

# Comune di Mirandola

Provincia di Modena

Regione Emilia Romagna

Rinnovo, potenziamento dei servizi a rete  
(Acquedotto, Fognatura, Teleriscaldamento e  
Gasdotto) e relativi allacciamenti in Piazza  
della Costituente, Piazza Castello e Piazza  
Marconi in Comune di Mirandola (MO)

DB Cantiere 25A0462

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTO:



Via Maestri del Lavoro n. 38 - 41037 - Mirandola (MO)  
web: [www.aimag.it](http://www.aimag.it) - e-mail: [info@aimag.it](mailto:info@aimag.it)

La R.U.P.

(Ing. Chiara Monaco)

Il Progettista



(Ing. Andrea Bertolasi)



Via Maestri del Lavoro n. 38 - 41037 - Mirandola (MO)  
web: [www.asretigas.it](http://www.asretigas.it) - e-mail: [info@asretigas.it](mailto:info@asretigas.it)

Il Presidente AS Retigas  
AS RETIGAS S.r.l.

Il Presidente  
(Ing. Riccardo Castorri)

(Ing. Riccardo Castorri)

Il Coordinatore alla Progettazione



(Ing. Andrea Bertolasi)

|                   |      |                                      |
|-------------------|------|--------------------------------------|
| Data              |      | Descrizione                          |
| Novembre 2025     |      |                                      |
| Tecnico           |      |                                      |
| P.I. F. Antonioli |      |                                      |
| Disegnatore       |      |                                      |
| F. Varini         |      |                                      |
| REVISIONE         | DATA | Relazione Tecnica e Quadro economico |
|                   |      |                                      |
|                   |      |                                      |
|                   |      |                                      |
|                   |      |                                      |
|                   |      |                                      |

ELABORATO

A

ELABORATO **A**

# RELAZIONE TECNICA

**REGIONE EMILIA ROMAGNA**

**COMUNE DI MIRANDOLA  
(PROVINCIA DI MODENA)**

**RINNOVO, POTENZIAMENTO DEI SERVIZI A RETE  
(ACQUEDOTTO, FOGNATURA, TELERISCALDAMENTO E  
GASDOTTO) E RELATIVI ALLACCIAMENTI IN PIAZZA DELLA  
COSTITUENTE, PIAZZA CASTELLO E PIAZZA MARCONI IN  
COMUNE DI MIRANDOLA (MO)**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**DB CANTIERE 25A0462**

| REVISIONE                                                               | ULTIMA MODIFICA      | PROGETTISTA                      |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| <b>0</b>                                                                | <b>Novembre 2025</b> | <b>Ing. Andrea Bertolasi</b>     |
| COMMITTENTE                                                             |                      | COORDINATORE DELLA PROGETTAZIONE |
| <b>AIMAG S.p.A. Via Maestri del Lavoro, 38<br/>41037 Mirandola (MO)</b> |                      | <b>Ing. Andrea Bertolasi</b>     |

**ELABORATO "A"**

## INDICE

|       |                                                                                   |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Acquedotto                                                                        | 4  |
| 1.1   | INQUADRAMENTO                                                                     | 4  |
| 1.2   | FINALITÀ                                                                          | 4  |
| 1.3   | QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO                                                   | 5  |
| 1.4   | DIMENSIONAMENTO DEL TRACCIATO                                                     | 7  |
| 1.5   | MATERIALI                                                                         | 9  |
| 1.5.1 | RETE ACQUA DI DISTRIBUZIONE                                                       | 9  |
| 1.5.2 | NODI DI SEZIONAMENTO                                                              | 11 |
| 1.5.3 | ALLACCIAMENTI                                                                     | 12 |
| 1.6   | MODALITÀ ESECUTIVE DEI LAVORI                                                     | 15 |
| 1.6.1 | ORGANIZZAZIONE DEI LAVORI                                                         | 15 |
| 1.6.2 | FASI REALIZZATIVE RETI ED ALLACCIAMENTI ACQUA                                     | 15 |
| 2     | Fognatura                                                                         | 16 |
| 2.1   | FINALITA' DEL PROGETTO                                                            | 16 |
| 2.2   | QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO                                                   | 18 |
| 2.3   | MATERIALI                                                                         | 20 |
| 2.3.1 | TUBAZIONI GRES                                                                    | 20 |
| 2.3.2 | POZZETTI                                                                          | 20 |
| 2.3.3 | BOTOLE E CADITOIE                                                                 | 21 |
| 2.4   | MODALITÀ ESECUTIVE DEI LAVORI                                                     | 22 |
| 2.4.1 | Organizzazione dei lavori                                                         | 22 |
| 2.4.2 | Modalità di accatastamento in cantiere (UNI 1401-3)                               | 22 |
| 2.4.3 | Condizioni di posa                                                                | 23 |
| 2.4.4 | Materiali di spessoramento – raggiungi quota                                      | 29 |
| 2.4.5 | Gestioni materiali di scavo                                                       | 30 |
| 2.4.6 | ANALISI DI LABORATORIO DEI MATERIALI PLASTICI PER LA REALIZZAZIONE DI CONDOTTE    | 30 |
| 2.4.7 | Collaudo                                                                          | 30 |
| 2.5   | DIMENSIONAMENTI IDRAULICI                                                         | 36 |
| 2.5.1 | VERIFICA COLLETTORE A GRAVITA' DN 500 tratta P1-P4 – PIAZZA DELLA COSTITUENTE     | 36 |
| 2.5.2 | VERIFICA COLLETTORE A GRAVITA' DN 500 tratta P4-P7 – PIAZZA DELLA COSTITUENTE     | 38 |
| 2.5.3 | VERIFICA COLLETTORE A GRAVITA' DN 500 tratta P8 -P13 – PIAZZA DELLA COSTITUENTE   | 41 |
| 2.5.4 | VERIFICA COLLETTORE A GRAVITA' DN 400 tratta P14 – P16 – PIAZZA DELLA COSTITUENTE | 45 |
| 2.5.5 | CONFRONTO UTILIZZANDO SOFTWARE DI MODELLAZIONE IDRAULICA                          | 47 |
| 2.6   | SPECIFICHE DEI COLLETTORI IN PROGETTO                                             | 50 |
| 2.7   | CANTIERABILITÀ DELL'OPERA                                                         | 50 |
| 3     | Teleriscaldamento                                                                 | 52 |
| 3.1   | FINALITA' DEL PROGETTO                                                            | 52 |
| 3.2   | QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO                                                   | 53 |
| 3.3   | MATERIALI                                                                         | 53 |

---

|       |                                                     |    |
|-------|-----------------------------------------------------|----|
| 3.3.1 | TUBAZIONI                                           | 53 |
| 3.3.2 | SOTTOCENTRALI DI CESSIONE                           | 55 |
| 3.4   | MODALITÀ ESECUTIVE DEI LAVORI                       | 56 |
| 3.4.1 | ORGANIZZAZIONE DEI LAVORI                           | 56 |
| 3.4.2 | MODALITÀ DI ACCATASTAMENTO IN CANTIERE (UNI 1401-3) | 56 |
| 3.4.3 | CONDIZIONI DI POSA DELLE CONDOTTE                   | 58 |
| 3.4.4 | POSA TUBAZIONI PREISOLATE                           | 61 |
| 3.4.5 | GESTIONE MATERIALE DI SCAVO                         | 61 |
| 3.4.6 | COLLAUDO IDRAULICO                                  | 61 |
| 3.5   | CANTIERABILITÀ DELL'OPERA                           | 63 |
| 4     | Quadro Economico                                    | 65 |

## 1 Acquedotto

### 1.1 INQUADRAMENTO

L'intervento oggetto della presente relazione è ubicato nel Comune di Mirandola, in **Piazza della Costituente**, nel tratto compreso tra via Circonvallazione e Via G. Tabacchi. Si prevede il rinnovamento di un tratto di rete idrica lungo complessivamente 450 metri.

Per una miglior comprensione si riporta l'estratto di mappa con l'ubicazione dell'intervento:



In colore **blu** la rete idrica in progetto

### 1.2 FINALITÀ

L'intervento in progetto prevede la sostituzione di vari tratti di condotta idrica in PVC, con una tubazione in polietilene PE 100 PN 16. Contestualmente sarà eseguita anche la sostituzione dei relativi allacciamenti e dove possibile i contatori saranno spostati in posizione accessibile su suolo pubblico al confine di proprietà secondo le indicazioni richiamate dal Regolamento ATERSIR nel rispetto della Delibera AEEGSI 655/2015.

### 1.3 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

- **UNI EN 12201:** “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE)”.
  - **UNI EN 12201-1:** "Sistemi di tubazioni di materia plastica per l'approvvigionamento di acqua e per le fognature e le canalizzazioni di scarico in pressione - Polietilene (PE) - Parte 1: Generalità."
  - **UNI EN 12201-2:** "Sistemi di tubazioni di materia plastica per l'approvvigionamento di acqua e per le fognature e le canalizzazioni di scarico in pressione - Polietilene (PE) - Parte 2: Tubi."
  - **UNI EN 12201-3:** “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell’acqua. Polietilene (PE) – Raccordi”.
  - **UNI EN 12201-5:** “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell’acqua. Polietilene (PE) - Idoneità all’impiego del sistema”.
- **UNI EN ISO 15494/2021:** “Sistemi di tubazioni di materia plastica per applicazioni industriali - Polibutene (PB), polietilene (PE), polietilene ad elevata resistenza alla temperatura (PE-RT), polietilene reticolato (PE-X), polipropilene (PP) - Serie metrica per specifiche per i componenti e il sistema”.
- **UNI EN ISO 9080:** "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la fornitura di acqua e gas naturale - Determinazione della resistenza a lungo termine alla pressione interna in funzione della temperatura e della sollecitazione - Metodo di estrapolazione”.
- **UNI 10928:** "Tubazioni e raccordi in polietilene ad alta densità (HDPE) per il trasporto di fluidi in pressione - Classificazione e requisiti di base."
- **UNI EN 13067:** "Saldatori per tubi e/o raccordi di polietilene per la fornitura di gas e/o acqua - Qualificazione del personale." Questa è una norma cruciale per la certificazione del personale addetto alle saldature.
- **Decreto Ministeriale 6 aprile 2004, n. 174:** "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano."
- **UNI EN 13067/2021:** “Personale per la saldatura di materie plastiche - Qualificazione dei saldatori - Assiemi saldati di materiale termoplastico”
- **UNI 9737/2021:**” Qualificazione dei saldatori di materie plastiche: saldatori di componenti di polietilene e/o polipropilene, per il convogliamento di gas combustibili, di acqua e/o di altri fluidi in pressione, che utilizzano i procedimenti ad elementi termici per contatto e a elettrofusione - Istruzioni complementari per l'applicazione della UNI EN 13067”.
- **UNI 10520/2021:** “Saldatura ad elementi termici per contatto. Saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione”.
- **UNI 10521/2021:** “Saldatura per elettrofusione. Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione”.
- **UNI 10566/2021:** “Saldatrici per elettrofusione utilizzate per l'esecuzione di giunzioni di tubi e/o raccordi di polietilene (PE), mediante raccordi elettrosaldabili, per il trasporto di gas

combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione - Caratteristiche e requisiti, prove, manutenzione e documentazione”.

- **UNI EN ISO 1167/2006:** “Tubi, raccordi e assiemi di materiale termoplastico per il trasporto di fluidi - Determinazione della resistenza alla pressione interna”.
- **UNI EN ISO 1133/2022:** “Materie plastiche - Determinazione dell’indice di fluidità di massa (MFR) e dell’indice di fluidità del volume (MVR) dei materiali termoplastici”.
- **UNI EN ISO 6259-1:** “Tubi di materiale termoplastico - Determinazione delle caratteristiche a trazione - Metodo generale di prova”.
- **UNI EN ISO 3126:** “Sistemi di tubazioni in materia plastica - Componenti di materia plastica”.
- Decreto 6 Aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute: “Disciplina igienica concernente le materie plastiche e gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da potabilizzare”.
- Decreto Ministeriale 12.12.85: “Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle tubazioni”.
- **UNI EN 124/2015:** “Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali - Parte 1: Definizioni, classificazione, principi generali di progettazione, requisiti di prestazione e metodi di prova”.

## 1.4 DIMENSIONAMENTO DEL TRACCIATO

Il *dimensionamento* della rete ha come obiettivo la realizzazione di condotte che rispettino i parametri di portata e di pressione ai livelli previsti nella Carta dei Servizi. In particolare per i comuni serviti saranno garantiti una portata minima erogata al punto di consegna di 0,10 l/s per ogni unità abitativa in corrispondenza del carico idraulico/pressione (m.c.a.) definito nella tabella successiva:

| COMUNE         | PRESSIONE MINIMA<br>(m.c.a.) | PRESSIONE MASSIMA<br>(m.c.a.) |
|----------------|------------------------------|-------------------------------|
| Bastiglia      | 25                           | 35                            |
| Bomporto       | 15                           | 35                            |
| San Prospero   | 15                           | 30                            |
| Camposanto     | 15                           | 30                            |
| Cavezzo        | 15                           | 30                            |
| Medolla        | 25                           | 35                            |
| San Felice     | 20                           | 33                            |
| Mirandola      | 15                           | 36                            |
| Concordia      | 15                           | 30                            |
| San Possidonio | 15                           | 25                            |
| Campogalliano  | 30                           | 40                            |
| Soliera        | 20                           | 30                            |
| Carpi          | 15                           | 30                            |
| Novi           | 20                           | 38                            |

In funzione delle caratteristiche tecniche del sistema di adduzione, accumulo e distribuzione questi livelli minimi di pressione sono garantiti in regime di normale funzionamento delle reti.

Gli studi e le verifiche sono eseguiti con l'impiego del modello della rete idrica AIMAG realizzato tramite il software InfoWorks. Il modello matematico permette di simulare il comportamento del sistema acquedottistico sottoposto a diversi scenari. I dati di input del modello sono di tre tipologie: la geometria della rete (importata dalla cartografia delle reti), i consumi (importati dai reali volumi fatturati alle utenze) e dati di pressione e portata osservati (raccolti tramite registrazioni effettuate in campo). Il modello ha subito inoltre un processo di calibrazione, ossia di correzione e perfezionamento tramite comparazione dei dati simulati e di quelli osservati in campo, al fine di ridurre al minimo gli errori di simulazione.

La simulazione della rete nel software effettua un calcolo delle portate nelle tubazioni e delle pressioni ai nodi utilizzando iterativamente le formule del moto uniforme per il calcolo delle portate e delle pressioni, applicando la formula di *Colebrook-White* per la stima del coefficiente di frizione  $\lambda$ :

$$\frac{1}{\lambda} = -2 \log \left[ \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,7D} \right]$$

Dove:  $Re$  è il numero di Reynolds,  $k$  è la scabrezza interna di Colebrook White,  $D$  è il diametro del tubo

Le diverse simulazioni permettono di confrontare i regimi di portata e velocità all'interno delle tubazioni e di pressione ai nodi della rete interessati, e valutare la soluzione idraulicamente migliore.

Il **tracciato** per la posa della rete di distribuzione è stato definito in base ai seguenti criteri:

- mantenimento della continuità del servizio di distribuzione alle utenze esistenti;
- rispetto degli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica dell'Ente locale sul cui territorio viene gestito il servizio;
- limitare il più possibile le interferenze con i servizi esistenti (ENEL, Telecom, Canali di Bonifica, Fognatura, Gas ecc...); dove ciò non sarà possibile verranno rispettate le prescrizioni e le indicazioni degli Enti gestori dei sottoservizi interferenti;
- agevolare l'esecuzione delle opere arrecando il minor disagio possibile ai residenti (come limitazioni della viabilità, interruzione del servizio di distribuzione ed accessibilità sia alle attività commerciali che ai residenti), nonché al principio della massima economia.

Alla luce di quanto espresso, per la nuova condotta in progetto verranno adottate tubazioni in polietilene avente diametro pari a 110 mm. La posa avverrà tramite scavo a cielo aperto.

Per una miglior caratterizzazione del materiale e delle modalità esecutive dell'intervento si rimanda ai capitoli successivi.

## 1.5 MATERIALI

### 1.5.1 RETE ACQUA DI DISTRIBUZIONE

Per la rete acqua di distribuzione è stato previsto l'utilizzo di tubazioni in polietilene **PE 100 PN 16 RC SDR 11 RD** realizzati mediante estrusione e conformi alla specifica tecnica PAS 1075 tipo 1.

La giunzione delle verghe avverrà tramite manicotti elettro-saldabili o attraverso saldature testa a testa. In particolare, per le lavorazioni in progetto:

| TRATTO DI STRADA  | TIPOLOGIA MATERIALE | DE  | LUNGHEZZA |
|-------------------|---------------------|-----|-----------|
| P.zza Costituente | PE 100 PN 16        | 63  | 85,00 ml  |
| P.zza Costituente | PE 100 PN 16        | 110 | 265,00 ml |
| P.zza Costituente | PE 100 PN 16        | 125 | 240,00 ml |

Di seguito si riportano le caratteristiche generali e tecniche delle tubazioni da utilizzare.

### CARATTERISTICHE TECNICHE – Tubazioni in polietilene PE 100 PN 16 RC SDR 11



#### A) CARATTERISTICHE GENERALI

I tubi devono essere costruiti esclusivamente con materia prima vergine conforme alla UNI EN 12201-1 e UNI EN 12201-2.

Le superfici interne ed esterne dei tubi devono essere lisce, pulite ed esenti da rigature, cavità, impurità, porosità ed altri difetti superficiali che possano impedire la conformità del tubo alla norma di riferimento ed alla presente specifica. **Non saranno accettate tubazioni che siano state prodotte con una data antecedente a 3 mesi rispetto allo scarico in cantiere.**

Saranno forniti esclusivamente in verghe di lunghezza pari a 12 m per tutti i diametri.

Ciascun tubo deve riportare su almeno una generatrice le seguenti indicazioni:

- Nome o marchio del fabbricante;
- Indicazione del materiale (PE 100);
- Indicazione dello specifico tipo di compound impiegato;
- Le dimensioni (DE, DN, spessore), SDR, PN, data di fabbricazione;
- Il riferimento alla norma UNI EN 12201;

- Il marchio di conformità alla norma di riferimento rilasciato dall'IIP o altro organismo di certificazione accreditato secondo UNI CEI EN 45011.

#### B) CARATTERISTICHE FISICHE

Le caratteristiche fisiche devono essere conformi a quanto indicato al punto 8 della norma UNI EN 12201-2 ed alla seguente tabella più restrittiva.

| Caratteristiche        | Requisiti | Parametri di prova | Metodo di prova                 |
|------------------------|-----------|--------------------|---------------------------------|
| Allungamento a rottura | ≥ 500 %   | UNI EN 12201-2     | UNI EN ISO 6259-1<br>ISO 6259-3 |

|                                            |                                      |                                |
|--------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Indice di fluidità in massa (MFR)          | Variazione del MFR nella lavorazione | UNI EN ISO 1133 (Condizione T) |
| Tempo di induzione all'ossidazione a 210°C | ≥ 25 minuti                          |                                |

Le caratteristiche del PE in forma di tubo devono essere conformi a quanto indicato al prospetto 2 della norma UNI EN 12201-1, ed alla seguente tabella più restrittiva.

