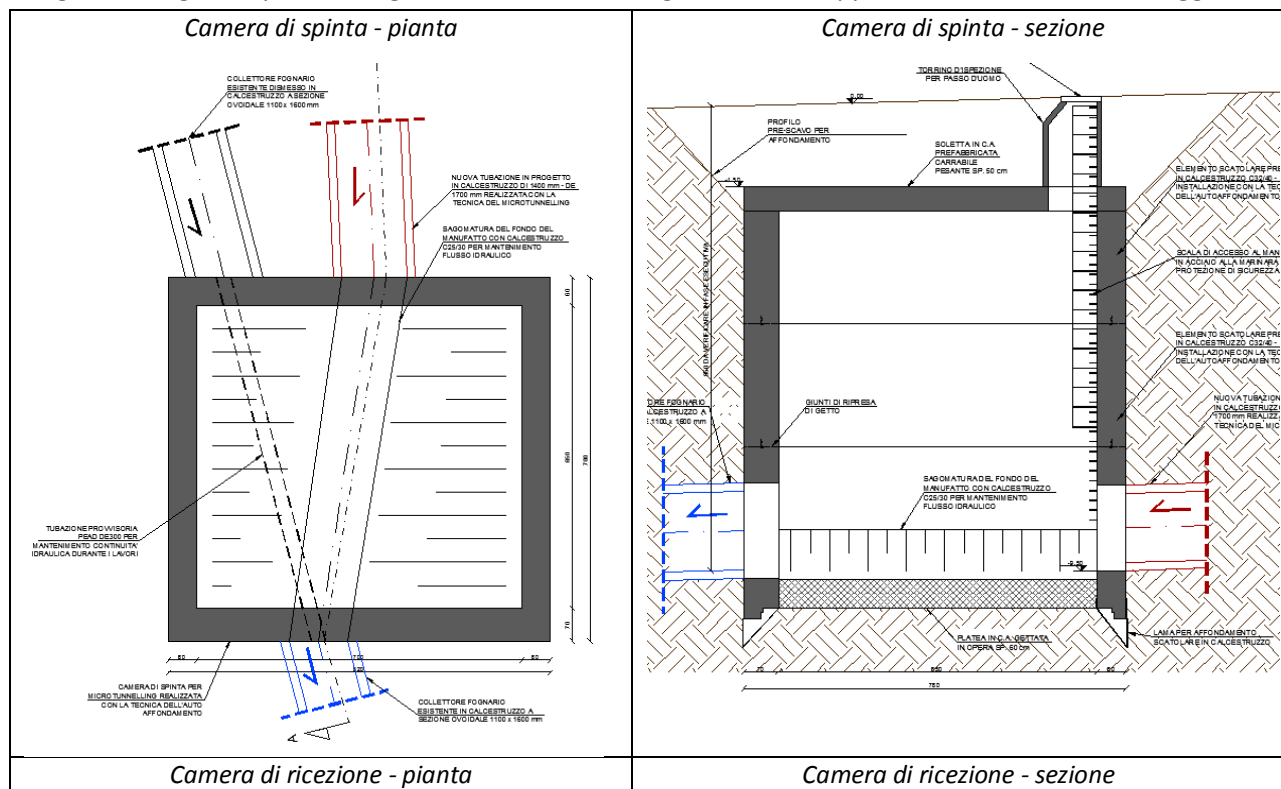
La loro realizzazione è prevista con la tecnica dell'autoaffondamento, e consiste nelle seguenti operazioni:

- Effettuazione di un pre-scavo di altezza pari a 1,50 m circa;
- Realizzazione dell'elemento di base del manufatto, dotato di una lama per favorirne l'affondamento;
- Scavo all'interno dell'elemento che ne favorirà l'affondamento;
- Getto del secondo elemento e successivo ulteriore scavo interno;
- Ripetizione del punto precedente fino al raggiungimento della quota di posa della tubazione;
- Realizzazione della platea di base;
- Realizzazione della soletta di copertura;
- Riempimento dello scavo