#### PE TRADIZIONALE

| Caratteristiche                                      | Requisiti                                    | Parametri di prova | Metodo di prova  |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------|------------------|
| Notch Pipe Test (NPT)<br>PE DE 110 SDR 11 intagliato | Nessuna rottura fino e oltre 412 h (165x2,5) | UNI EN 12201-1     | UNI EN ISO 13479 |

#### PE ALTA RESISTENZA ALL'INTAGLIO

| Caratteristiche                                      | Requisiti                           | Parametri di prova                                                                                                  | Metodo di prova   |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Notch Pipe Test (NPT)<br>PE DE 110 SDR 11 intagliato | Nessuna rottura fino e oltre 7000 h | UNI EN 12201-1                                                                                                      | UNI EN ISO 13479  |
| FNC (Full Notch Creep)                               | Nessuna rottura fino e oltre 3000 h | Campione intagliato e posto a bagno di soluzione di tensioattivo 2% a T=80°C; Forza di trazione 4 N/mm <sup>2</sup> | EN 12814-3 (FNCT) |

#### C) CARATTERISTICHE MECCANICHE – Resistenza alla pressione interna

| Caratteristiche                              | Requisiti                                            | Parametri di prova      | Valori di Prova | Metodo di prova |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| Resistenza alla pressione idrostatica a 20°C | Nessun cedimento durante le prove di tutti i provini | Tappi di estremità      | Tipo A          | UNI EN ISO 1167 |
|                                              |                                                      | Numero provini          | 3               |                 |
|                                              |                                                      | Tipo di prova           | Acqua in acqua  |                 |
|                                              |                                                      | Temperatura             | 20°C            |                 |
|                                              |                                                      | Periodo di prova        | ≥ 100 h         |                 |
| Resistenza alla pressione idrostatica a 80°C | Nessun cedimento durante le prove di tutti i provini | Sforzo circonferenziale | 12.4 MPa        | UNI EN ISO 1167 |
|                                              |                                                      | Tappi di estremità      | Tipo A          |                 |
|                                              |                                                      | Numero provini          | 3               |                 |
|                                              |                                                      | Tipo di prova           | Acqua in acqua  |                 |
|                                              |                                                      | Temperatura             | 80°C            |                 |
| Resistenza alla pressione idrostatica a 80°C | Nessun cedimento durante le prove di tutti i provini | Periodo di prova        | ≥ 165 h         | UNI EN ISO 1167 |
|                                              |                                                      | Sforzo circonferenziale | 5.5 MPa         |                 |
|                                              |                                                      | Tappi di estremità      | Tipo A          |                 |
|                                              |                                                      | Numero provini          | 3               |                 |
|                                              |                                                      | Tipo di prova           | Acqua in acqua  |                 |
|                                              |                                                      | Temperatura             | 80°C            | UNI EN ISO 1167 |
|                                              |                                                      | Periodo di prova        | ≥ 1000 h        |                 |
|                                              |                                                      | Sforzo circonferenziale | 5 MPa           |                 |

#### D) PROPRIETÀ SECONDO PAS 1075

| Caratteristiche              | Metodo    | Parametri di prova                              | Materia Prima | Tubo       |
|------------------------------|-----------|-------------------------------------------------|---------------|------------|
| Notch Pipe Test (NPT)        | ISO 13479 | 80°C – 9,2 bar (SDR 11)                         | >8.760 ore    |            |
| Point Loading Test           |           | 80°C – sol 2% Arkopal N-100 4 N/mm <sup>2</sup> | >8.760 ore    | >8.760 ore |
| Full Notch Creep Test (FNCT) | ISO 16770 | 80°C – sol 2% Arkopal N-100 4 N/mm <sup>2</sup> | >8.760 ore    | >8.760 ore |

\*Per ulteriori informazioni si rimanda alla lettura del *disciplinare tecnico relativo alla fornitura di tubi in polietilene per acquedotto* di AIMAG – Rev. 22 Giugno 2018

### 1.5.2 NODI DI SEZIONAMENTO

Per la realizzazione di nodi di sezionamento sulla rete di distribuzione è stato previsto l'utilizzo di saracinesche in ghisa sferoidale a cuneo gommato PN 16 con predisposizione al tubo in PE.

| TRATTO DI STRADA                      | TIPOLOGIA MATERIALE | DE  | SARACINESCHE |
|---------------------------------------|---------------------|-----|--------------|
| Nodo 1 – Costituente/Circonvallazione | /                   | /   | esistente    |
| Nodo 2 – Costituente/Verdi            | Ghisa/PE 100 PN 16  | 125 | 4            |
| Nodo 3 – Costituente/Milazzo          | Ghisa/PE 100 PN 16  | 125 | 3            |
| Nodo 4 - Costituente/Tabacchi         | Ghisa/PE 100 PN 16  | 125 | 4            |
| Nodo 5 – Costituente/Marconi          | Ghisa/PE 100 PN 16  | 110 | 3            |
| Nodo 6 - Castello                     | Ghisa/PE 100 PN 16  | 110 | 1            |
| Nodo 7 - Marconi                      | Ghisa/PE 100 PN 16  | /   | /            |
| Nodo 8 - Marconi                      | Ghisa/PE 100 PN 16  | 110 | 1            |

### CARATTERISTICHE TECNICHE – SARACINESCA IN GHISA CON ESTREMITÀ IN PE A SILDARE



#### CARATTERISTICHE GENERALI

Saracinesca a cuneo gommato con tronchetti d'estremità a saldare in PE integrati nel corpo valvola;

- Corpo, coperchio e cuneo in ghisa sferoidale EN:GJS400-18, UNI EN 1563, rivestita con polveri epossidiche a spessore;
- Protezione in ogni punto con resine epossidiche a letto fluido secondo DIN 30677-T2 e sistema RAL-GSK;
- Guide cuneo in materiale plastico idoneo;
- Guarnizioni in EPDM;
- Viti in Aisi304, impermeabilizzate con mastice adeguato
- Protezione in Pe per evitare danni alla vernicie (nella parte di giunzione tra corpo e coperchio)
- Certificazione di atossicità secondo c.m. 102 M.S.
- Albero di manovra in acciaio inox 1.4404 (Aisi316L)
- Cuneo vulcanizzato con EPDM con scarico antinquinamento.

I materiali costituenti il prodotto (i metalli, le gomme, le plastiche e i rivestimenti) sono stati selezionati con particolare attenzione agli aspetti igienico-sanitari. Prove di cessione e composizione presso laboratori indipendenti ne hanno attestato la conformità ai requisiti di legge per i prodotti a contatto con acqua potabile – D.M.174:2004.

### 1.5.3 ALLACCIAMENTI

Gli allacciamenti verranno realizzati con i seguenti materiali, giuntati con saldatura testa a testa o con manicotto elettro-saldabile:

- Stacco dalla rete con Collari di presa a saldare su tubazione non in carico;
- Saracinesca in POM De 40;
- Tubazione in Pe 100 AD dal De 40;

| TRATTO DI STRADA  | TIPOLOGIA MATERIALE | DE | LUNGHEZZA     | NUMERO |
|-------------------|---------------------|----|---------------|--------|
| P.zza Costituente | PE 100 PN 16        | 40 | 10 ml (media) | 29     |
| P.zza Costituente | PE 100 PN 16        | 63 | 40 ml (media) | 2      |
| P.zza Costituente | PE 100 PN 16        | 75 | 10 ml (media) | 1      |

### CARATTERISTICHE TECNICHE – Tubazioni in polietilene PE 100 PN 16 RC SDR 11



#### CARATTERISTICHE GENERALI

I tubi devono essere costruiti esclusivamente con materia prima vergine conforme alla UNI EN 12201-1 e UNI EN 12201-2.

Le superfici interne ed esterne dei tubi devono essere lisce, pulite ed esenti da rigature, cavità, impurità, porosità ed altri difetti superficiali che possano impedire la conformità del tubo alla norma di riferimento ed alla presente specifica. **Non saranno accettate tubazioni che siano state prodotte con una data antecedente a 3 mesi rispetto allo scarico in cantiere.**

Ciascun tubo deve riportare su almeno una generatrice le seguenti indicazioni:

- Nome o marchio del fabbricante;
- Indicazione del materiale (PE 100);
- Indicazione dello specifico tipo di compound impiegato;
- Le dimensioni (DE, DN, spessore), SDR, PN, data di fabbricazione;
- Il riferimento alla norma UNI EN 12201;

- Il marchio di conformità alla norma di riferimento rilasciato dall'IIP o altro organismo di certificazione accreditato secondo UNI CEI EN 45011.

\*Per ulteriori informazioni si rimanda alla lettura del *disciplinare tecnico relativo alla fornitura di tubi in polietilene per acquedotto* di AIMAG – Rev. 22 Giugno 2018

## CARATTERISTICHE TECNICHE – VALVOLA DI DERIVAZIONE CON MANICOTTI PER SALDARE (in POM)



### CARATTERISTICHE GENERALI

- Saracinesca a cuneo gommato con estremità a saldare in PE da collegare a tubi in PE a norma EN 12201, DIN 8074;
- Sistema di tenuta: alla chiusura, i profili di gomma del cuneo poggiano senza attrito nel corpo; nessuna abrasione e dunque nessuna usura del corpo di tenuta;
- La saracinesca può essere collegata alla condotta in PE mediante comuni attacchi saldati o a serraggio;
- Coppia di chiusura: max ammesso 80 Nm
- Nella saracinesca vengono saldati in fabbrica in modo permanente due raccordi per saldatura in PE 100/SDR 11. La tenuta idraulica è garantita da due guarnizioni indipendenti e una boccola di sostegno in POM all'interno del manicotto.

## CARATTERISTICHE TECNICHE – COLLARE DI DERIVAZIONE NON IN CARICO

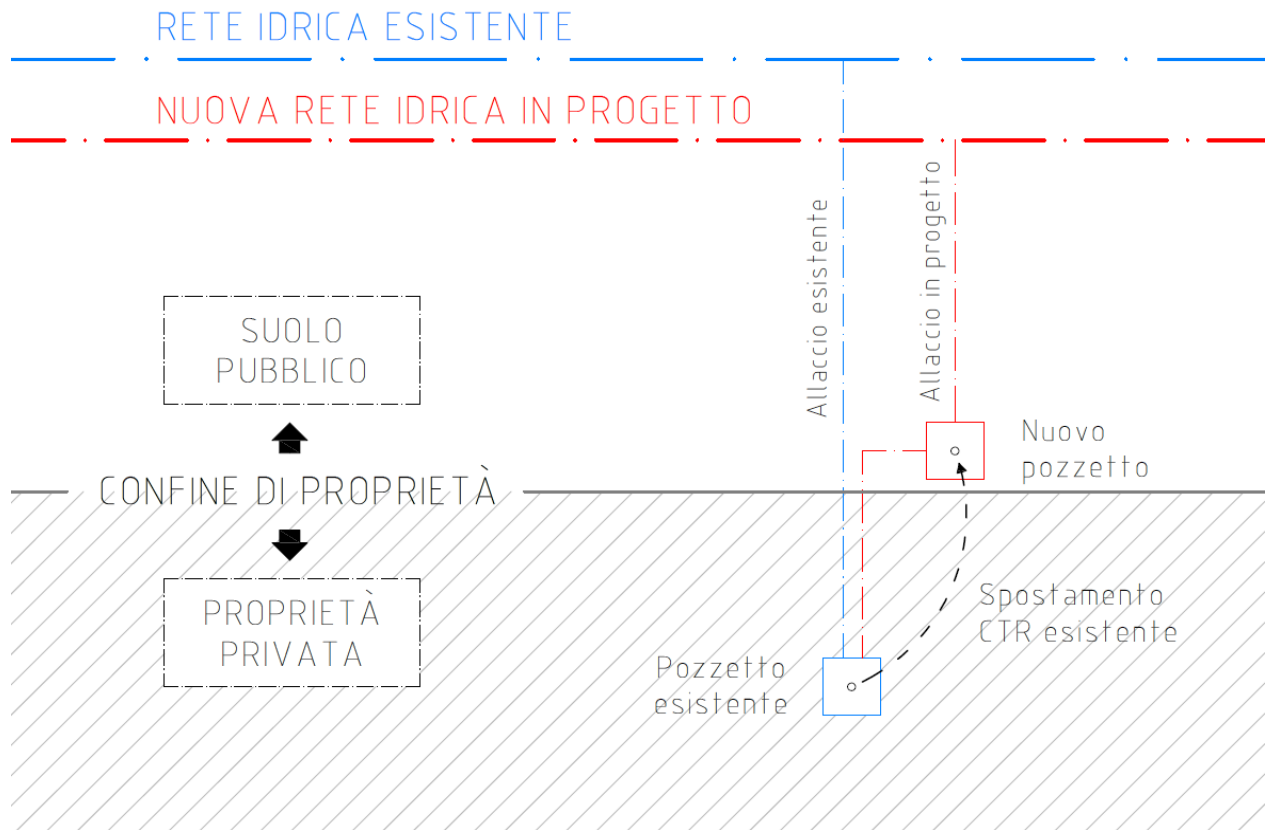


Collare di derivazione PE 100 PN 16 SDR 11 elettrosaldabile per tubi PE non in carico, da utilizzare tipicamente su condotte non in esercizio.

### PRESCRIZIONI TECNICHE:

- Pulire accuratamente la superficie di contatto tra tubo e collare di derivazione. Raschiare il tubo nella zona di saldatura;
- Forare a saldatura terminata solo dopo il completo raffreddamento;
- Utilizzare fresa a tazza compatibile con massimo diametro interno della derivazione.

Durante la realizzazione degli allacciamenti verranno spostati su suolo pubblico i contatori presenti all'interno delle proprietà private e verranno rinnovati i ritorni in proprietà fino al vecchio punto di allaccio, come esemplificato nella figura successiva.



## **1.6 MODALITÀ ESECUTIVE DEI LAVORI**

### **1.6.1 ORGANIZZAZIONE DEI LAVORI**

L'organizzazione per l'esecuzione delle opere è finalizzata ad arrecare i minori disagi possibili ai residenti (come limitazioni della viabilità, interruzione del servizio di distribuzione ed accessibilità sia alle attività commerciali che ai residenti), nonché al principio della massima economia. La nuova condotta verrà posata in sede stradale, quindi sarà necessario che l'esecutore dei lavori ottenga regolare ordinanza di deviazione del traffico dall'ufficio di polizia municipale locale.

### **1.6.2 FASI REALIZZATIVE RETI ED ALLACCIAMENTI ACQUA**

I lavori in progetto comprenderanno tutte le opere necessarie al rinnovamento dell'attuale rete di distribuzione, dalla posa della nuova tubazione, alla sua messa in servizio, dal rifacimento degli allacciamenti acqua esistenti ed il trasferimento dei contatori attualmente attivi fino alla dismissione delle reti e degli allacciamenti non più in servizio.

Successivamente alla posa della nuova rete idrica e dei relativi allacciamenti, saranno effettuate le operazioni esposte in seguito.

- Collaudo delle condotte idriche, compreso gli allacciamenti sino alla nuova posizione del contatore, secondo quanto previsto dal D.M. 12/12/1985, tenendo il valore della pressione di collaudo pari a 10 bar per una durata di 24 ore ed effettuando la registrazione mediante un crono-manografo registratore dotato di certificazione.
- Creazione di by-pass tra la rete esistente da abbandonare e la nuova rete posata, in modo da creare un punto di lavaggio senza interrompere l'erogazione di acqua potabile.
- Esecuzione del lavaggio delle nuove reti ed effettuazione delle relative analisi di potabilità.
- Trasferimento dei contatori acqua (ove possibile) e trasferimento degli allacciamenti dalla vecchia tubazione alla rete di nuova posa. In questa fase verrà interrotta l'erogazione dell'acqua potabile per ogni singolo allacciamento limitatamente alle fasi di collegamento alla nuova rete.
- Collegamenti definitivi della nuova rete posata alle reti esistenti, in questa fase verrà interrotta l'erogazione di acqua potabile per il tempo necessario allo svolgimento delle lavorazioni (previo avviso di 48 ore) e dismesse le tubazioni esistenti.

Eliminazione di tutti i chiusini e/o pozzetti d'ispezione delle valvole d'intercettazione non più in servizio.

## 2 Fognatura

### 2.1 FINALITA' DEL PROGETTO

Le opere incluse nel presente progetto sono finalizzate al rinnovamento del reticolo fognario presente in Piazza Della Costituente nel Comune di Mirandola.

Tali interventi saranno propedeutici alla riqualificazione della piazza, delle piste ciclabile e delle aree verdi.

Le attività di videoispezione hanno messo in luce un parziale degrado delle condotte, con presenza di avvallamenti, piccole rotture e segni di attacco chimico, come visibile nelle immagini sotto riportate.



Figura 1– Situazione generale

L'intervento prevede il rifacimento delle condotte esistenti in Piazza della Costituente caratterizzate allo stato di fatto dalla presenza di collettori in CLS, mediante l'utilizzo di tubazioni in GRES di vario diametro.

Verranno ripristinati gli ingressi delle fognature dalle vie secondarie, gli allacci privati ed i collegamenti con le caditoie esistenti, avendo cura, durante le lavorazioni, di garantire la funzionalità idraulica mediante l'utilizzo di by-pass temporanei o auto-spurghi di supporto.

Di seguito si allega stralcio planimetrico dello stato di fatto e dello stato di progetto.

## Stralcio planimetria SDP- fognatura via Campi a San Felice sul Panaro



## 2.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito una sintesi della principale normativa sulle fognature cui il presente progetto fa riferimento.

- **Circ. Min. LL.PP.** – Presidenza del Cons. Sup. Servizio Tecnico Centrale **7 Gennaio 1974, n. 11633** – Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto.
- **Delib. Min. LL.PP. 4 Febbraio 1977** – Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all’art. 2, lettere b), d), ed e), della legge 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall’inquinamento.
- **Delib. Com. Tutela Inquinamento 8 Maggio 1980** – Nuovi criteri per la determinazione della somma di cui all’art. 18 della legge 10 Maggio 1976 n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall’inquinamento.
- **D.M. LL.PP. del 12 Dicembre 1985** – Norme tecniche per le tubazioni.
- **Circ. Min. LL.PP. 20 Marzo 1986 n. 27291** – Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni.
- **D.P.C.M. 4 Marzo 1996** – Disposizioni in materia di risorse idriche.
- **DL.11 Maggio 1999 n. 152** - “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall’inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”, a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al decreto legislativo 18 Agosto 2000, n. 258.
- **D.P.R. 5 Ottobre 2010 n.207** – Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 Aprile 2006 n.163, recante “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE e successive modificazioni.
- **D. Lgs. 3 Aprile 2006 n.152** - Norme in materia ambientale.
- **D. Lgs. 36/2023** – Nuovo codice appalti
- **DPR 120/2017** - Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164 (G.U. n. 183 del 7 agosto 2017).
- **D. Lgs. 18 Aprile 2016 n.50** - “Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull’aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d’appalto degli enti erogatori nei settori dell’acqua, dell’energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per

il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.” e successive modifiche ed integrazioni.

- **UNI EN 1401-1** - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 1: Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema
- **UNI ENV 1401-3** - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Guida per l'installazione
- **UNI EN 681-1** - Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 1: Gomma vulcanizzata
- **UNI EN 1917** - Pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali
- **UNI EN 1610** - Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura
- **UNI EN 197-1** - Cemento - Parte 1: Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni
- **UNI EN 206** - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- **UNI EN 124-1** - Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali - Parte 1: Definizioni, classificazione, principi generali di progettazione, requisiti di prestazione e metodi di prova
- **UNI EN 124-2** - Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali - Parte 2: Dispositivi di coronamento e chiusura fatti in ghisa
- **UNI EN 124-5** - Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali - Parte 5: Dispositivi di coronamento e chiusura fatti in materiale composito
- **UNI/TR 11256** - Guida all'installazione di dispositivi di coronamento e di chiusura in zone di circolazione pedonale e/o veicolare (chiusini e caditoie)
- **UNI EN 1905** - Sistemi di tubazioni di materia plastica - Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro
- **UNI EN 12201** - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE)
- **UNI EN 295** – Sistemi di tubazioni in Gres per impianti di raccolta e smaltimento di acque reflue.

## 2.3 MATERIALI

### 2.3.1 TUBAZIONI GRES

Le tubazioni in GRES con diametro **DN 400- 500** devono essere conformi alla normativa Europea UNI EN 295 parte 1/2/3 .

La miscela dell'impasto deve essere omogenea e le superfici interne ed esterne dei tubi, ad eccezione di parte del bicchiere di giunzione e della punta delle canne, verniciate internamente ed esternamente con apposito smalto.

La presenza di piccoli difetti visivi, come punti d'asperità sulla superficie, non preclude l'idoneità del manufatto.

Il sistema di giunzione adottato dovrà essere prefabbricato, preinstallato, solidale con la tubazione e realizzato con poliuretano conforme alle prescrizioni della norma sopra citata, in modo da garantire la perfetta tenuta idraulica fino ad una pressione di 1 bar.

Le operazioni di trasporto devono essere effettuate con cura, legando le tubazioni in "pallets" poi disposti sul mezzo di trasporto in modo tale da evitare il contatto reciproco tra le punte e i bicchieri e qualsiasi tipo di urto. Durante lo scarico essi dovranno essere imbracati, sollevati e appoggiati a terra con delicatezza. Le imbracature devono essere fatte con cinghie di nylon o canapa.

Il letto di posa è costituito normalmente da materiale incoerente e costipabile: sabbia, ghiaietto, o misto con particelle del diametro massimo di 20 mm.

Ai sensi della normativa UNI EN 295-1 6.1, su ogni tubazione ed elemento complementare dovrà essere apposto, in modo indelebile, prima della cottura, un marchio di identificazione.

Tale marchio di identificazione conterrà le seguenti indicazioni:

- Norma di riferimento UNI EN 295/1
- Marchio CE
- Simbolo di identificazione dell'ente certificatore
- Simbolo di identificazione del fabbricante
- Data di produzione
- Diametro nominale (DN...)
- Sistema dimensionale di giunzione
- Resistenza allo schiacciamento, in KN/m

### 2.3.2 POZZETTI

I pozzetti d'ispezione per acque miste saranno costituiti da elementi prefabbricati in CLS armato per combinazioni di carico definite al punto 5 delle NTC 2018, di forma circolare **Ø 1200/1000**, con savanella di fondo e rivestimento delle pareti in materiale plastico o similare, o in alternativa, realizzato monoliticamente in un solo getto con CLS autocompattante ad elevata fluidità e coesione, a ritiri compensati mediante l'aggiunta di fibre e minerali, per evitare la creazione di micro e macro fessurazione durante la fase di inizio presa e indurimento, conformi alle norme UNI EN 1917, EN 1610, UNI EN 197-1, UNI EN 206 e al D.M.12-12-85 ed alla Circ. LLPP. 27291.

I pozzetti a servizio di allacci fognari e caditoie saranno costituiti da pozzetti prefabbricati in CLS armato per carichi di prima categoria, di forma quadrata 500 mm x 500 mm e 400 mm x 400 mm, che dovranno essere conformi alle norme UNI EN 1917, EN 1610, al D.M.12-12-85 ed alla Circ. LLPP. 27291.

Tutte le tipologie di pozzetto in calcestruzzo armato saranno costituite da un elemento di “base”, da anelle di sopralzo e da una “soletta di copertura” opportunamente forata per l'alloggiamento della botola in ghisa sferoidale. Dovranno inoltre essere forniti con le necessarie foronomie per la connessione di reti, allacci e fognoli di caditoie.

Le anelle di sopralzo e gli elementi raggiungi quota dovranno essere forniti completi del rivestimento interno in resina epossidica (fondo, pareti e soletta di copertura).

### **2.3.3 BOTOLE E CADITOIE**

Le botole da posare sulla pubblica fognatura saranno in materiale composito con telaio quadrato o in ghisa sferoidale con passo d'uomo Ø 600 mm, classe D400, rispondenti agli standard AIMAG S.p.A. e conformi alla norma UNI EN 124.

La posa su strada renderà necessario l'impiego di botole e classe D400 carrabili.

La posa dovrà avvenire su un letto di sabbia di Po lavata e vagliata o ghiaietto spezzato 15-20 mm dello spessore non inferiore a 15 cm compattato a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127. Il rinfiamento dovrà avvenire assicurandosi che tutto attorno al pozzetto vi siano almeno 30 cm dello stesso materiale utilizzato per il letto di posa ed accertandosi che siano riempiti tutti gli spazi vuoti. Nessun mezzo dovrà circolare nel raggio di 3 metri fintanto che il terreno non verrà compattato a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127 in strati di 30 cm.

Su indicazioni della D.L., l'impresa provvederà alla fornitura e posa in opera di calcestruzzo armato confezionato con cemento di classe C30/35 secondo verifica statica dosato a q.li 2,5 per m<sup>3</sup> di impasto per la formazione dell'appoggio e dell'eventuale rinfiamento, anche totale, del pozzetto.

## 2.4 MODALITÀ ESECUTIVE DEI LAVORI

### 2.4.1 Organizzazione dei lavori

L'organizzazione per l'esecuzione delle opere è finalizzata ad arrecare meno disagi possibili ai residenti e alle attività produttive della zona, nonché a limitare il più possibile i costi.

Prima dell'inizio dei lavori si dovrà provvedere alla formazione del cantiere, dotandosi di tutti i permessi necessari (con esclusione di quelli già richiesti dalla Committente) presso le Amministrazioni coinvolte e installando quanto necessario per garantire l'incolumità delle persone e per non creare eccessivi problemi al traffico veicolare.

La posa delle condotte dovrà essere preceduta da saggi di verifica per individuare la presenza di tutti i sottoservizi.

Le varie fasi di esecuzione dei lavori sono pertanto di seguito riassunte:

- Formazione del cantiere, deposito materiali ed attrezzature, predisposizione di mezzi antinfortunistici;
- Tracciamento, posa segnaletica, verifica delle pendenze di progetto;
- Esecuzione delle opere accessorie adeguamento dei sottoservizi esistenti;
- Esecuzione di scavi a sezione obbligata;
- Fornitura e posa di tubazioni in GRES DN 400/500;
- Fornitura e posa di manufatti in cemento armato per l'ispezionabilità lineare dei tratti di tubazione e nei cambi di direzione (curve, innesti laterali ecc.);
- Ricoprimento, rinterri. Nel caso di ricoprimento insufficiente si procederà con la realizzazione di soletta di ripartizione dei carichi in CLS magro armato con rete elettrosaldata;
- Risanamento collettore in muratura mediante conci strutturali in PRFV su misura;
- Smantellamento del cantiere e pulizia.

### 2.4.2 Modalità di accatastamento in cantiere (UNI 1401-3)

I tubi lisci devono essere immagazzinati su superfici piane prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccare i tubi.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversine in legno, in modo che i bicchieri della fila non subiscano deformazioni; inoltre i bicchieri stessi devono essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti. In questo modo i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi si presentano appoggiati lungo un'intera generatrice. I tubi non devono essere accatastati ad una altezza superiore a 1,50 m (qualunque sia il loro diametro), per evitare possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che però non impediscano una regolare aerazione.

Lo stoccaggio al sole per lunghi periodi e/o alte temperature potrebbe causare deformazioni che interessano le giunzioni.

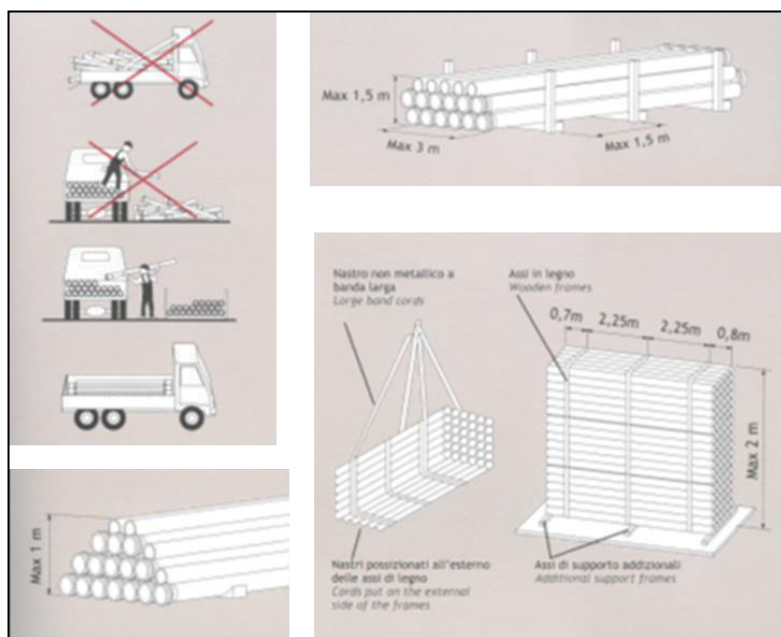
Per evitare questo rischio sono raccomandate le precauzioni seguenti:

- limitare l'altezza delle pile dei tubi;
- schermare le pile di tubi dall'azione diretta e continua del sole e disporli in maniera tale da permettere il passaggio dell'aria attraverso i tubi;
- stoccare i raccordi in cassette o sacchi che lasciano passare liberamente l'aria.

Qualora i tubi venissero spediti in fasci legati con gabbie, le traversine devono passare una sull'altra e non sui tubi ed inoltre è opportuno seguire per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura ambientale può superare agevolmente e per lunghi periodi la temperatura di 25°C, è da evitare l'accatastamento di tubi infilati l'uno nell'altro. Ciò provocherebbe certamente l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

Infine è da tenere presente che alle basse temperature aumentano le possibilità di rottura per i tubi di PVC. In queste condizioni climatiche le operazioni di movimentazione (trasporto, accatastamento, posa in opera, ecc.) devono essere effettuate con maggior cautela.

I raccordi e gli accessori vengono generalmente forniti in appositi imballaggi. Se invece sono sfusi, si dovrà evitare, in fase di immagazzinamento e di trasporto, di ammucchiarli disordinatamente così come si dovrà evitare che possano deformarsi o danneggiarsi per urti tra loro o con altri materiali pesanti.



### 2.4.3 Condizioni di posa

#### 2.4.3.1 *Trincee*

Le trincee devono essere progettate e scavate in maniera tale da garantire un'installazione corretta e sicura delle tubazioni.

Se, per la costruzione, è necessario accedere alle pareti esterne di strutture sotterranee, per esempio pozzetti, si deve prevedere uno spazio di lavoro minimo protetto largo 0,50 m.

Laddove due o più tubi vengano posati nella stessa trincea o sotto un terrapieno, si deve rispettare una distanza orizzontale minima fra le tubazioni.

Se non viene specificato altrimenti, essa dovrà essere di:

0,35 m per tubi fino a DN 700 compreso

0,50 m per tubi maggiori di DN 700.

La larghezza delle sezioni di scavo varia in funzione della profondità di posa.

La larghezza minima delle trincee deve essere il valore più grande fra quelli tratti dalle Tabella 1 e Tabella 2.

**Larghezza minima della trincea in relazione alle dimensioni nominali DN**

| DN                         | Larghezza minima della trincea ( $OD + x$ )<br>m |                        |                       |
|----------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|
|                            | Trincea supportata                               | Trincea non supportata |                       |
|                            |                                                  | $\beta > 60^\circ$     | $\beta \leq 60^\circ$ |
| $\leq 225$                 | $OD + 0,40$                                      | $OD + 0,40$            |                       |
| da $> 225$ a $\leq 350$    | $OD + 0,50$                                      | $OD + 0,50$            | $OD + 0,40$           |
| da $> 350$ a $\leq 700$    | $OD + 0,70$                                      | $OD + 0,70$            | $OD + 0,40$           |
| da $> 700$ a $\leq 1\,200$ | $OD + 0,85$                                      | $OD + 0,85$            | $OD + 0,40$           |
| da $> 1\,200$              | $OD + 1,00$                                      | $OD + 1,00$            | $OD + 0,40$           |

Nel valori  $OD + x$ ,  $x/2$  equivale allo spazio di lavoro minimo fra il tubo e la parete o il supporto della trincea.  
Dove:  
 $OD$  è il diametro esterno, in metri,  
 $\beta$  è l'angolo della parete della trincea senza cassatura misurato rispetto all'orizzontale (vedere figura 2).

Tabella 1 Larghezza minima della trincea (rif. UNI 1610:2015)

**Larghezza minima della trincea in relazione alla profondità della trincea**

| Profondità della trincea<br>m | Larghezza minima<br>della trincea<br>m  |
|-------------------------------|-----------------------------------------|
| $< 1,00$                      | non è richiesta<br>una larghezza minima |
| da $\geq 1,00$ a $\leq 1,75$  | 0,80                                    |
| da $> 1,75$ a $\leq 4,00$     | 0,90                                    |
| da $> 4,00$                   | 1,00                                    |

Tabella 2 Larghezza minima (rif. UNI 1610:2015)

Ogni variazione delle condizioni di posa rispetto agli standard specificati negli elaborati grafici e nella presente relazione devono essere preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori effettuerà controlli a campione delle livellette effettive di posa, e potrà ordinare il rifacimento delle stesse qualora non fossero coerenti con quelle di progetto.

## LARGHEZZA DI SCAVO secondo la UNI 1610/2015

**NOTA:** Larghezza minima della trincea di posa. Il calcolo prevede la realizzazione di una trincea 'supportata' cioè autosostenuta o con casseratura (se necessaria in base alla tipologia di terreno).

N.° tubi posati **1**

Larghezza scavo [m]    Larghezza complessiva scavo [m]

Φ tubazione N. 1 [mm]

400

1.1

1.1

Φ tubazione N. 2 [mm]

NC

#N/D

1.1

### verifica profondità

profondità [m] **1.5**

0.8

1.1

## LARGHEZZA DI SCAVO secondo la UNI 1610/2015

**NOTA:** Larghezza minima della trincea di posa. Il calcolo prevede la realizzazione di una trincea 'supportata' cioè autosostenuta o con cassetteria (se necessaria in base alla tipologia di terreno).

N.° tubi posati **1**

Larghezza scavo [m]    Larghezza complessiva scavo [m]

Φ tubazione N. 1 [mm]

**500**

**1.2**

**1.2**

Φ tubazione N. 2 [mm]

**NC**

**#N/D**

**1.2**

### verifica profondità

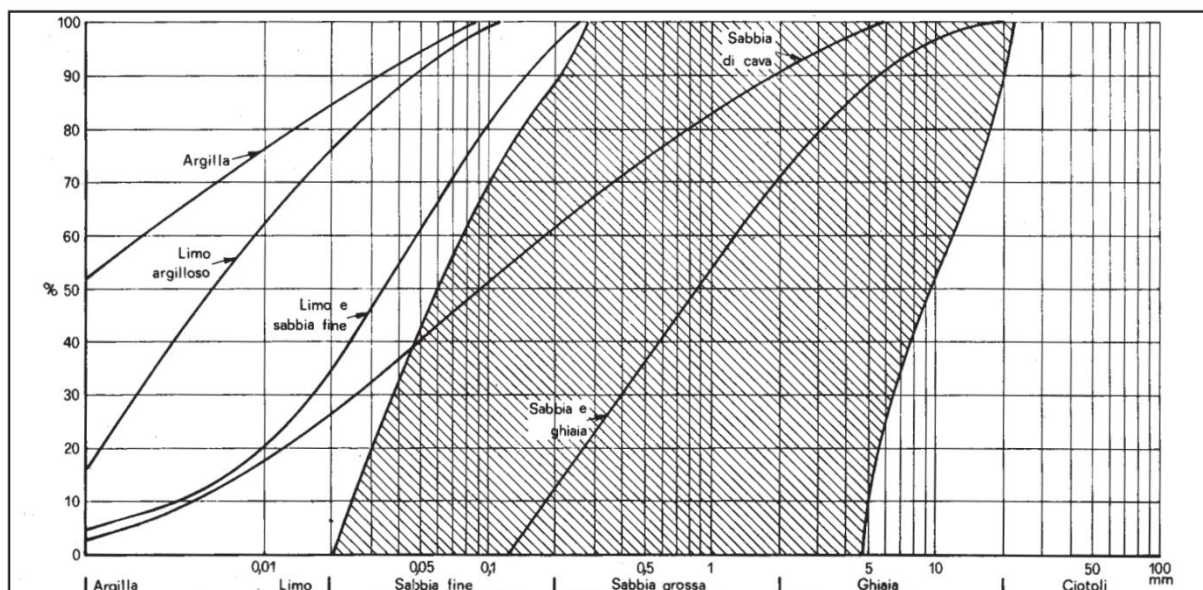
profondità [m] **1.5**

**0.8**

**1.2**

### 2.4.3.2 Letto di posa

Il letto di posa non deve essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea. Il materiale adatto per il letto di posa è quello indicato dal diagramma seguente e delimitato dall'area tratteggiata.



*Diagramma 1*

In pratica il materiale più adatto è costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro 10-15 mm oppure da sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm. Il materiale impiegato deve essere accuratamente compattato in modo da ottenere l'indice Proctor prescritto. L'altezza minima del letto di posa è 0,10 m oppure  $D/10$  dove  $D$  è il diametro nominale del tubo.

Il riempimento della trincea ed in generale dello scavo è l'operazione fondamentale della posa in opera. Infatti, trattandosi di tubazioni di GRES, l'uniformità del terreno circostante è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, in quanto il terreno, deformato dalla tubazione, reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto.

Il rinfilanco del tubo dovrà avvenire con ghiaietto a granulometria aperta (10-25 mm) costipata con piastra vibrante per formare strati successivi di 20-30 cm fino, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfilanco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. La compattazione avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale. L'altezza dello strato di ghiaietto sarà variabile in funzione della profondità dello scavo, in modo da garantire sempre per lo strato superiore realizzato con misto stabilizzato uno spessore minimo di 50 cm.

Durante tale operazione verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo.

Anche per lo strato superiore realizzato in misto stabilizzato la compattazione dovrà sempre essere eseguita con la massima attenzione.

Gli elementi di inerte con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili: torbose, argillose, ghiacciate, sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo). L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal progettista.

I tubi e i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso. Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggio devono, se necessario, essere accuratamente riempite, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi.

#### **2.4.3.3 Scarto massimo dalla linearità (rif. UNI ENV 1401-3:2002)**

I tubi dovrebbero essere normalmente installati dritti.

Comunque, poiché le tubazioni di PVC sono flessibili, i seguenti scarti dalla linearità non causano problemi:

$$d_n \leq 200 \text{ mm}: R \geq 300 d_n;$$

$$d_n > 200 \text{ mm}: R \geq 500 d_n.$$

Può essere necessario prestare attenzione per evitare ogni sovraccarico sugli stessi bicchieri. La deflessione massima angolare permessa nel bicchiere dovrebbe essere la seguente:

$$2^\circ \text{ per } d_n \leq 315 \text{ mm};$$

$$1,5^\circ \text{ per } 315 \text{ mm} < d_n \leq 630 \text{ mm};$$

$$1^\circ \text{ per } d_n > 630 \text{ mm}.$$

Deflessioni angolari maggiori sono permesse nel caso di giunti specificatamente progettati per deflessioni angolari maggiori. In questo caso il fabbricante deve dichiarare la deflessione angolare di progetto.