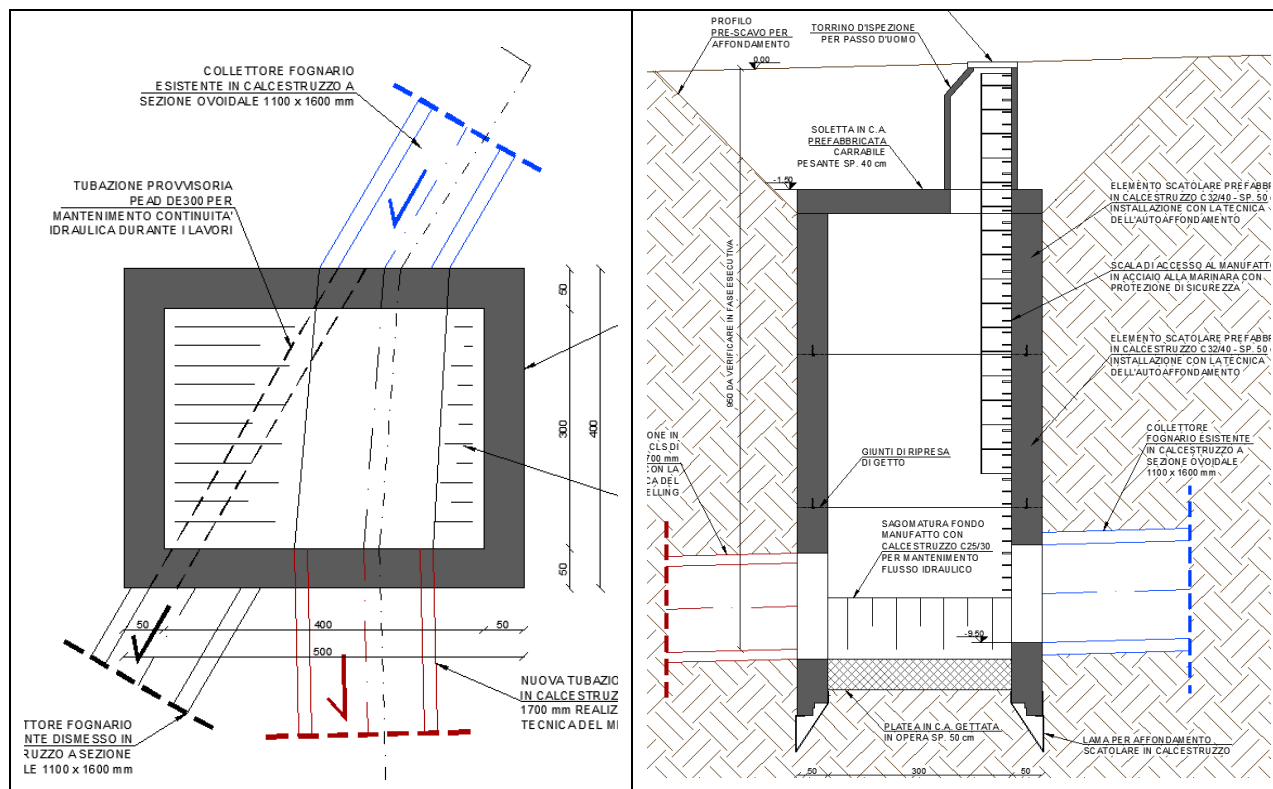
Una volta terminata l'esecuzione delle platee di fondo dei manufatti può essere realizzata la condotta con la tecnica del microtunneling: nel manufatto di spinta viene posizionata la macchina che effettuerà l'operazione di perforazione e posa della tubazione. I due manufatti presentano le seguenti caratteristiche:

- Camera di spinta in calcestruzzo armato gettato in opera, avente dimensioni interne di 6,50 m x 7,00 m x H=8,00 m.
- Camera di ricezione in calcestruzzo armato gettato in opera, avente dimensioni interne di 3,00 m x 4,00 m x H=8,00 m.

Vengono di seguito riportate degli estratti delle tavole grafiche che rappresentano i manufatti in oggetto:







### 5.3 Realizzazione di altri collettori fognari secondari

Oltre all'intervento per la realizzazione del collettore fognario principale, con tecnica del microtunneling, è prevista la realizzazione di due ulteriori collegamenti fognari, eseguiti con scavo e posa delle condotte tradizionali.

#### 5.3.1 Realizzazione della nuova fognatura a servizio degli allacci

Il collettore esistente ovoidale 1100x1600 mm presenta alcuni allacci fognari lungo il tratto di cui si prevede la dismissione. Pertanto, al fine di garantire la continuità di scarico a tali allacci, si prevede la realizzazione di un nuovo collettore fognario, con tecnica tradizionale, per il collettamento delle portate al manufatto di spinta.

La condotta in progetto, di lunghezza pari a circa 30 m, è prevista in calcestruzzo con diametro interno pari a 500 mm e pozzetti d'ispezione in c.a. prefabbricati.