#### 2.4.3.4 Posa botole

Prima di iniziare la posa occorre valutare bene il tipo d'intervento, e in particolare considerare quanto segue:

Verificare che il chiusino/caditoia sia conforme alla norma UNI EN124 ed in particolare riporti sia sul telaio sia sul coperchio/griglia le marcature:

- EN124
- la classe appropriata all'uso a cui è destinato (es. D400)
- il nome o l'identificazione del produttore e il luogo di fabbricazione anche in codice
- il marchio dell'ente di certificazione.

Il chiusino o la caditoia devono sempre essere della classe appropriata in funzione del luogo d'impiego e, di conseguenza, delle sollecitazioni a cui sarà soggetto (secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN124); in caso di dubbio si dovrà sempre utilizzare un dispositivo della classe superiore a quella strettamente prevista.

Il telaio del dispositivo dovrà avere forma simile a quella del pozzetto su cui andrà posato e la dimensione di passaggio potrà essere più o meno uguale a quella del pozzetto purché sia garantito il completo appoggio della sua base sulla testa del pozzetto e/o che sia rispettato il valore massimo della pressione d'appoggio pari a  $7,5 \text{ N/mm}^2$  (vedi Figura 3).

della pressione d'appoggio pari a  $7,5 \text{ N/mm}^2$  (vedi Figura 3).

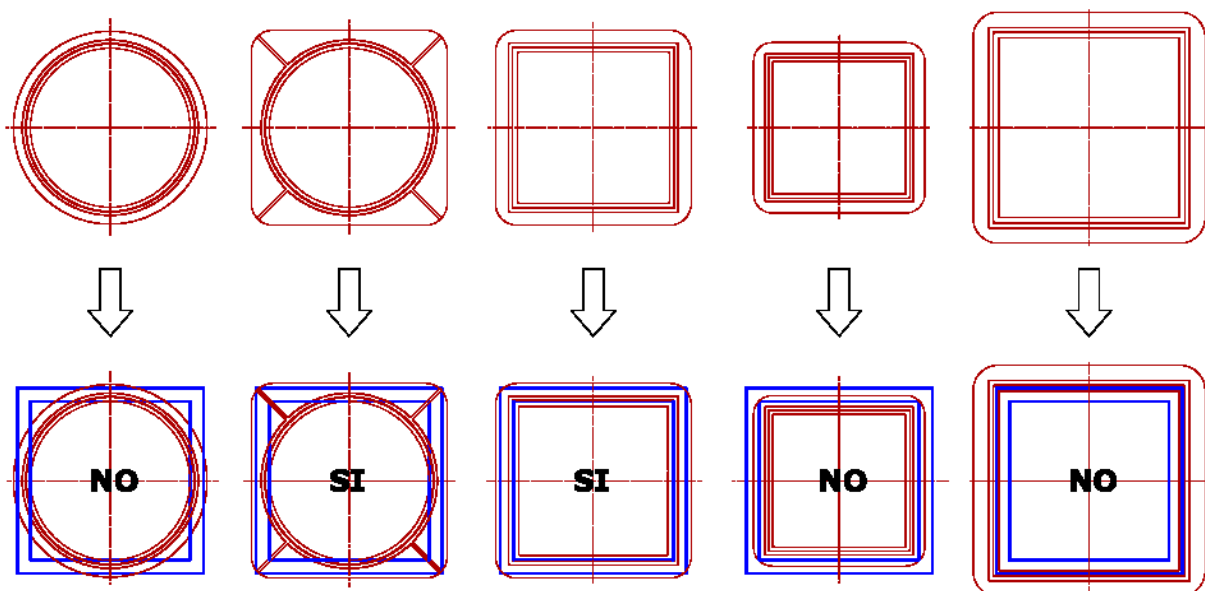


Figura 2 casistica di posa telaio-pozzetto

L'altezza del telaio, compatibilmente ai requisiti della norma, dovrà essere uguale o minore della profondità dell'alloggiamento (quota superiore del pozzetto, rispetto alla superficie stradale), in modo da ottenere, a lavoro ultimato, pari livello fra telaio, coperchio/griglia e pavimentazione; in caso contrario ricorrere allo spessoramento. Sarebbe preferibile che la profondità del vano d'alloggiamento sia sempre

maggiore di 2-4 cm dell'altezza del telaio per consentire di realizzare un letto di posa in calcestruzzo a garanzia di una corretta distribuzione dei carichi sul piano di appoggio.

La scelta del materiale di fissaggio deve assicurare la compatibilità tra botola/caditoia e pozzetto ed il rispetto dei tempi di maturazione indicati dal fabbricante in compatibilità con il tempo a disposizione per l'intervento. È indispensabile che gli addetti ai lavori siano istruiti sulle tecniche necessarie per raggiungere lo standard d'installazione richiesto.

Qualora si possa predisporre la chiusura della strada è ammesso l'utilizzo di malta cementizia con resistenza caratteristica a compressione ( $R_{ck}$ ) maggiore o uguale a 50 N/mm<sup>2</sup> rispettando i tempi di maturazione prescritti dal produttore.

Nel caso sia necessario operare velocemente, i botole/caditoie devono essere collocati su materiali di posa ad indurimento rapido aventi le seguenti caratteristiche minime:

- Granulometria massima 4 mm
- Massa volumica della malta fresca >2100 Kg/m<sup>3</sup>
- Aumento volumetrico in 1gg +0,5 %
- Tempo di lavorabilità ~15 min
- Resistenza alla compressione:
  - dopo 30 min >1,5 N/mm<sup>2</sup>
  - dopo 1h > 8,0 N/mm<sup>2</sup>
  - dopo 24h >35,0 N/mm<sup>2</sup>
  - dopo 28gg >50,0 N/mm<sup>2</sup>
- Resistenza caratteristica a compressione del materiale a fine indurimento 50 N/mm<sup>2</sup>
- Durata e costanza nel tempo delle prestazioni

I materiali di posa adatti all'uso in condizioni particolari di temperatura, devono essere selezionati come appropriati alle condizioni d'utilizzo, di miscelatura ed applicazione.

I materiali di posa devono sempre essere applicati in stretto accordo con le raccomandazioni del produttore.

Eventuali spessori raggiunti quota possono essere inglobati all'interno del letto di posa previa verifica della stabilità definitiva del sistema.

#### **2.4.4 Materiali di spessoramento – raggiungi quota**

Questo materiale viene utilizzato quando è necessario innalzare il livello dell'alloggiamento sulla testa dei pozzetti, portando e sostenendo il telaio alla quota voluta, per esempio nel caso di rifacimento di manti stradali o per lavori di rinforzo.

Devono essere realizzati e prodotti con materiali idonei all'utilizzo a cui sono destinati, con resistenza alla compressione minima di 20 N/mm<sup>2</sup>, duraturi nel tempo e compatibili con i materiali per la posa che s'intendono utilizzare.

Generalmente sono realizzati in ghisa, acciaio oppure calcestruzzo; non è ammesso l'uso di mattoni forati, mattonelle e/o piastrelle frantumate, pezzi di legno o di materiale plastico e, comunque, di qualsiasi materiale che non dia le necessarie garanzie di resistenza e durata.

Devono essere inseriti fra la testa del pozzetto e la zona d'appoggio del telaio, opportunamente conglobati nel materiale del letto di posa formandone un tutt'uno.

È consentito l'utilizzo di una soletta in calcestruzzo armato con inglobato il dispositivo di coronamento (caditoia), da posizionare direttamente sulla testa del pozzetto con funzione di supporto al dispositivo di coronamento; se ne riporta il dimensionamento in Allegato.

#### **2.4.5 Gestioni materiali di scavo**

Tutto il materiale escavato, dopo caratterizzazione del codice CER effettuata da laboratorio certificato, dovrà essere trasportato in appositi siti atti ad accoglierlo.

Nel caso venga identificato come rifiuto, dovrà essere gestito come tale e quindi sottoposto alle disposizioni di cui alla parte IV del D. Lgs. 152/2006 e s.m.

#### **2.4.6 ANALISI DI LABORATORIO DEI MATERIALI PLASTICI PER LA REALIZZAZIONE DI CONDOTTE**

Il materiale con il quale i tubi devono essere fabbricati consta di una miscela a base di polivinilcloruro e additivi necessari alla trasformazione; il PVC deve essere almeno l'80% in peso sulla miscela secondo i requisiti della norma UNI EN 1401-1 e la formulazione deve garantire la prestazione dei tubi nel corso dell'intera vita dell'opera.

La quantità minima prescritta nella norma UNI EN 1401-1 di resina PVC (80% in peso) nel prodotto finito deve essere dimostrata dal produttore di tubi, con report di prova specifici di laboratori accreditati, relativi alla misura del Cloro totale su campioni di tubo (metodologie analitiche: fluorescenza raggi X, decomposizione e titolazione, ecc.) e al corrispondente valore % di contenuto di resina in peso determinato secondo UNI EN 1905.

Non è ammesso l'impiego di materiale riciclato o materiale rilavorabile.

Il materiale utilizzato deve garantire ai manufatti di superare le prove dimensionali, le caratteristiche fisiche, di resistenza meccanica e prestazionali previste dalla UNI EN 1401-1.

#### **2.4.7 Collaudo**

Su indicazioni della D.L., si provvederà a collaudare i tratti di tubazione ed i pozzetti posati.

La norma tecnica UNI EN 1610-2015 indica i requisiti il collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura.

La tubazione alle due estremità verrà chiusa con tappi a espansione o cuscinetti di tenuta e da una colonna piezometrica che consente di verificare il grado di riempimento e la pressione idraulica.

Si deve collaudare la tenuta all'acqua della tubazione, compresi raccordi, pozzetti e camere di ispezione.

Il collaudo della tenuta delle tubazioni, dei pozzetti e delle camere di ispezione deve essere effettuato con aria (metodo "L") oppure con acqua (metodo "W").

Si può eseguire il collaudo separato dei tubi e dei raccordi, dei pozzetti e delle camere di ispezione, per esempio i tubi con aria e i pozzetti con acqua. Nel caso del metodo L, non vi sono limiti al numero di ripetizioni e di prove successive al mancato superamento di una prova. Nel caso che la prova con aria non

venga superata la prima volta e anche le successive, è consentito il ricorso alla prova con acqua e sarà decisivo soltanto il risultato della prova con acqua.

Se, durante il collaudo, il livello della falda freatica è al di sopra della generatrice superiore della tubazione, si può effettuare una prova di infiltrazione con una prescrizione specifica.

Si può effettuare una prova preliminare prima di eseguire il riempimento laterale. Per l'accettazione finale, la tubazione deve essere collaudata dopo il riempimento e la rimozione della cassetta di contenimento; la scelta del collaudo mediante aria o acqua può essere indicata dall'estensore del progetto.

#### 2.4.7.1 Collaudo con aria (metodo "L")

I tempi di prova per le tubazioni, esclusi i pozzetti e le camere di ispezione, vengono forniti nella Tabella 3 in relazione alle dimensioni del tubo e ai metodi di prova (LA; LB; LC; LD).

Le condizioni di prova saranno indicate dalla D.L. Si devono usare chiusure adatte a tenuta d'aria al fine di evitare errori derivanti dalle apparecchiature di prova. In fase di collaudo, per motivi di sicurezza e necessario prestare particolare attenzione ai tubi di grande diametro.

Per il collaudo di pozzetti e camere di ispezione con aria, si può usare un tempo di prova pari alla metà di quello per una tubazione di diametro equivalente.

In primo luogo, si deve mantenere per circa 5 min una pressione iniziale maggiore di circa il 10% della pressione di prova richiesta,  $p_0$ . Si deve poi adeguare la pressione alla pressione di prova indicata nella Tabella 3e relativa al metodo di collaudo LA, LB, LC o LD. Se la perdita di pressione misurata dopo il tempo di prova è minore del  $\Delta p$  indicato nella Tabella 3, la tubazione è conforme.

L'apparecchiatura usata per misurare la caduta di pressione deve consentire una misurazione del  $\Delta p$  con una precisione del 10%. La precisione di misura del tempo deve essere di 5 s.

Pressione di prova, caduta di pressione e tempi di collaudo per il collaudo con aria

| Materiale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Metodo di collaudo | $p_0^{*)}$ $\Delta p$ |            | Tempo di prova min |        |        |        |        |        |          |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    | mbar (kPa)            |            | DN 100             | DN 200 | DN 300 | DN 400 | DN 600 | DN 800 | DN 1 000 |  |
| Tubi di calcestruzzo non impregnato                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | LA                 | 10 (1)                | 2,5 (0,25) | 5                  | 5      | 5      | 7      | 11     | 14     | 18       |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | LB                 | 50 (5)                | 10 (1)     | 4                  | 4      | 4      | 6      | 8      | 11     | 14       |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | LC                 | 100 (10)              | 15 (1,5)   | 3                  | 3      | 3      | 4      | 6      | 8      | 10       |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | LD                 | 200 (20)              | 15 (1,5)   | 1,5                | 1,5    | 1,5    | 2      | 3      | 4      | 5        |  |
| Valori di $K_p^{**})$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                       |            | 0,058              | 0,058  | 0,053  | 0,040  | 0,0267 | 0,020  | 0,016    |  |
| Tubi di calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | LA                 | 10 (1)                | 2,5 (0,25) | 5                  | 5      | 7      | 10     | 14     | 19     | 24       |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | LB                 | 50 (5)                | 10 (1)     | 4                  | 4      | 6      | 7      | 11     | 15     | 19       |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | LC                 | 100 (10)              | 15 (1,5)   | 3                  | 3      | 4      | 5      | 8      | 11     | 14       |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | LD                 | 200 (20)              | 15 (1,5)   | 1,5                | 1,5    | 2      | 2,5    | 4      | 5      | 7        |  |
| Valori di $K_p^{**})$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                       |            | 0,058              | 0,058  | 0,040  | 0,030  | 0,020  | 0,015  | 0,012    |  |
| $^{*)}$ Pressione superiore alla pressione atmosferica<br>$^{**}) t = \frac{1}{K_p} \cdot \ln \frac{p_0}{p_0 - \Delta p}$<br>Per tubi di calcestruzzo non impregnato $K_p = \frac{16}{DN}$ con massimo 0,058.<br>Per tubi di calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali $K_p = \frac{12}{DN}$ con massimo 0,058.<br>Con $t$ arrotondato al mezzo minuto più vicino quando $t \leq 5$ min, al minuto più vicino quando $t > 5$ min.<br>$\ln = \log_e$ |                    |                       |            |                    |        |        |        |        |        |          |  |

Tabella 3 Prospetto per collaudo con metodo L

Poiché le tubazioni di PVC non sono porose, in accordo a quanto riportato dalla UNI 1401-3, è possibile utilizzare parametri e requisiti più severi. Vengono proposti i seguenti parametri per la prova con aria:

- metodo di prova: LC;
- pressione di prova: 100 mbar (10 kPa);
- calo di pressione: 5 mbar (0,5 kPa);
- tempo di prova: 3 min per  $d_n < 400$  mm;  
0,01  $d_n$  min per  $d_n \geq 400$  mm.

#### **2.4.7.2 Collaudo con acqua (metodo "W")**

##### **Pressione di prova**

La pressione di prova e la pressione equivalente o risultante dal riempimento della sezione di prova fino al livello del terreno in corrispondenza dei pozzetti a valle o a monte, a seconda dei casi, con una pressione massima di 50 kPa e una pressione minima di 10 kPa misurata sulla generatrice superiore del tubo.

##### **Tempo di impregnamento**

Dopo che le tubazioni e/o i pozzetti sono stati riempiti ed è stata applicata la pressione di prova richiesta, può essere necessario considerare l'impregnamento.

##### **Tempo di prova**

Il tempo di prova deve essere di  $(30 \pm 1)$  min.

##### **Requisiti di prova**

Si deve mantenere la pressione entro 1 kPa della pressione di prova rabboccando con acqua.

Si deve misurare e registrare la quantità totale di acqua aggiunta durante la prova per soddisfare questo requisito al fine di mantenere il livello dell'acqua che corrisponde alla pressione di prova richiesta.

Il requisito di prova è soddisfatto se la quantità di acqua aggiunta non è maggiore di:

- 0,15 l/m<sup>2</sup> nel tempo di 30 min per le tubazioni;
- 0,20 l/m<sup>2</sup> nel tempo di 30 min per le tubazioni che comprendono anche i pozzetti;
- 0,40 l/m<sup>2</sup> nel tempo di 30 min per i pozzetti e le camere di ispezione.

#### **2.4.7.3 Collaudo di singoli giunti**

Se non viene specificato altrimenti, si può accettare il collaudo di singoli giunti invece del collaudo dell'intera tubazione per le tubazioni generalmente maggiori del DN 1000.

Per i singoli giunti dei tubi da collaudare, la superficie di riferimento per la prova "W" corrisponde a quella di un tratto di tubo lungo 1 m, se non viene specificato altrimenti. I requisiti di prova devono essere quelli forniti nel paragrafo precedente con una pressione di 50 kPa in corrispondenza della generatrice superiore interna.

Le condizioni per la prova "L" devono seguire le medesime modalità riportate precedentemente ed essere oggetto di una specifica particolare.

$l/m^2$  si riferiscono alla superficie interna bagnata.

I parametri imposti dalla UNI 1401-3 per tubazioni in PVC-U per la prova con acqua sono i seguenti:

b) prove con l'acqua:

- 0,04  $l/m^2$  per una durata di 30 min. per le tubazioni;
- 0,05  $l/m^2$  per una durata di 30 min. per i pozzetti e le camere d'ispezione.

I passi da effettuare per condurre la prova sono i seguenti:

1. pulire l'imbocco del tubo a valle, quindi inserire la testata di prova gonfiandola fino alla pressione di 1,5 bar;
2. pulire l'imbocco del tubo a monte quindi inserire la testata cieca gonfiandola sino alla pressione di 1,5 bar;
3. predisporre, sui due cuscinetti, l'opportuno sistema di contrasto della spinta idraulica e collegare il tubo piezometrico alla testata di prova;
4. procedere al riempimento della tratta dal basso sino a superare di qualche centimetro il colmo della condotta per evitare la presenza di bolle d'aria nella condotta;
5. riempire la colonna piezometrica fino ad una altezza di 5 m (0,5 bar). L'altezza di riempimento da raggiungere nella colonna piezometrica deve tenere conto della lunghezza e la pendenza del tratto in esame.

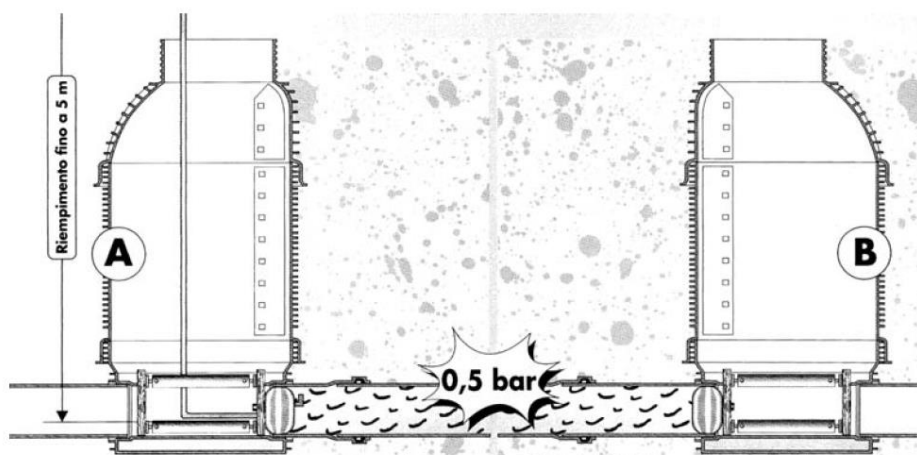


Figura 3 Schema collaudo ad acqua

La pressione deve essere mantenuta rabboccando con acqua, entro una variazione massima rispetto alla pressione di prova di 1 kPa pari a 0,01 bar. La quantità di acqua (V) utilizzata per il rabbocco deve essere misurata e soddisfare:

$$V \leq 0,15 \text{ l/m}^2 \text{ per le tubazioni in 30 minuti;}$$

$$V \leq 0,20 \text{ l/m}^2 \text{ per tubazioni + pozzetti in 30 minuti;}$$

$$V \leq 0,40 \text{ l/m}^2 \text{ per i pozzetti e le camere di ispezione in 30 minuti.}$$

dove  $\text{m}^2$  si riferiscono alla superficie interna bagnata.

Nel caso si utilizzi aria:

la caduta di pressione ammessa è di 5 mbar (0,5 kPa) con una pressione di prova di 100 mbar.

La durata della prova con aria sarà:

3 minuti per tubi con  $DN \leq 400\text{mm}$ ;

0,01 minuti per tubi con  $DN \geq 400\text{mm}$ .

La verifica dell'esito del collaudo può essere effettuata per confronto tra i volumi di acqua di rabbocco misurata e i valori unitari (riferiti ad 1 metro di condotta collaudata) massimi ammissibili calcolati e riportati nella Tabella 4. Nel calcolo è stata trascurata, perché non significativa nei tratti lunghi, la superficie bagnata alle estremità.

| de (mm) | Tubazioni PVC-U UNI EN 1401 |       |       |
|---------|-----------------------------|-------|-------|
|         | SN2                         | SN4   | SN8   |
| ■ 110   |                             | 0.049 | 0.049 |
| ■ 125   |                             | 0.056 | 0.055 |
| ■ 160   | 0.072                       | 0.072 | 0.071 |
| ■ 200   | 0.091                       | 0.090 | 0.089 |
| ■ 250   | 0.113                       | 0.112 | 0.111 |
| ■ 315   | 0.143                       | 0.141 | 0.140 |
| ■ 355   | 0.161                       | 0.159 | 0.157 |
| ■ 400   | 0.181                       | 0.179 | 0.177 |
| ■ 450   | 0.204                       | 0.202 | 0.200 |
| ■ 500   | 0.226                       | 0.224 | 0.222 |
| ■ 630   | 0.285                       | 0.282 | 0.280 |
| ■ 710   | 0.321                       | 0.318 |       |
| ■ 800   | 0.362                       | 0.359 |       |
| ■ 900   | 0.408                       | 0.403 |       |
| ■ 1000  | 0.453                       | 0.448 |       |
| ■ 1200  |                             |       |       |

Tabella 4 Volumi di rabbocco massimi ammissibili per metro di condotta PVC-U UNI EN 1401

In Tabella 5 si riportano, per ogni diametro, il contenuto di acqua espresso in (l/m) e la spinta idraulica agente sui cuscinetti di tenuta.

| Diametro<br>esterno (mm) | Contenuto d'acqua (l/m) |       |       | Spinta idraulica (kg) |        |        |
|--------------------------|-------------------------|-------|-------|-----------------------|--------|--------|
|                          | SN2                     | SN4   | SN8   | SN2                   | SN4    | SN8    |
| ■ 110                    |                         | 8.4   | 8.4   |                       | 42.1   | 42.1   |
| ■ 125                    |                         | 11.0  | 10.9  |                       | 55.2   | 54.3   |
| ■ 160                    | 18.5                    | 18.1  | 17.8  | 92.6                  | 90.7   | 89.1   |
| ■ 200                    | 29.0                    | 28.4  | 27.8  | 145.1                 | 142.1  | 139.1  |
| ■ 250                    | 45.3                    | 44.3  | 43.5  | 226.6                 | 221.7  | 217.6  |
| ■ 315                    | 71.9                    | 70.5  | 69.1  | 359.6                 | 352.5  | 345.5  |
| ■ 355                    | 91.3                    | 89.5  | 87.7  | 456.6                 | 447.6  | 438.6  |
| ■ 400                    | 115.9                   | 113.7 | 114.4 | 579.7                 | 568.3  | 557    |
| ■ 450                    | 146.8                   | 143.9 | 140.9 | 734.2                 | 719.4  | 704.6  |
| ■ 500                    | 181.3                   | 177.5 | 174.1 | 906.3                 | 887.5  | 870.4  |
| ■ 630                    | 287.9                   | 282.0 | 276.4 | 1439.3                | 1409.9 | 1381.9 |
| ■ 710                    | 365.5                   | 358.1 |       | 1827.6                | 1790.3 |        |
| ■ 800                    | 464                     | 454.6 |       | 2319.9                | 2273.0 |        |
| ■ 900                    | 587.4                   | 575.5 |       | 2936.9                | 2877.4 |        |
| ■ 1000                   | 725.0                   | 710.3 |       | 3625.1                | 3551.6 |        |

*Tabella 5 Volume d'acqua e spinta idraulica per collettori fognari*

## 2.5 DIMENSIONAMENTI IDRAULICI

### 2.5.1 VERIFICA COLLETTORE A GRAVITA' DN 500 tratta P1-P4 – PIAZZA DELLA COSTITUENTE

Primo passo per effettuare la verifica del collettore in oggetto è il calcolo della portata massima convogliata, data dalla somma dell'aliquota bianca e di quella scura, essendo il collettore di tipo misto.

Per la stima della massima portata meteorica si fa riferimento alle analisi pluviometriche eseguite in passato. La curva di possibilità pluviometrica utilizzata corrisponde ad un tempo di ritorno di 10 anni ed è di seguito riportata:

$$h = 47,246 t_c^{0,3464}$$

con:

$h$  = altezza di pioggia in mm;

$t_c$  = tempo di corrivazione in ore.

Come noto il tempo di corrivazione  $t_c$  è dato dalla somma del tempo di accesso alla rete  $t_a$  e del tempo di rete  $t_r$ . Il tempo di accesso risulta di incerta determinazione, per il presente caso è stato assunto pari a  $t_a = 7$  min, mentre il tempo di rete è dato dalla somma dei tempi di percorrenza delle canalizzazioni, seguendo il percorso più lungo della rete fognaria, fino alla chiusura del bacino drenato. Essendo la lunghezza del percorso più lungo pari a **77 m**, ed assumendo che la velocità all'interno dei collettori sia di 1 m/s, il tempo di rete risulta pari a 77 secondi. Dunque il tempo di corrivazione è pari a:

$$t_c = t_a + t_r = 7 \text{ min} + \frac{77}{60} \text{ min} = 8,28 \text{ min} = 0,138 \text{ ore}$$

Di conseguenza l'altezza cumulativa di precipitazione risulta pari a:

$$h = 47,246 \cdot (0,138)^{0,3464} = 23,8 \text{ mm}$$

La portata bianca massima viene quindi ricavata utilizzando il metodo cinematico, che vede l'utilizzo della seguente formula:

$$Q = \frac{h S C}{t_c 3.6}$$

Dove:

$h$  = altezza di pioggia in mm;

$S$  = area del bacino scolante in km<sup>2</sup>;

$C$  = coefficiente di afflusso;

$t_c$  = tempo di corrivazione in ore;

Si ottiene la portata  $Q$  in m<sup>3</sup>/s.

Tale calcolo richiede la costruzione del bacino scolante, come in figura sotto riportata.



Figura 4 Assegnazione delle aree di influenza (in rosso)

Per la condotta in oggetto l'area del bacino drenato dal reticolo fognario è stata assunta pari a circa 0,4 ha (0,004 km<sup>2</sup>), caratterizzata da un coefficiente di afflusso stimato pari a 0,30, si ottiene dunque una portata al colmo pari a:

$$Q = \frac{h \cdot S \cdot C}{t_c \cdot 3,6} = \frac{23,8 \cdot 0,004 \cdot 0,30}{0,138 \cdot 3,6} = 0,0575 \, m^3/s = 57,5 \, l/s$$

Per il calcolo della portata nera media in tempo secco si utilizza la seguente formulazione:

$$Q_{n,m} = \frac{\Phi \cdot D \cdot N}{86400}$$

Dove:

$\Phi$  è il coefficiente di dispersione, assunto pari a 0,8;

D è la dotazione idrica, pari a 250 l/(ab x gg )

N gli abitanti equivalenti serviti.

Nella zona servita dal reticolo interessato dai lavori in progetto risiedono circa 27 abitanti, dunque la portata nera complessivamente originata, calcolata a partire da una dotazione idrica pro-capite di 250 l/ab/g, è pari a

$$Q_{n,m} = \frac{\phi D N}{86400} = \frac{0,8 \cdot 250 \cdot 27}{86400} = 0,062 \text{ l/s}$$

A favore di sicurezza, si utilizza un coefficiente di punta pari a 3 per cui la portata di punta massima risulta pari a:

$$Q_{Npta} = K \times Q_{n,m} = 3 \times Q_{n,m} = 0,18 \text{ l/s}$$

Complessivamente quindi la condotta oggetto di verifica dovrà garantire l'allontanamento in sicurezza di una portata pari a:

$$Q_{TOT} 57,5 + 0,18 = 57,68 \text{ l/s}$$

Utilizzando la formula di Chezy sotto riportata, si calcola la portata che è in grado di smaltire la nuova condotta, che sarà realizzata con una tubazione di diametro **Dn 500**, verificando che essa risulti maggiore della portata totale precedentemente ricavata.

$$Q = \Omega \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

Con:

$\Omega$  = area bagnata, pari a 0,19268 m<sup>2</sup>;

$\chi$  = coefficiente di attrito;

$R$  = raggio idraulico, pari a 0,14323 m;

$i$  = pendenza, pari al 3 ‰.

È necessario dunque calcolare di coefficiente di attrito di Chezy, tramite la formula sotto riportata

$$\chi = k_s \varphi R^{\frac{1}{6}} = 85 \cdot 0,14323^{\frac{1}{6}} = 61,48 \text{ m}^{1/2} \text{ s}^{-1}$$

dove:

$k_s$  è il coefficiente di Manning-Strickler, pari a 85 m<sup>1/3</sup> s<sup>-1</sup>;

$\varphi$  è un parametro di forma che vale 1 per sezioni circolari e 0,9 per sezioni semicircolari

$R$  è il raggio idraulico, pari a 0,14323 m.

Si ottiene una portata smaltibile pari a:

$$Q = \Omega \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} = 0,19268 \cdot 61,48 \cdot \sqrt{0,14323 \cdot 0,003} = 245,55 \text{ l/s}$$

sufficiente a convogliare le portate idriche che si originano in condizioni critiche, nella zona in oggetto. Dunque, il diametro della nuova condotta risulta verificato.

### **2.5.2 VERIFICA COLLETTORE A GRAVITA' DN 500 tratta P4-P7 – PIAZZA DELLA COSTITUENTE**

Primo passo per effettuare la verifica del collettore in oggetto è il calcolo della portata massima convogliata, data dalla somma dell'aliquota bianca e di quella scura, essendo il collettore di tipo misto.

Per la stima della massima portata meteorica si fa riferimento alle analisi pluviometriche eseguite in passato. La curva di possibilità pluviometrica utilizzata corrisponde ad un tempo di ritorno di 10 anni ed è di seguito riportata:

$$h = 47,246 t_c^{0,3464}$$

con:

$h$  = altezza di pioggia in mm;  
 $t_c$  = tempo di corrivazione in ore.

Come noto il tempo di corrivazione  $t_c$  è dato dalla somma del tempo di accesso alla rete  $t_a$  e del tempo di rete  $t_r$ . Il tempo di accesso risulta di incerta determinazione, per il presente caso è stato assunto pari a  $t_a = 7$  min, mentre il tempo di rete è dato dalla somma dei tempi di percorrenza delle canalizzazioni, seguendo il percorso più lungo della rete fognaria, fino alla chiusura del bacino drenato. Essendo la lunghezza del percorso più lungo pari a **75 m**, ed assumendo che la velocità all'interno dei collettori sia di 1 m/s, il tempo di rete risulta pari a 75 secondi. Dunque il tempo di corrivazione è pari a:

$$t_c = t_a + t_r = 7 \text{ min} + \frac{75}{60} \text{ min} = 8,25 \text{ min} = 0,137 \text{ ore}$$

Di conseguenza l'altezza cumulativa di precipitazione risulta pari a:

$$h = 47,246 \cdot (0,137)^{0,3464} = 23,73 \text{ mm}$$

La portata bianca massima viene quindi ricavata utilizzando il metodo cinematico, che vede l'utilizzo della seguente formula:

$$Q = \frac{h S C}{t_c \cdot 3.6}$$

Dove:

$h$  = altezza di pioggia in mm;  
 $S$  = area del bacino scolante in km<sup>2</sup>;  
 $C$  = coefficiente di afflusso;  
 $t_c$  = tempo di corrivazione in ore;

Si ottiene la portata  $Q$  in m<sup>3</sup>/s.

Tale calcolo richiede la costruzione del bacino scolante, come in figura sotto riportata.



Figura 5 Assegnazione delle aree di influenza (in azzurro)

Per la condotta in oggetto l'area del bacino drenato dal reticolo fognario è stata assunta pari a circa 0,3 ha (0,003 km<sup>2</sup>), caratterizzata da un coefficiente di afflusso stimato pari a 0,30, si ottiene dunque una portata al colmo pari a:

$$Q = \frac{h \cdot S \cdot C}{t_c \cdot 3,6} = \frac{23,73 \cdot 0,003 \cdot 0,30}{0,137 \cdot 3,6} = 0,0433 \text{ m}^3/\text{s} = 43,3 \text{ l/s}$$

Per il calcolo della portata nera media in tempo secco si utilizza la seguente formulazione:

$$Q_{n,m} = \frac{\Phi \cdot D \cdot N}{86400}$$

Dove:

Φ è il coefficiente di dispersione, assunto pari a 0,8;

D è la dotazione idrica, pari a 250 l/(ab x gg )

N gli abitanti equivalenti serviti.

Nella zona servita dal reticolo interessato dai lavori in progetto risiedono circa 30 abitanti, dunque la portata nera complessivamente originata, calcolata a partire da una dotazione idrica pro-capite di 250 l/ab/g, è pari a

$$Q_{n,m} = \frac{\phi D N}{86400} = \frac{0,8 \cdot 250 \cdot 30}{86400} = 0,07 \text{ l/s}$$

A favore di sicurezza, si utilizza un coefficiente di punta pari a 3 per cui la portata di punta massima risulta pari a:

$$Q_{Npta} = K \times Q_{n,m} = 3 \times Q_{n,m} = 0,21 \text{ l/s}$$

Complessivamente quindi la condotta oggetto di verifica dovrà garantire l'allontanamento in sicurezza di una portata pari a:

$$Q_{TOT} 43,3 + 0,21 = 43,51 \text{ l/s}$$

Utilizzando la formula di Chezy sotto riportata, si calcola la portata che è in grado di smaltire la nuova condotta, che sarà realizzata con una tubazione di diametro **Dn 500**, verificando che essa risulti maggiore della portata totale precedentemente ricavata.

$$Q = \Omega \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

Con:

$\Omega$  = area bagnata, pari a 0,19268 m<sup>2</sup>;

$\chi$  = coefficiente di attrito;

$R$  = raggio idraulico, pari a 0,14323 m;

$i$  = pendenza, pari al 6 ‰.

È necessario dunque calcolare di coefficiente di attrito di Chezy, tramite la formula sotto riportata

$$\chi = k_s \varphi R^{\frac{1}{6}} = 85 \cdot 0,14323^{\frac{1}{6}} = 61,48 \text{ m}^{1/2} \text{ s}^{-1}$$

dove:

$k_s$  è il coefficiente di Manning-Strickler, pari a 85 m<sup>1/3</sup> s<sup>-1</sup>;

$\varphi$  è un parametro di forma che vale 1 per sezioni circolari e 0,9 per sezioni semicircolari

$R$  è il raggio idraulico, pari a 0,14323 m.

Si ottiene una portata smaltibile pari a:

$$Q = \Omega \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} = 0,19268 \cdot 61,48 \cdot \sqrt{0,14323 \cdot 0,006} = 347,26 \text{ l/s}$$

sufficiente a convogliare le portate idriche che si originano in condizioni critiche, nella zona in oggetto. Dunque, il diametro della nuova condotta risulta verificato.

### **2.5.3 VERIFICA COLLETTORE A GRAVITA' DN 500 tratta P8 -P13 – PIAZZA DELLA COSTITUENTE**

Primo passo per effettuare la verifica del collettore in oggetto è il calcolo della portata massima convogliata, data dalla somma dell'aliquota bianca e di quella scura, essendo il collettore di tipo misto.

Per la stima della massima portata meteorica si fa riferimento alle analisi pluviometriche eseguite in passato. La curva di possibilità pluviometrica utilizzata corrisponde ad un tempo di ritorno di 10 anni ed è di seguito riportata:

$$h = 47,246 t_c^{0,3464}$$

con:

$h$  = altezza di pioggia in mm;  
 $t_c$  = tempo di corrivazione in ore.

Come noto il tempo di corrivazione  $t_c$  è dato dalla somma del tempo di accesso alla rete  $t_a$  e del tempo di rete  $t_r$ . Il tempo di accesso risulta di incerta determinazione, per il presente caso è stato assunto pari a  $t_a = 7$  min, mentre il tempo di rete è dato dalla somma dei tempi di percorrenza delle canalizzazioni, seguendo il percorso più lungo della rete fognaria, fino alla chiusura del bacino drenato. Essendo la lunghezza del percorso più lungo pari a **150 m**, ed assumendo che la velocità all'interno dei collettori sia di 1 m/s, il tempo di rete risulta pari a 150 secondi. Dunque il tempo di corrivazione è pari a:

$$t_c = t_a + t_r = 7 \text{ min} + \frac{150}{60} \text{ min} = 9,5 \text{ min} = 0,158 \text{ ore}$$

Di conseguenza l'altezza cumulativa di precipitazione risulta pari a:

$$h = 47,246 \cdot (0,158)^{0,3464} = 24,9 \text{ mm}$$

La portata bianca massima viene quindi ricavata utilizzando il metodo cinematico, che vede l'utilizzo della seguente formula:

$$Q = \frac{h S C}{t_c 3.6}$$

Dove:

$h$  = altezza di pioggia in mm;  
 $S$  = area del bacino scolante in km<sup>2</sup>;  
 $C$  = coefficiente di afflusso;  
 $t_c$  = tempo di corrivazione in ore;

Si ottiene la portata  $Q$  in m<sup>3</sup>/s.

Tale calcolo richiede la costruzione del bacino scolante, come in figura sotto riportata.