#### 5.3.2 Realizzazione di collegamento fognario secondario a pozzo di ricezione

Sul piazzale della Guandra è presente una tubazione fognaria superficiale che colletta le portate provenienti da fognature superficiali provenienti dall'ex consorzio e dal Viale Roma.

Su tale collettore sono state riscontrate delle perdite; per risolvere questa problematica si prevede di collegare tale collettore al pozzo di ricezione del microtunneling con una nuova tubazione in c.a. diametro interno 500 mm.

## 5.4 Dismissione collettore fognario ammalorato

In seguito al completamento del nuovo collettore in progetto e alla sua messa in esercizio si potrà provvedere alla dismissione del collettore esistente ammalorato tra i punti A e B.

Considerate le condizioni di ammaloramento in cui versa tale collettore, al fine di scongiurare eventuali futuri cedimenti dello stesso con conseguenti effetti sulla superficie del piazzale, si prevede di intasare il collettore in oggetto con del calcestruzzo molto fluido.

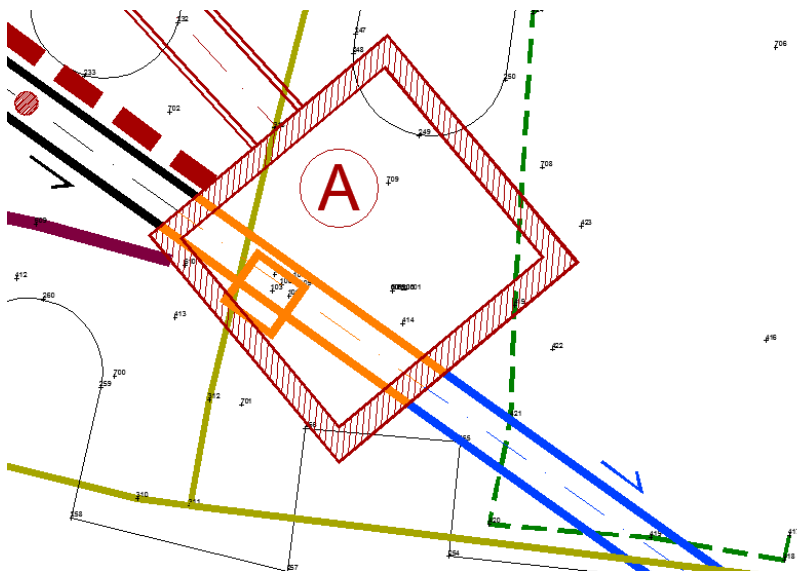
Tale operazione verrà effettuata dalla superficie mediante diffuse perforazioni del collettore e successiva colatura di calcestruzzo fino a rifiuto.

## 6 Interferenze con le infrastrutture esistenti

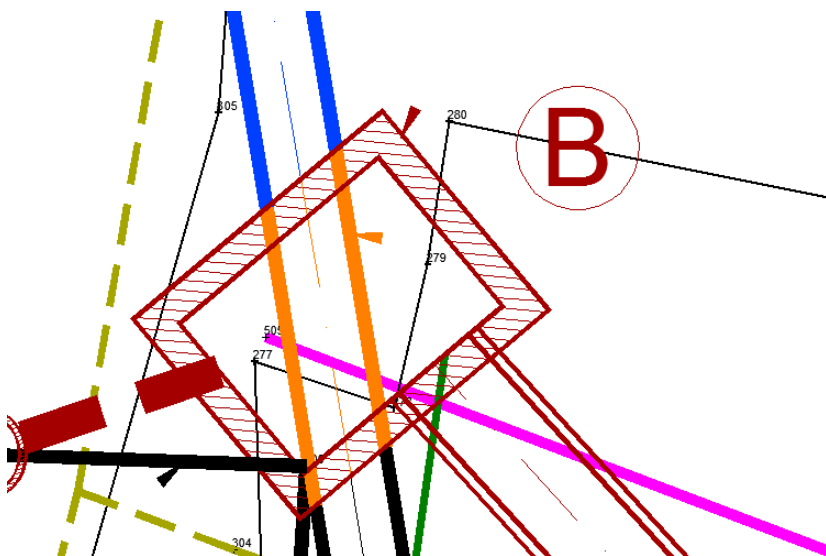
Il presente progetto è stato redatto ponendo la massima attenzione a ridurre il più possibile le interferenze con i sottoservizi presenti nell'area; la tecnica no dig del microtunneling prescelta infatti presenta anche questo vantaggio.