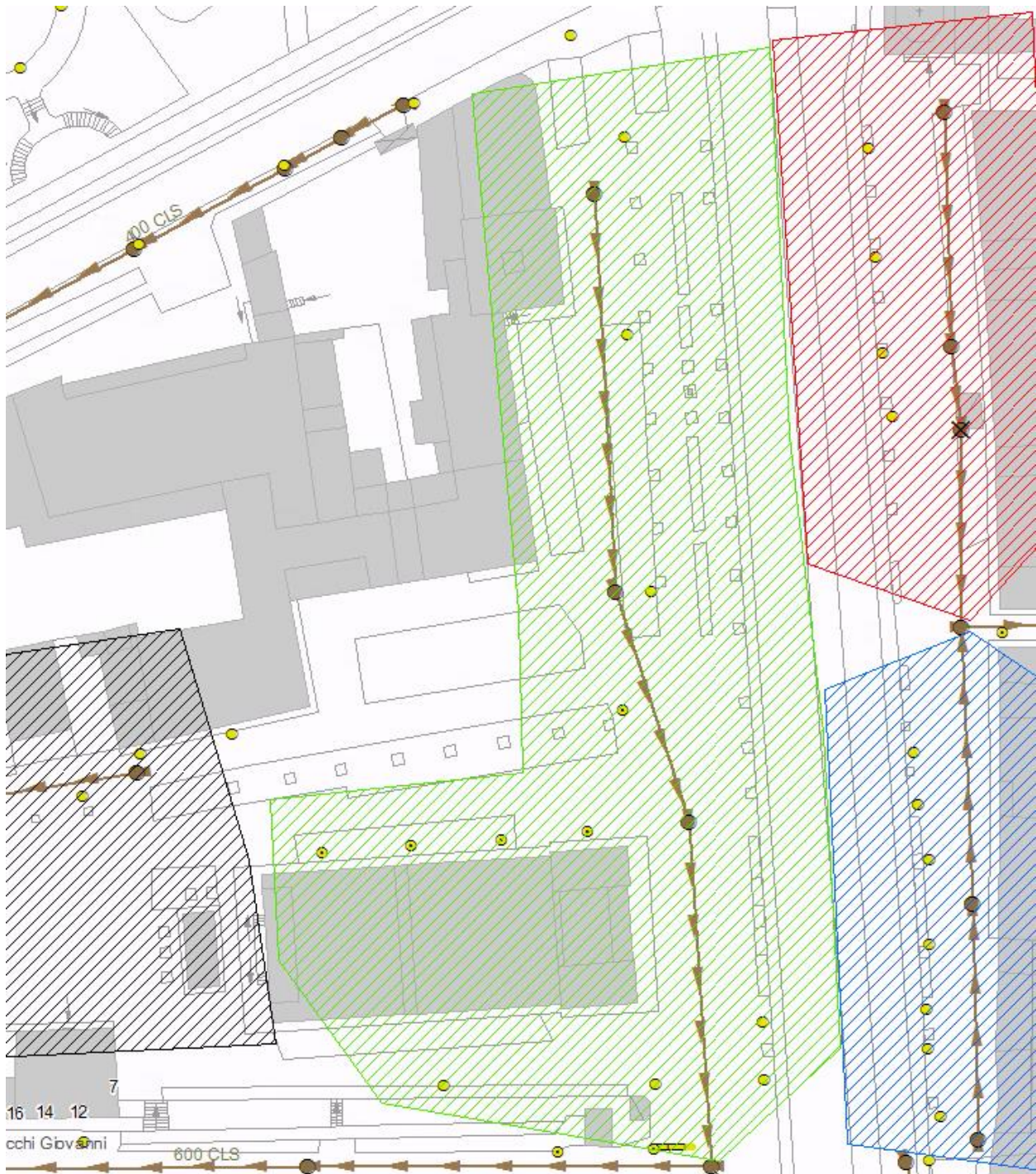


Figura 6 Assegnazione delle aree di influenza (in verde)

Per la condotta in oggetto l'area del bacino drenato dal reticolo fognario è stata assunta pari a circa 0,87 ha (0,0087 km<sup>2</sup>), caratterizzata da un coefficiente di afflusso stimato pari a 0,30, si ottiene dunque una portata al colmo pari a:

$$Q = \frac{h \cdot S \cdot C}{t_c \cdot 3,6} = \frac{24,9 \cdot 0,0087 \cdot 0,30}{0,158 \cdot 3,6} = 0,11425 \, m^3/s = 144,25 \, l/s$$

Per il calcolo della portata nera media in tempo secco si utilizza la seguente formulazione:

$$Q_{n,m} = \frac{\Phi D N}{86400}$$

Dove:

$\Phi$  è il coefficiente di dispersione, assunto pari a 0,8;

$D$  è la dotazione idrica, pari a 250 l/(ab x gg )

$N$  gli abitanti equivalenti serviti.

Nella zona servita dal reticolo interessato dai lavori in progetto risiedono circa 36 abitanti, dunque la portata nera complessivamente originata, calcolata a partire da una dotazione idrica pro-capite di 250 l/ab/g, è pari a

$$Q_{n,m} = \frac{\Phi D N}{86400} = \frac{0,8 \cdot 250 \cdot 36}{86400} = 0,05 \text{ l/s}$$

A favore di sicurezza, si utilizza un coefficiente di punta pari a 3 per cui la portata di punta massima risulta pari a:

$$Q_{Npta} = K \times Q_{n,m} = 3 \times Q_{n,m} = 0,15 \text{ l/s}$$

Complessivamente quindi la condotta oggetto di verifica dovrà garantire l'allontanamento in sicurezza di una portata pari a:

$$Q_{TOT} 114,25 + 0,15 = 114,4 \text{ l/s}$$

Utilizzando la formula di Chezy sotto riportata, si calcola la portata che è in grado di smaltire la nuova condotta, che sarà realizzata con una tubazione di diametro **Dn 500**, verificando che essa risulti maggiore della portata totale precedentemente ricavata.

$$Q = \Omega \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

Con:

$\Omega$  = area bagnata, pari a 0,19268 m<sup>2</sup>;

$\chi$  = coefficiente di attrito;

$R$  = raggio idraulico, pari a 0,14323 m;

$i$  = pendenza, pari al 3 ‰.

È necessario dunque calcolare di coefficiente di attrito di Chezy, tramite la formula sotto riportata

$$\chi = k_s \varphi R^{\frac{1}{6}} = 85 \cdot 0,14323^{\frac{1}{6}} = 61,48 \text{ m}^{1/2} \text{s}^{-1}$$

dove:

$k_s$  è il coefficiente di Manning-Strickler, pari a 85 m<sup>1/3</sup> s<sup>-1</sup>;

$\varphi$  è un parametro di forma che vale 1 per sezioni circolari e 0,9 per sezioni semicircolari

$R$  è il raggio idraulico, pari a 0,14323 m.

Si ottiene una portata smaltibile pari a:

$$Q = \Omega \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} = 0,19268 \cdot 61,48 \cdot \sqrt{0,14323 \cdot 0,003} = 245,55 \text{ l/s}$$

sufficiente a convogliare le portate idriche che si originano in condizioni critiche, nella zona in oggetto. Dunque, il diametro della nuova condotta risulta verificato.

#### **2.5.4 VERIFICA COLLETTORE A GRAVITA' DN 400 tratta P14 – P16 – PIAZZA DELLA COSTITUENTE**

Primo passo per effettuare la verifica del collettore in oggetto è il calcolo della portata massima convogliata, data dalla somma dell'aliquota bianca e di quella scura, essendo il collettore di tipo misto.

Per la stima della massima portata meteorica si fa riferimento alle analisi pluviometriche eseguite in passato. La curva di possibilità pluviometrica utilizzata corrisponde ad un tempo di ritorno di 10 anni ed è di seguito riportata:

$$h = 47,246 t_c^{0,3464}$$

con:

$h$  = altezza di pioggia in mm;

$t_c$  = tempo di corrivazione in ore.

Come noto il tempo di corrivazione  $t_c$  è dato dalla somma del tempo di accesso alla rete  $t_a$  e del tempo di rete  $t_r$ . Il tempo di accesso risulta di incerta determinazione, per il presente caso è stato assunto pari a  $t_a = 7$  min, mentre il tempo di rete è dato dalla somma dei tempi di percorrenza delle canalizzazioni, seguendo il percorso più lungo della rete fognaria, fino alla chiusura del bacino drenato. Essendo la lunghezza del percorso più lungo pari a **89 m**, ed assumendo che la velocità all'interno dei collettori sia di 1 m/s, il tempo di rete risulta pari a 89 secondi. Dunque il tempo di corrivazione è pari a:

$$t_c = t_a + t_r = 7 \text{ min} + \frac{89}{60} \text{ min} = 8,48 \text{ min} = 0,141 \text{ ore}$$

Di conseguenza l'altezza cumulativa di precipitazione risulta pari a:

$$h = 47,246 \cdot (0,141)^{0,3464} = 23,96 \text{ mm}$$

La portata bianca massima viene quindi ricavata utilizzando il metodo cinematico, che vede l'utilizzo della seguente formula:

$$Q = \frac{h S C}{t_c 3.6}$$

Dove:

$h$  = altezza di pioggia in mm;

$S$  = area del bacino scolante in km<sup>2</sup>;

$C$  = coefficiente di afflusso;

$t_c$  = tempo di corrivazione in ore;

Si ottiene la portata  $Q$  in m<sup>3</sup>/s.

Tale calcolo richiede la costruzione del bacino scolante, come in figura sotto riportata.

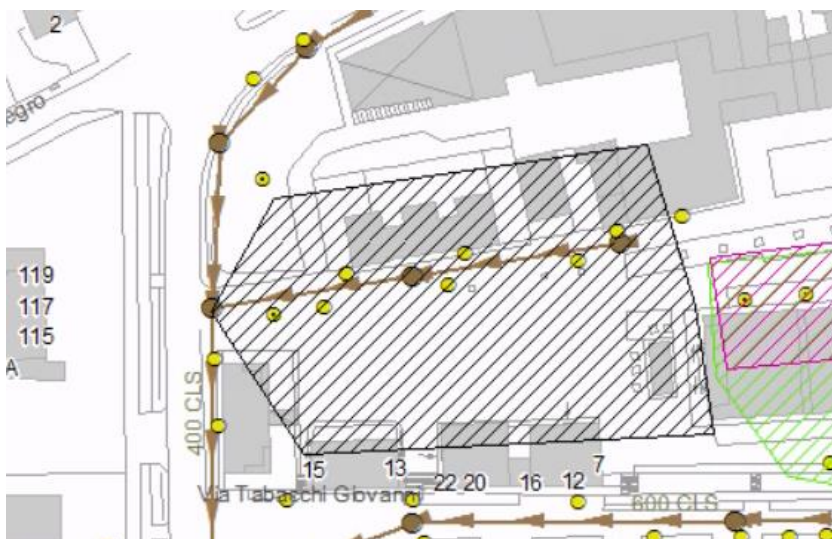


Figura 7 Assegnazione delle aree di influenza (in nero)

Per la condotta in oggetto l'area del bacino drenato dal reticolo fognario è stata assunta pari a circa 0,55 ha (0,0055 km<sup>2</sup>), caratterizzata da un coefficiente di afflusso stimato pari a 0,30, si ottiene dunque una portata al colmo pari a:

$$Q = \frac{h \cdot S \cdot C}{t_c \cdot 3,6} = \frac{23,96 \cdot 0,0055 \cdot 0,30}{0,141 \cdot 3,6} = 0,0778 \text{ m}^3/\text{s} = 77,8 \text{ l/s}$$

Per il calcolo della portata nera media in tempo secco si utilizza la seguente formulazione:

$$Q_{n,m} = \frac{\Phi \cdot D \cdot N}{86400}$$

Dove:

$\Phi$  è il coefficiente di dispersione, assunto pari a 0,8;

D è la dotazione idrica, pari a 250 l/(ab x gg )

N gli abitanti equivalenti serviti.

Nella zona servita dal reticolo interessato dai lavori in progetto risiedono circa 18 abitanti, dunque la portata nera complessivamente originata, calcolata a partire da una dotazione idrica pro-capite di 250 l/ab/gg, è pari a

$$Q_{n,m} = \frac{\Phi \cdot D \cdot N}{86400} = \frac{0,8 \cdot 250 \cdot 18}{86400} = 0,04 \text{ l/s}$$

A favore di sicurezza, si utilizza un coefficiente di punta pari a 3 per cui la portata di punta massima risulta pari a:

$$Q_{Npta} = K \times Q_{n,m} = 3 \times Q_{n,m} = 0,12 \text{ /s}$$

Complessivamente quindi la condotta oggetto di verifica dovrà garantire l'allontanamento in sicurezza di una portata pari a:

$$Q_{TOT} = 77,8 + 0,12 = 77,92 \text{ l/s}$$

Utilizzando la formula di Chezy sotto riportata, si calcola la portata che è in grado di smaltire la nuova condotta, che sarà realizzata con una tubazione di diametro **Dn 400**, verificando che essa risulti maggiore della portata totale precedentemente ricavata.

$$Q = \Omega \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

Con:

$\Omega$  = area bagnata, pari a 0,12331 m<sup>2</sup>;

$\chi$  = coefficiente di attrito;

$R$  = raggio idraulico, pari a 0,11458 m;

$i$  = pendenza, pari al 3 ‰.

È necessario dunque calcolare di coefficiente di attrito di Chezy, tramite la formula sotto riportata

$$\chi = k_s \varphi R^{\frac{1}{6}} = 85 \cdot 0,11458^{\frac{1}{6}} = 59,26 \text{ m}^{1/2} \text{ s}^{-1}$$

dove:

$k_s$  è il coefficiente di Manning-Strickler, pari a 85 m<sup>1/3</sup> s<sup>-1</sup>;

$\varphi$  è un parametro di forma che vale 1 per sezioni circolari e 0,9 per sezioni semicircolari

$R$  è il raggio idraulico, pari a 0,11458.

Si ottiene una portata smaltibile pari a:

$$Q = \Omega \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} = 0,12331 \cdot 59,26 \cdot \sqrt{0,11458 \cdot 0,003} = 135,4 \text{ l/s}$$

sufficiente a convogliare le portate idriche che si originano in condizioni critiche, nella zona in oggetto. Dunque, il diametro della nuova condotta risulta verificato.

### **2.5.5 CONFRONTO UTILIZZANDO SOFTWARE DI MODELLAZIONE IDRAULICA**

Dopo aver definito i diametri e le pendenze di progetto, è stato svolto un ulteriore studio utilizzando il modello idraulico della rete di Mirandola implementato dall'ente gestore.

Come prima cosa è stata aggiornata la rete esistente utilizzando gli scorrimenti misurati durante il rilievo propedeutico al progetto in oggetto ed è stata eseguita una prima simulazione relativa allo stato di fatto.

Per tale simulazione è stato utilizzato un evento di pioggia sintetico con ietogramma rettangolare e durata simile al tempo di corrivazione dei tratti indagati.

La pioggia utilizzata deriva da curve di possibilità pluviometrica calcolate grazie ad uno specifico studio idrologico svolto per la zona di indagine, in particolare sono state ricavate curve di possibilità per tempi di ritorno di 2, 5 e 10 anni.

Per il presente caso è stata utilizzata la curva relativa ad un tempo di ritorno di 10 anni, di seguito riportata

$$h = 47,246 \cdot (t)^{0,3464}$$

Nel presente caso è stato utilizzato l'evento di pioggia con durata 15 min.

Successivamente sono state inserite le condizioni di progetto, dunque materiale, diametro e pendenze ed è stata eseguita la simulazione per lo stato di progetto.

Di seguito si riportano i grafici di confronto fra le portate simulate alla sezione di chiusura di ogni tratto in progetto.