Nonostante questo, sono comunque presenti alcune interferenze tra le opere in progetto ed i sottoservizi, localizzate in particolare in corrispondenza dei pozzi di spinta e ricezione.

In particolare, come si può dedurre dall'immagine sotto riportata, nella zona dove verrà realizzato il manufatto di spinta è stata individuata l'interferenza con le reti del gas metano in media pressione e della distribuzione dell'energia elettrica.



Nella zona dove verrà realizzato il manufatto di ricezione è stata invece individuata l'interferenza con le reti di distribuzione dell'energia elettrica e delle telecomunicazioni.



In seguito alla campagna di rilievo con georadar la posizione planimetrica dei suddetti sottoservizi interferenti è stata identificata; questo consentirà, una volta identificata e tracciata la posizione esatta dei manufatti in progetto, di effettuare lo spostamento dei medesimi per risolvere le interferenze.

Per ottenere lo spostamento di tali sottoservizi l'appaltatore dovrà effettuare richiesta per tempo ai gestori dei medesimi.

## 7 Accertamento in ordine alla diponibilità delle aree

L'intervento verrà realizzato interamente sul piazzale Guandra, quindi non andrà ad interessare aree private, ma solo aree di proprietà dell'Amministrazione Comunale, garantendo quindi l'immediata disponibilità delle stesse.

## 8 Elenco delle autorizzazioni

Gli enti da contattare per ottenere le autorizzazioni per l'esecuzione dell'intervento sono i seguenti:

- I vari gestori dei sottoservizi;
- Comune di Oleggio;
- Provincia di Novara;
- A.S.L.;
- A.R.P.A.



## 9 Aspetti geologici e archeologici

### 9.1 Inquadramento geologico dell'area

Il piazzale Guandra risulta avere una storia evolutiva particolarmente complessa. Nella posizione attuale del piazzale, vi era, fino all'inizio del 900, la presenza di un tratto del Colatore Guandra il cui alveo scorreva a profondità appunto comprese tra 12 e 14 metri almeno, rispetto alla quota del piazzale attuale. A partire dai primi anni del 900 alcuni tratti del Colatore Guandra, compreso quello presente in corrispondenza del Piazzale, vengono colmati mediante continui apporti di materiale di riporto di natura e provenienza diverse. Al fine di caratterizzare il terreno di riporto presente nella zona in cui verrà effettuato l'intervento, sia dal punto di vista geologico che geotecnico, nel mese di dicembre 2020 sono state effettuate delle indagini geognostiche. Le indagini effettuate sono le seguenti:

- 3 carotaggi continui con recupero del terreno indisturbato allo scopo di ricostruirne la stratigrafia, da piano campagna fino a -12 metri di profondità, in particolare si tratta di carotaggi continui da eseguire nei corrispondenti punti A e B del tratto da indagare e al centro della stessa distanza A-B. Nei punti A e B sono stati inseriti due piezometri per verificare la eventuale presenza di falde temporanee localizzate.
- Inoltre rispettivamente al centro dei due tratti compresi tra A e B l'esecuzione di due carotaggi a distruzione di nucleo fino alla profondità di -9 metri e, da qui fino a -12 metri il recupero dei campioni per costruire la stratigrafia;

In corrispondenza delle profondità -9 m, -9,50 m, -10 metri e -12 metri, sono state eseguite, per tutti e 5 i carotaggi, delle prove penetrometriche di tipo dinamico SPT utili alla identificazione dei principali parametri geotecnici dei terreni presenti.



**La stratigrafia relativa al sondaggio S1** ha evidenziato la presenza di terreni contenenti materiali edili perlomeno fino alla profondità di circa 8 metri e oltre, si tratta quindi di terreni riportati e rimaneggiati di natura tra loro differente. Da 8 metri fino a 12, fondo foro, il terreno presente è sabbia e limo debolmente ghiaioso di colore marrone/ocra, non sono presenti elementi riconducibili ai materiali edili ma si tratta in ogni caso di terreno di riporto rimaneggiato. Il piezometro posato nel foro di sondaggio S1A ha evidenziato la presenza di acqua a partire dalla profondità di -9,00 metri rispetto alla quota di piano campagna.

**La stratigrafia relativa al sondaggio S2D** è stata eseguita a distruzione di nucleo fino alla profondità di 8 metri e, da qui il recupero del campione per avere la stratigrafia fino a 12 metri ed eseguire le prove Spt. La stratigrafia ha evidenziato dalla profondità di -8 metri fino a 10 metri la presenza di Ghiaia sabbiosa debolmente limosa di colore marrone, segue fino a -12 metri la presenza di Sabbia limosa debolmente ghiaiosa di color ocra. Anche in questo caso si tratta di terreni riportati e rimaneggiati, di fatto non c'è correlazione diretta con la stratigrafia S1A.

**La stratigrafia del sondaggio S3C** è completa ed evidenzia differenti tipologie di terreno con presenza di materiali edili perlomeno fino alla profondità di -7,5 metri. A questi seguono Limo e sabbia di colore marrone fino a -9,00 metri (da -7,9 m a -9,7 m è la sezione interessata dal passaggio della sonda e dalla posa della condotta del diametro di 1,8 metri). Da -9,0 m fino a 12 la presenza di Sabbia con ghiaia debolmente limosa di colore marrone con ciottoli a media/bassa sfericità subangolosi. Non c'è correlazione con i terreni della stratigrafia precedente.

**La stratigrafia del sondaggio S4E** ha messo in luce che il terreno presente è Ghiaia e sabbia di colore marrone con ciottoli a bassa sfericità subangolosi con presenza di materiali edili. La presenza di materiali edili testimonia chiaramente l'origine antropica relativamente alla posa di questa litologia, quindi anch'essa trasportata e rimaneggiata.

**Il sondaggio S5B** indica fino alla profondità di -7,0 metri, la presenza di Sabbia con ghiaia di colore marrone con ciottoli arrotondati a media/alta sfericità, tale terreno è presente anche lungo i primi 4 metri della sequenza stratigrafica relativa al sondaggio S3C. La stratigrafia S3C indica al di sotto di questo terreno, la presenza di altro terreno contenente materiali edili, pertanto se anche in questo caso si tratta di terreno di riporto e rimaneggiato. Dalla profondità di -7,0 m e fino a -12 m, la stratigrafia del sondaggio S5B indica la presenza di Sabbia e limo debolmente ghiaioso di colore ocra, terreno debolmente coesivo.

Come lungo il foro del sondaggio S1A, anche in questo è stato posizionato un piezometro che ha evidenziato la presenza di acqua a partire dalla profondità di -9,00 metri rispetto alla quota di piano campagna.

## 9.2 Valutazione archeologica preliminare

A corredo della presente progettazione è stata effettuata una Valutazione Archeologica Preventiva, ad opera dello Studio di Ricerca Archeologica Simonotti – Massari e Associati; tale documento è allegato al presente progetto e ad esso si rimanda per una completa trattazione degli aspetti archeologici.

In estrema sintesi le conclusioni del documento, sulla base di consultazioni bibliografiche, ricerche di archivio e ricognizioni sul terreno, esprimono che, nonostante il contesto generale indichi un potenziale archeologico con grado medio-alto, il rischio relativo per il progetto d'intervento risulta molto basso (grado 2 tabella dei gradi del potenziale archeologico) in ragione dei profondi mutamenti fisici e morfologici che la zona ha subito.

## 10 Gestione dei terreni di risulta degli scavi

Lo smaltimento del materiale di risulta (demolizione asfalti, terreni scavati, ecc.) dovrà avvenire nelle apposite discariche, idonee e a ricevere il materiale e nel rispetto delle normative vigenti di carattere igienico-ambientale.

Durante la campagna di indagini sono stati raccolti anche 10 campioni di terreno a differenti profondità e relativamente ai 5 carotaggi eseguiti. I risultati delle analisi hanno evidenziato la presenza in alcuni campioni di metalli pesanti e di benzene con valori superiori a quelli posti come limite di presenza di cui alla colonna B (siti per uso commerciale e industriale) Tabella 1 Allegato 5 al Titolo V parte IV del D.lgs 152/2006.

Questi risultati negativi riguardano i seguenti sondaggi:

- S1A e S5B da p.c. fino alla quota di -4.50 m (sono i campioni prelevati nelle posizioni in cui verranno realizzati i pozzi di spinta e ricezione);
- S4E da -7.00 a -9.00 m (campione prelevato lungo il percorso che verrà interessato dalla realizzazione del microtunneling);

Per quanto emerso dalle analisi di laboratorio, quindi, i terreni di risulta di tutti gli scavi eseguiti fino a -4.50 m di profondità e il volume di scavo risultante dallo smarino durante la realizzazione del microtunneling dovranno essere smaltiti come rifiuti speciali.

Il maggior costo derivante da questo onere aggiuntivo è stato riportato nel quadro economico, all'interno delle somme a disposizione della Stazione Appaltante.