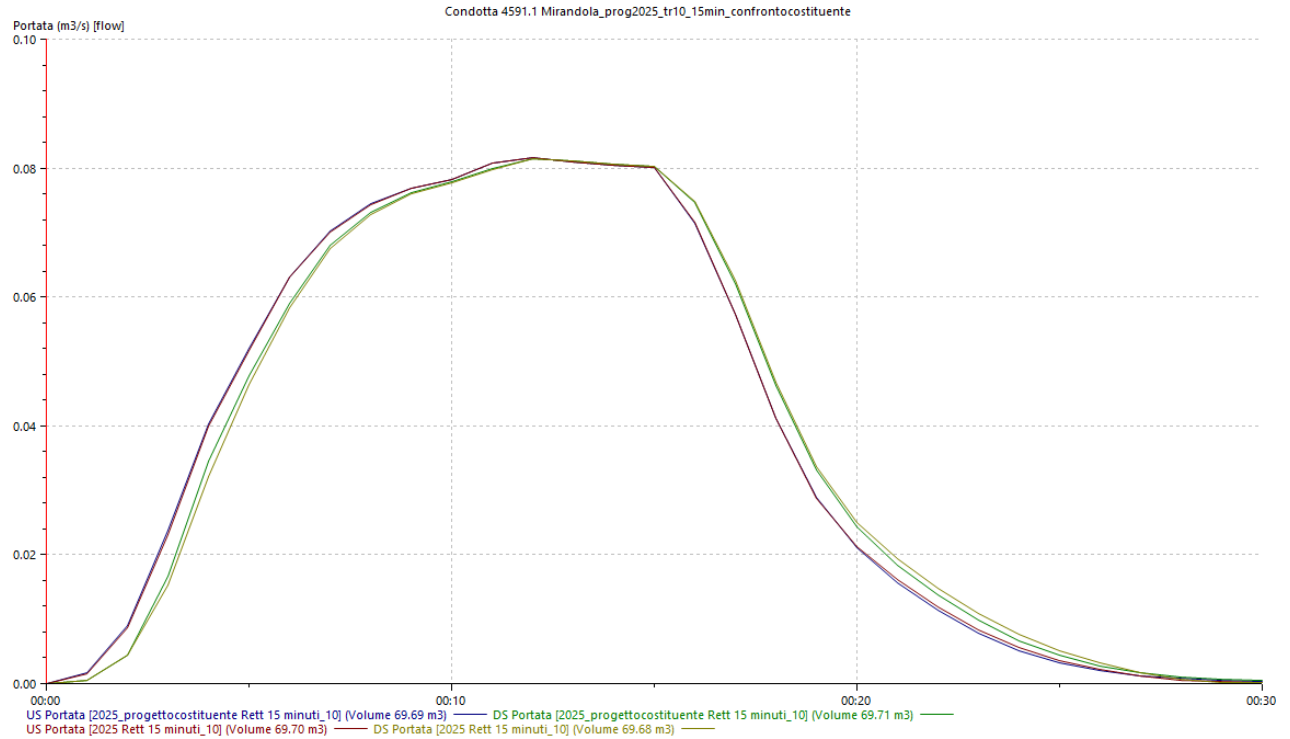


Figura 8- tratto Via Circonvallazione- Via Verdi

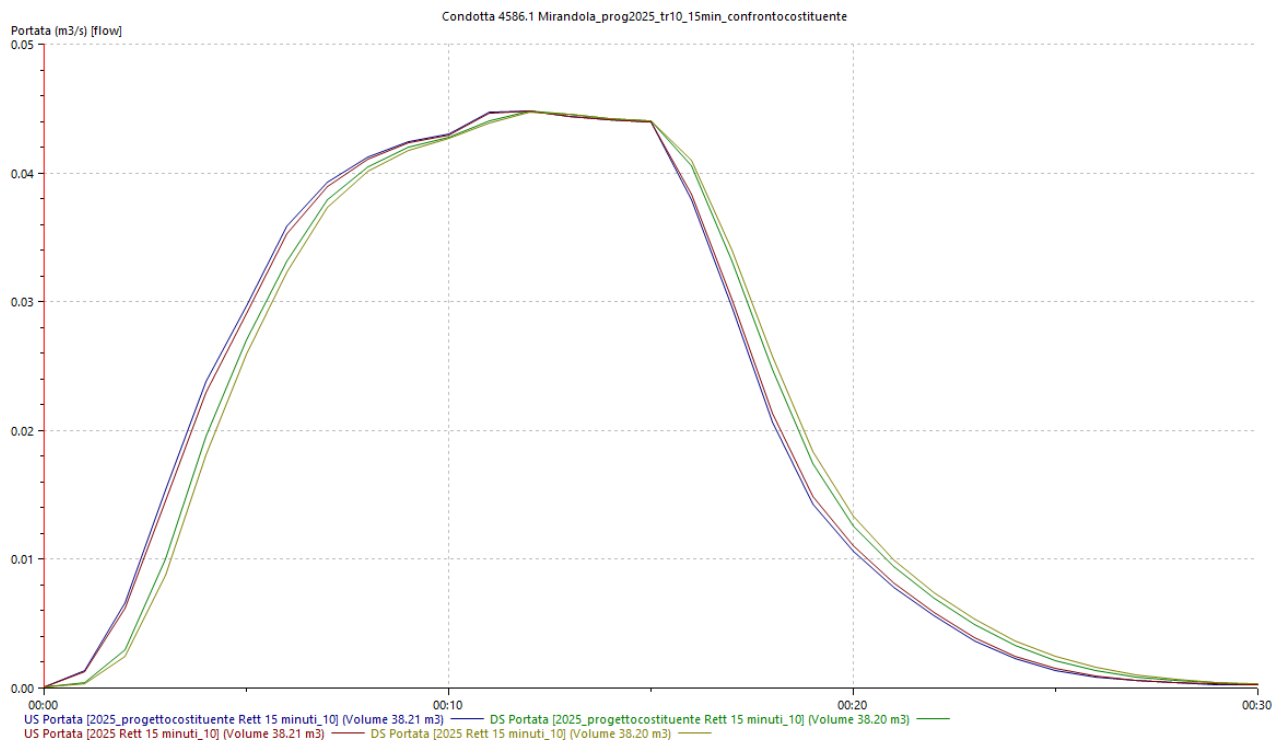


Figura 9 – Tratto Via Verdi Via Milazzo

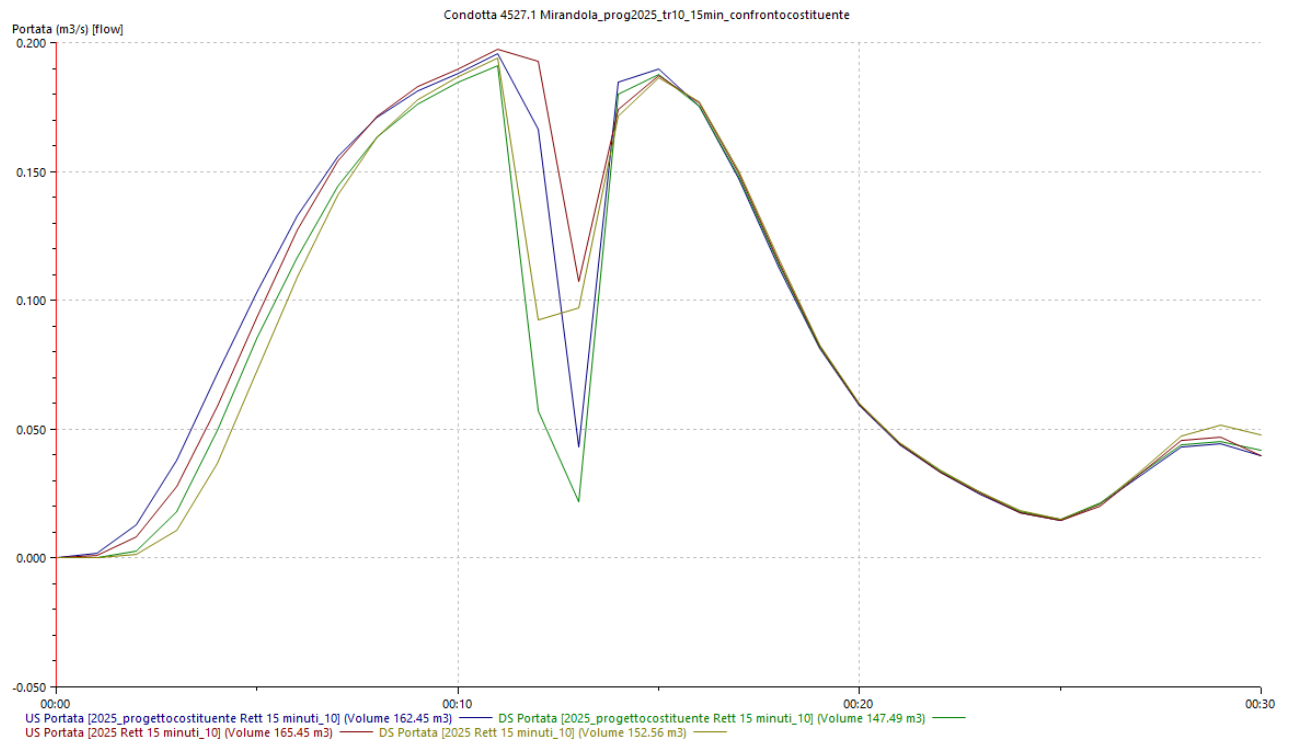


Figura 10 – Tratto Piazza Castello

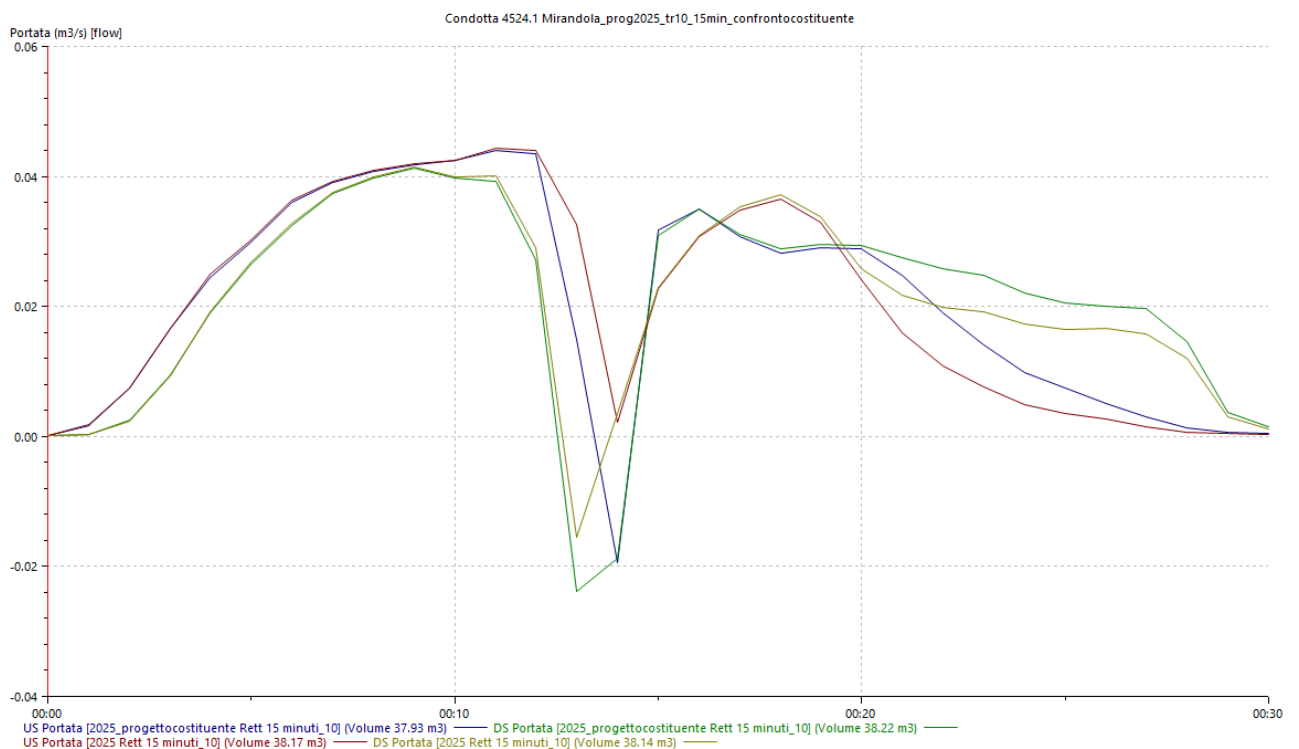


Figura 11 – Tratto Piazza Marconi

Dove:

- In rosso-giallo è rappresentata la portata transitante nello stato di fatto,
- In blu-verde è rappresentata la portata transitante nello stato di progetto.

Come si può osservare, soprattutto per i primi due tratti, non si notano grosse differenze fra il comportamento dello stato di fatto e di progetto, per cui il progetto in oggetto non comporterà significative modifiche all'attuale comportamento globale della rete.

## 2.6 SPECIFICHE DEI COLLETTORI IN PROGETTO

Vengono di seguito evidenziate, attraverso tabelle grafiche, le caratteristiche dimensionali dei collettori in progetto, specificando ubicazione, lunghezze, tipo di materiale, sezioni idrauliche previste e portata in condizioni ideali.

| <i>Ubicazione<br/>collettore</i>                            | <i>Materiale e<br/>sezione</i> | <i>Lunghezza<br/>a tratta<br/>[m]</i> | <i>Pendenza<br/>di posa</i> | <i>Portata max<br/>(l/s)</i> |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piazza Della Costituente P1-P4<br>(fognatura acque miste)   | Gres DN 500                    | 70                                    | 0,3 %                       | 245,55                       |
| Piazza Della Costituente P4-P7<br>(fognatura acque miste)   | Gres DN 500                    | 75                                    | 0,6 %                       | 347,26                       |
| Piazza Della Costituente P8-P13<br>(fognatura acque miste)  | Gres DN 500                    | 150                                   | 0,3 %                       | 245,55                       |
| Piazza Della Costituente P14-P16<br>(fognatura acque miste) | Gres DN 400                    | 90                                    | 0,3 %                       | 135,4                        |

## 2.7 CANTIERABILITÀ DELL'OPERA

L'approvazione del progetto da parte del Comune con apposita delibera di giunta costituirà titolo abilitativo per la realizzazione.

Non si evidenziano particolari problemi per l'esecuzione delle opere, per cui si riassumono i principali punti per la cantierabilità dell'opera:

- il progetto non ricade in aree soggette a tutela ambientale e/o monumentale;
- il progetto è conforme alla disciplina dell'attività edilizia (leggi e regolamenti in materia urbanistica ed edilizia; prescrizioni contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica vigente e adottati; discipline di settore aventi incidenze sulla disciplina dell'attività edilizia, tra cui la normativa vigente, la normativa sui vincoli paesaggistici, idrogeologici, ambientali e di tutela del patrimonio storico, artistico e archeologico, gravanti);
- si dovrà concertare con i tecnici comunali ed i Vigili Urbani eventuali modifiche temporanee alla viabilità;
- non è necessaria la V.I.A., in quanto non vi sono tipologie di intervento ricadenti negli elenchi di cui agli Allegati A e B del D.P.R. 12/4/1996;

- e) è stata necessaria la richiesta dei sottoservizi di altri gestori (energia elettrica, telecomunicazioni e illuminazione pubblica) in quanto gli scavi previsti vanno a interessare la sede di posa di essi; in considerazione della natura meramente indicativa dei tracciati e della consistenza delle reti telefoniche riportate da Telecom, si provvederà ad effettuare preliminarmente saggi per il riscontro dell'effettiva presenza e localizzazione dei cavi/infrastrutture di rete Telecom Italia, al fine di eliminare ogni rischio di danno agli stessi.

Al fine di ottemperare alle richieste delle normative vigenti, si è proceduto alle seguenti verifiche:

- verifica e validazione della completezza e della qualità della documentazione, secondo le indicazioni dell' art.39 del D.lgs.36/2023;
- conformità del progetto alla normativa vigente ed in particolare a:
  - al D.Lgs. 36/2023 Nuovo Codice degli Appalti;
  - al D.Lgs. n. 152/2008 (3° Decreto correttivo del Codice dei contratti);
  - al D.lgs. 81/2008 e ss. mm. li.;
- corrispondenza dei nominativi dei progettisti a quelli titolari dell'affidamento e sottoscrizione dei documenti per l'assunzione delle rispettive responsabilità;
- completezza della documentazione relativa agli intervenuti accertamenti di fattibilità tecnica, amministrativa ed economica dell'intervento;
- completezza, adeguatezza e chiarezza degli elaborati progettuali, descrittivi e tecnico-economici, previsti dal Regolamento;
- esistenza dei computi metrico-estimativi e verifica della corrispondenza agli elaborati grafici descrittivi ed alle prescrizioni capitolari;
- rispondenza delle scelte progettuali alle esigenze di manutenzione e gestione;
- esistenza degli elaborati progettuali previsti dal D.Lgs. 81/2008;
- è stata verificata la conformità a quanto previsto dall'articolo 16 del DPR 207/2010 sul quadro economico.

Sulla base delle verifiche effettuate, il progetto definitivo-esecutivo può ritenersi valido in rapporto alla tipologia, categoria, entità e importanza dell'intervento.

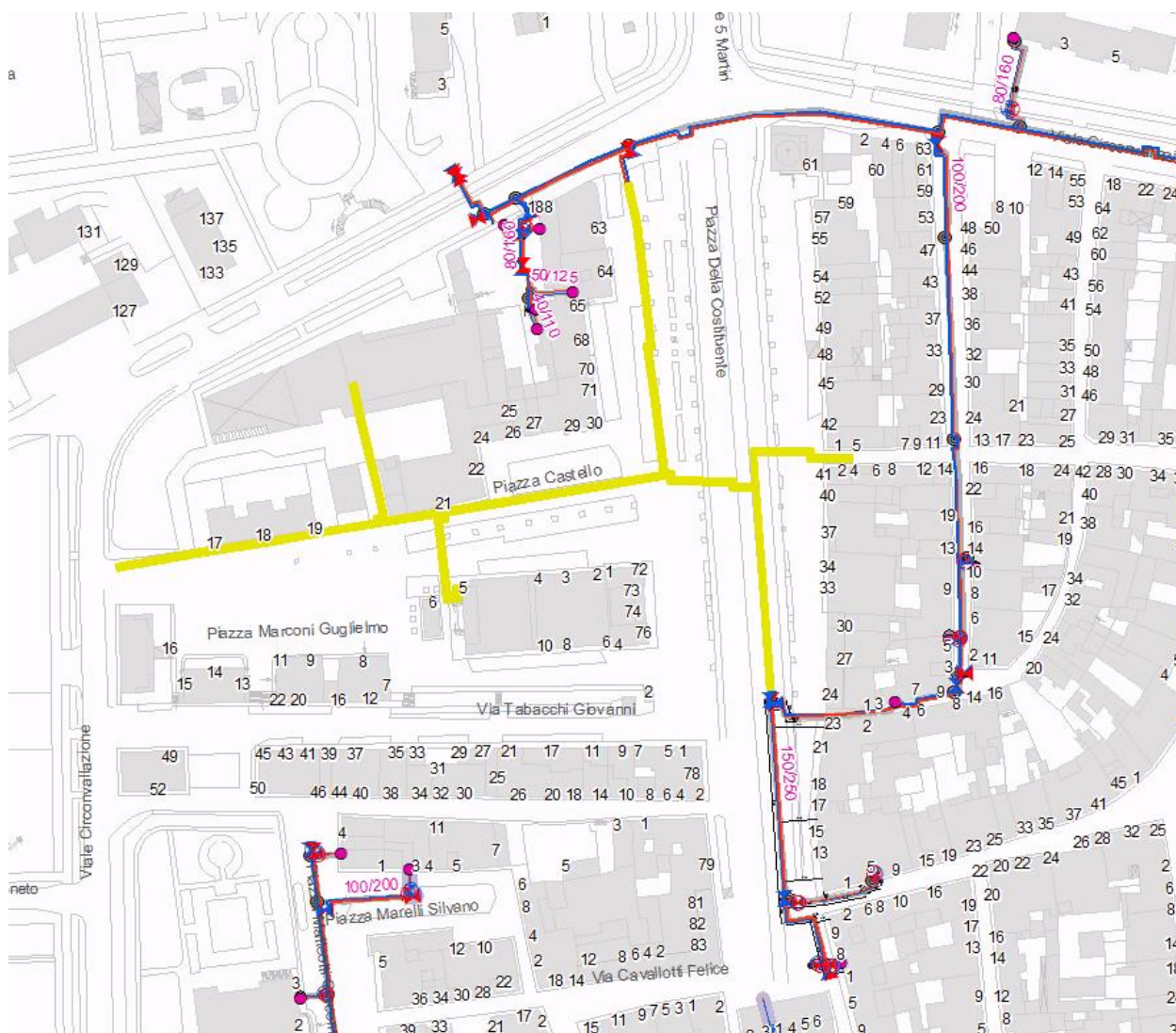
Tutto ciò premesso ai sensi art.39 del D.lgs.36/2023, si attesta la validità del progetto, nei termini e con le modalità indicate dal D.lgs.36/2023.

### 3 Teleriscaldamento

#### 3.1 FINALITA' DEL PROGETTO

Il teleriscaldamento è una forma di riscaldamento che consiste nella fornitura del calore alle utenze mediante l'utilizzo di acqua calda, che viene distribuita mediante doppia rete di tubazioni isolate ed interrate, una convogliante l'acqua calda di mandata e l'altra convogliante l'acqua di ritorno. Le temperature di mandata e ritorno dell'acqua dipendono dalla tipologia di utenze servite dalla rete. Il fluido termovettore può essere utilizzato dopo un trattamento fisico-chimico non inquinante: addolcimento per la riduzione della durezza dell'acqua e condizionamento con sostanze antiossidanti. La circolazione del fluido è garantita dalle pompe di rete installate in centrale.

Il presente progetto ha come finalità l'ampliamento della rete di teleriscaldamento presente a Mirandola, con uno stendimento che interesserà Piazza della Costituente. Di seguito si evidenzia in giallo il tratto di nuova realizzazione.



## 3.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito una sintesi della principale normativa sulle reti di teleriscaldamento, cui il presente progetto fa riferimento.

- **UNI EN 13941-1/2022:** “Tubazioni per teleriscaldamento - Progettazione ed installazione di tubazioni preisolate, singole o doppie, per reti di acqua calda interrate direttamente - Parte 1: Progettazione”.
- **UNI EN 13941-2/2022:** “Tubazioni per teleriscaldamento - Progettazione ed installazione di tubazioni preisolate, singole o doppie, per reti di acqua calda interrate direttamente - Parte 2: Installazione”.
- **UNI EN 253/2024:** “Tubi per teleriscaldamento - Sistemi bloccati monotubo per reti di acqua calda interrate direttamente - Produzione di tubi di servizio in acciaio, isolamento termico in poliuretano e guaina esterna in polietilene”.
- **UNI EN 448/2025:** “Tubi per teleriscaldamento - Sistemi bloccati monotubo per reti di acqua calda interrate direttamente - Raccordi realizzati in fabbrica con tubi di servizio in acciaio, isolamento termico in poliuretano e guaina esterna in polietilene”.
- **UNI EN 489-1:** “Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubi singoli e doppi per reti di acqua calda interrate direttamente - Parte 1: Ripristino del giunto esterno ed isolamento termico per reti di acqua calda secondo EN 13941-1”.
- **UNI EN 1148:** “Scambiatori di calore - Scambiatori di calore acqua-acqua per teleriscaldamento - Procedimenti di prova per la determinazione delle prestazioni”.
- **UNI 10576:** “Protezione delle tubazioni gas durante i lavori nel sottosuolo”.
- **UNI 9165:** “Infrastrutture del gas - Condotte con pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar - Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento”.
- **UNI/TR 11228:** “Opere di protezione per tubazioni gas interrate per interferenze con ferrovie, tranvie, strade, altri servizi interrati e fabbricati”.

## 3.3 MATERIALI

### 3.3.1 TUBAZIONI

Le tubazioni preisolate saranno costituite da un tubo interno in acciaio, uno strato intermedio in poliuretano espanso a cellule chiuse ed una camicia esterna in tubo in polietilene ad alta densità.

Le tubazioni preisolate saranno conformi a quanto prescritto dalle norme  
UNI EN 253 – 2024.

Il centraggio della tubazione in acciaio dovrà essere garantito dall’inserimento, durante il procedimento costruttivo, di appositi distanziali in materiale plastico. Il programma di produzione del sistema di tubazioni dovrà essere completo di tutti i pezzi speciali usualmente richiesti.

Le tubazioni di servizio sono scelte in classe di pressione PN 16 con una temperatura di esercizio massima ammissibile di 120°C, in acciaio di qualità non inferiore a Fe 510, con dimensioni e tolleranze secondo quanto specificato dalle norme UNI 6363 o norme equivalenti.

Saranno ammesse tubazioni con saldatura longitudinale o a spirale, come pure tubazioni senza saldatura.

Per i tubi in acciaio con saldatura sarà ammesso l'impiego delle seguenti tecnologie di produzione:

- a) saldatura elettrica a resistenza;
- b) saldatura automatica ad arco sommerso.

La lunghezza base delle barre delle tubazioni di diametro  $\geq$  DN 50 dovrà essere di 12 metri, quella minima non inferiore ai 6 metri.

Le estremità di tubi dovranno essere preparate in stabilimento per la saldatura di testa in accordo alle norme ISO 6761, con cianfrino per spessori di tubazione maggiore o uguale a 3 mm.

I tubi di servizio in acciaio, prima della schiumatura, dovranno essere sottoposti ad adeguata pulizia della superficie.

L'isolamento termico delle tubazioni è costituito da uno strato di schiuma poliuretanica espansa a cellule chiuse, avente densità minima pari a 60 kg/m<sup>3</sup>, protetta esternamente da un tubo in polietilene ad alta densità. Inoltre l'isolamento in poliuretano è caratterizzato da un basso valore della conducibilità termica, di ca. 0,03 W/mK, da un'adeguata resistenza meccanica e una resistenza al taglio sufficiente per trasmettere le forze d'attrito dal tubo al terreno.

La caratteristica principale di tali tubazioni preisolate è che il tubo guaina in polietilene, l'isolamento in poliuretano e il tubo di servizio in acciaio costituiscono un corpo unico.

I tubi si spostano in ragione della dilatazione termica che subiscono come un unico corpo e gli spostamenti vengono contrastati dall'attrito tra terreno e tubo guaina.

La giunzione dei singoli tubi dovrà avvenire esclusivamente per saldatura.

Il calore viene distribuito mediante una coppia di tubazioni preisolate, una convogliante il fluido di mandata a maggior contenuto entalpico e l'altra convogliante quello di ritorno dagli scambiatori, raffreddato.

Per la rete in oggetto, le dilatazioni sono compensate naturalmente, tramite l'utilizzo di deviazioni ad "L", a "Z" ed a "W". Questo sistema di posa è preferibile ad altri in quanto:

- è di facile realizzazione;
- le tubazioni presentano ridotti carichi assiali;
- si presta al caso in esame in quanto sono presenti numerosi cambi di direzione.

Le tubazioni vengono posate in trincea su un letto di sabbia di spessore di almeno 15 cm.

La sabbia che costituisce il letto deve essere di fiume lavata e vagliata, avente granulometria inferiore a 3 mm, scevra da impurità, da materiale organico, da materiale argilloso o da qualsiasi altro materiale che in presenza d'acqua generi rigonfiamenti o variazioni di volume.

Successivamente alla posa, le tubazioni vanno rinfiancate a mano e ricoperte per almeno 20 cm, sopra la generatrice superiore della tubazione, sempre con la stessa sabbia.

Sopra tale strato, lo scavo viene "ritombato" con materiale di risulta dallo scavo, se ritenuto idoneo dalla D.L. o sostituito con materiale arido proveniente da cava o idoneo impianto di recupero di rifiuti inerti, sempre su esplicita indicazione della D.L.

Infine si provvederà al ripristino della pavimentazione stradale o del piano asfalto.

La rete di teleriscaldamento è inoltre dotata di sistema d'allarme guasti di tipo nordico, con fili in rame.

Tale sistema elettronico consente di sorvegliare la perfetta tenuta delle tubazioni e di rilevare eventuali infiltrazioni d'acqua nella schiuma poliuretanica.

| TRATTO DI STRADA  | TIPOLOGIA MATERIALE | DE      | LUNGHEZZA |
|-------------------|---------------------|---------|-----------|
| P.zza Costituente | ACC preisolato      | 200/315 | 170,00 ml |
| P.zza Costituente | ACC preisolato      | 150/250 | 190,00 ml |
| P.zza Costituente | ACC preisolato      | 100/200 | 70,00 ml  |

### **3.3.2 SOTTOCENTRALI DI CESSIONE**

Le sottostazioni possono presentare o una sola sezione destinata alla produzione di calore per il riscaldamento degli edifici, o due sezioni, una destinata al riscaldamento ed una destinata alla produzione di acqua calda sanitaria.

Le sottostazioni sono inoltre dotate di dispositivi di regolazione e sicurezza; tramite una rete dati che può essere posata successivamente alla rete di teleriscaldamento è infine possibile monitorare i parametri legati allo scambio termico, contabilizzare e fatturare il calore utilizzato.

### **3.4 MODALITÀ ESECUTIVE DEI LAVORI**

#### **3.4.1 ORGANIZZAZIONE DEI LAVORI**

L'organizzazione per l'esecuzione delle opere è finalizzata ad arrecare meno disagi possibili ai residenti e alle attività produttive della zona, nonché a limitare il più possibile i costi.

Prima dell'inizio dei lavori si dovrà provvedere alla formazione del cantiere, dotandosi di tutti i permessi necessari (con esclusione di quelli già richiesti dalla Committente) presso le Amministrazioni coinvolte e installando quanto necessario per garantire l'incolumità delle persone e per non creare eccessivi problemi al traffico veicolare.

La posa delle condotte dovrà essere preceduta da saggi di verifica per individuare la presenza di tutti i sottoservizi.

Le varie fasi di esecuzione dei lavori sono pertanto di seguito riassunte:

- Formazione del cantiere, deposito materiali ed attrezzature, predisposizione di mezzi antinfortunistici;
- Tracciamento, posa segnaletica, verifica posizione allacci d ubicazione terminali valvolati e sottocentrali;
- Esecuzione delle opere accessorie adeguamento dei sottoservizi esistenti;
- Esecuzione di scavi a sezione obbligata;
- Posa di doppia tubazione (manda e ritorno) posati su letto di posa in sabbia;
- Fornitura e posa di doppio corrugato in polietilene De 125 per uso telecontrollo e pozzetti di ispezione lineare dei tratti di tubazione e nei cambi di direzione (curve, innesti laterali ecc.);
- Prove idrauliche e dimensionali;
- Ricoprimento, rinterri. Nel caso di ricoprimento insufficiente si procederà con la realizzazione di soletta di ripartizione dei carichi in CLS magro armato con rete elettrosaldata;
- Ripristini pavimentazione stradale;
- Smantellamento del cantiere e pulizia;

#### **3.4.2 MODALITÀ DI ACCATASTAMENTO IN CANTIERE (UNI 1401-3)**

I tubi lisci devono essere immagazzinati su superfici piane prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccare i tubi.

I tubi preisolati oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversine in legno, in modo che i bicchieri della fila non subiscano deformazioni; inoltre i bicchieri stessi devono essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti. In questo modo i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi si presentano appoggiati lungo un'intera generatrice. I tubi non devono essere accatastati ad una altezza superiore ad 1,50 m (qualunque sia il loro diametro), per evitare possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che però non impediscano una regolare aerazione.

Lo stoccaggio al sole per lunghi periodi e/o alte temperature potrebbe causare deformazioni che interessano l'isolamento.

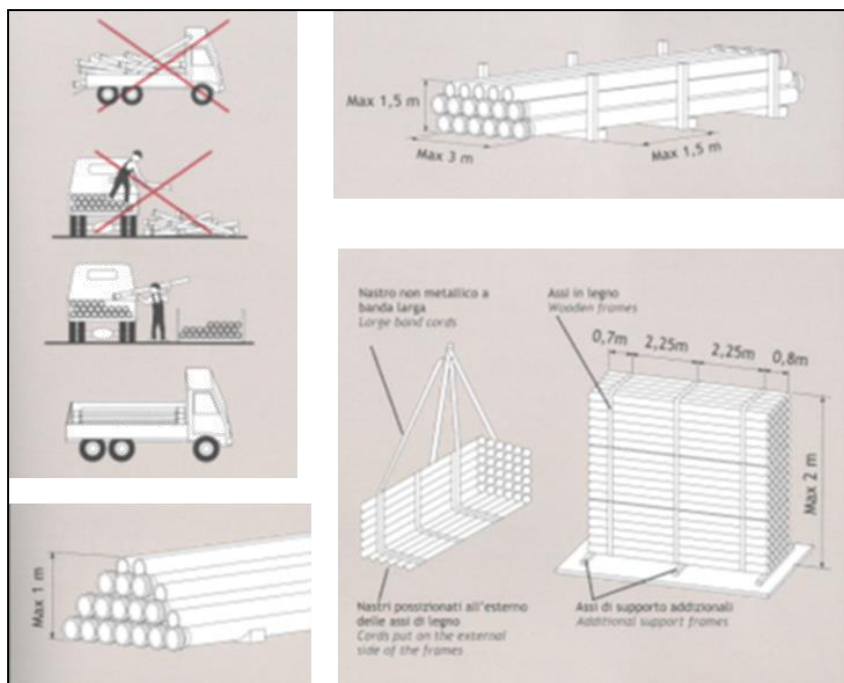
Per evitare questo rischio sono raccomandate le precauzioni seguenti:

- a) limitare l'altezza delle pile dei tubi;
- b) schermare le pile di tubi dall'azione diretta e continua del sole e disporli in maniera tale da permettere il passaggio dell'aria attraverso i tubi;
- c) stoccare i raccordi in casse o sacchi che lasciano passare liberamente l'aria.

Qualora i tubi venissero spediti in fasci legati con gabbie, le traversine devono passare una sull'altra e non sui tubi ed inoltre è opportuno seguire per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura ambientale può superare agevolmente e per lunghi periodi la temperatura di 25°C, è da evitare l'accatastamento di tubi infilati l'uno nell'altro. Ciò provocherebbe certamente l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

Infine è da tenere presente che alle basse temperature aumenta la possibilità di rottura per l'isolamento in polietilene. In queste condizioni climatiche le operazioni di movimentazione (trasporto, accatastamento, posa in opera, ecc.) devono essere effettuate con maggior cautela.

I raccordi e gli accessori vengono generalmente forniti in appositi imballaggi. Se invece sono sfusi, si dovrà evitare, in fase di immagazzinamento e di trasporto, di ammucchiarli disordinatamente così come si dovrà evitare che possano deformarsi o danneggiarsi per urti tra loro o con altri materiali pesanti.



### 3.4.3 CONDIZIONI DI POSA DELLE CONDOTTE

La larghezza della sezioni di scavo per la posa delle condotte varia in funzione della profondità di posa e del tipo di tubazione di allaccio.

In sede stradale le tubazioni preisolate devono essere posate, rinfiancate e ricoperte sempre con sabbia ben costipata fino a 40 cm sopra il piano di posa, e poi con misto granulare semplice fino a quota finita di calpestio carrabile.

La larghezza della sezioni di scavo varia in funzione della profondità di posa e del tipo di tubazione. Tra gli oneri compresi nel prezzo di scavo è previsto il sostegno delle pareti con puntellature.

Ogni variazione delle condizioni di posa rispetto agli standard specificati negli elaborati grafici e nella presente relazione devono essere preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori effettuerà controlli a campione delle livellette effettive di posa, e potrà ordinare il rifacimento delle stesse qualora non fossero coerenti con quelle di progetto.

Le trincee devono essere progettate e scavate in maniera tale da garantire un'installazione corretta e sicura delle tubazioni.

Se, per la costruzione, è necessario accedere alle pareti esterne di strutture sotterranee, per esempio pozzetti, si deve prevedere uno spazio di lavoro minimo protetto largo 0,50 m per profondità di trincea fino a 2,5 m.

Laddove due o più tubi vengano posati nella stessa trincea o sotto un terrapieno, si deve rispettare una distanza orizzontale minima fra le tubazioni. Se non viene specificato altrimenti, essa dovrà essere di 0,35 m per tubi fino a DN 700 compreso e 0,50 m per tubi maggiori di DN 700.

La larghezza della sezione di scavo varia in funzione della profondità di posa.

La larghezza minima della trincea deve essere il valore più grande fra quelli indicati nei prospetti 1 e 2 della UNI 1610 riportati rispettivamente nella Tabella 2 e Tabella 3.

**Larghezza minima della trincea in relazione alle dimensioni nominali DN**

| DN                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Larghezza minima della trincea ( $OD + x$ )<br>m |                        |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Trincea supportata                               | Trincea non supportata |                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                  | $\beta > 60^\circ$     | $\beta \leq 60^\circ$ |
| $\leq 225$                                                                                                                                                                                                                                                                                       | $OD + 0,40$                                      | $OD + 0,40$            |                       |
| da $> 225$ a $\leq 350$                                                                                                                                                                                                                                                                          | $OD + 0,50$                                      | $OD + 0,50$            | $OD + 0,40$           |
| da $> 350$ a $\leq 700$                                                                                                                                                                                                                                                                          | $OD + 0,70$                                      | $OD + 0,70$            | $OD + 0,40$           |
| da $> 700$ a $\leq 1\,200$                                                                                                                                                                                                                                                                       | $OD + 0,85$                                      | $OD + 0,85$            | $OD + 0,40$           |
| da $> 1\,200$                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $OD + 1,00$                                      | $OD + 1,00$            | $OD + 0,40$           |
| Nei valori $OD + x$ , $x/2$ equivale allo spazio di lavoro minimo fra il tubo e la parete o il supporto della trincea.<br>Dove:<br>$OD$ è il diametro esterno, in metri,<br>$\beta$ è l'angolo della parete della trincea senza cassetatura misurato rispetto all'orizzontale (vedere figura 2). |                                                  |                        |                       |

Tabella 6 - Larghezza minima della trincea – Prospetto 1

**Larghezza minima della trincea in relazione alla profondità della trincea**

| Profondità della trincea<br>m | Larghezza minima<br>della trincea<br>m  |
|-------------------------------|-----------------------------------------|
| < 1,00                        | non è richiesta<br>una larghezza minima |
| da $\geq 1,00 \leq 1,75$      | 0,80                                    |
| da $> 1,75 \leq 4,00$         | 0,90                                    |
| da $> 4,00$                   | 1,00                                    |

Tabella 7 - Larghezza minima – Prospetto 2

Ogni variazione delle condizioni di posa rispetto agli standard specificati negli elaborati grafici e nella presente relazione deve essere preventivamente autorizzata dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori effettuerà controlli a campione delle livellette effettive di posa e potrà ordinare il rifacimento delle stesse qualora non fossero coerenti con quelle di progetto.

Si riporta la larghezza minima della trincea (non supportata con  $\beta > 60^\circ$ ) da garantire per le tubazioni in progetto, per il diametro utilizzato:

| <b>LARGHEZZA DI SCAVO secondo la UNI 1610/2015</b> |     |                                                                                                                                                                                              |                                 |
|----------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>NOTA:</b>                                       |     | Larghezza minima della trincea di posa. Il calcolo prevede la realizzazione di una trincea 'supportata' cioè autosostenuta o con cassetta (se necessaria in base alla tipologia di terreno). |                                 |
| N.° tubi posati                                    | 1   |                                                                                                                                                                                              |                                 |
|                                                    |     | Larghezza scavo [m]                                                                                                                                                                          | Larghezza complessiva scavo [m] |
| $\Phi$ tubazione N. 1 [mm]                         | 315 | 0.815                                                                                                                                                                                        | 0.815                           |
| $\Phi$ tubazione N. 2 [mm]                         | NC  | #N/D                                                                                                                                                                                         | 0.815                           |
| <b>verifica profondità</b>                         |     |                                                                                                                                                                                              |                                 |
| profondità [m]                                     | 1.1 | 0.8                                                                                                                                                                                          |                                 |
|                                                    |     | 0.815                                                                                                                                                                                        |                                 |

## LARGHEZZA DI SCAVO secondo la UNI 1610/2015

**NOTA:** Larghezza minima della trincea di posa. Il calcolo prevede la realizzazione di una trincea 'supportata' cioè autosostenuta o con cassetteria (se necessaria in base alla tipologia di terreno).

N.° tubi posati **1**

Larghezza scavo [m] | Larghezza complessiva scavo [m]

Φ tubazione N. 1 [mm]

250

0.75

0.75

Φ tubazione N. 2 [mm]

NC

#N/D

0.75

### verifica profondità

profondità [m] **1.1**

0.8

0.8

## LARGHEZZA DI SCAVO secondo la UNI 1610/2015

**NOTA:** Larghezza minima della trincea di posa. Il calcolo prevede la realizzazione di una trincea 'supportata' cioè autosostenuta o con cassetteria (se necessaria in base alla tipologia di terreno).

N.° tubi posati **1**

Larghezza scavo [m] | Larghezza complessiva scavo [m]

Φ tubazione N. 1 [mm]

200

0.6

0.6

Φ tubazione N. 2 [mm]

NC

#N/D

0.6

### verifica profondità

profondità [m] **1.1**

0.8

0.8

#### **3.4.4 POSA TUBAZIONI PREISOLATE**

Tubazioni, valvole e pezzi speciali coibentate in opera si dovranno utilizzare solo ed esclusivamente all'interno degli edifici degli utenti, fra l'ingresso nel fabbricato ed il locale sottostazione, e solo nel caso il percorso non sia interessato da tratti scoperti in bocche di lupo, cunicoli con grate a cielo aperto, ecc. (in tal caso, nei tratti all'aperto, dovranno essere utilizzate tubazioni preisolate da proteggere dai raggi solari diretti mediante cassonetto in lamiera verniciata).

Le giunzioni fra le tubazioni avverranno usualmente mediante saldatura di testa, con le stesse caratteristiche, procedimenti e controlli utilizzati per le tubazioni preisolate.

Al termine della fase di montaggio, le tubazioni poste in opera saranno sottoposte al seguente ciclo di protezione, atto a resistere alla temperatura di 100°C:

preparazione del fondo: spazzolatura con eliminazione della ruggine superficiale,

mano antiruggine a base di resine alchidiche lungo olio e minio di piombo ad altissimo potere anticorrosivo,

verniciatura a base di resine alchidiche siliconiche o smalti sintetici stesa in N°2 mani.

spessore totale minimo del film secco: 1.3 mm.

Il sistema di allarme non sarà prolungato a monitorare le tubazioni coibentate in opera e i circuiti del sistema di ricerca perdite andranno chiusi con gli opportuni accessori nei pressi del punto di ingresso nel fabbricato, in prossimità delle valvole di radice. Gli accessori dovranno consentire di raggiungere i punti di collegamento dei circuiti al di fuori delle fasce water-stop, in posizione accessibile per possibili successivi interventi di controllo. In ogni caso dovrà essere scrupolosamente rispettato il progetto del sistema rilevamento perdite che sarà approvato dalla Committente.

Le valvole di radice sottostazione saranno in generale installate nel locale sottostazione, poste in posizione facilmente accessibile, ad altezza non superiore a 2 m da terra. Qualora il percorso della rete di distribuzione all'interno del fabbricato, prima di raggiungere la sottostazione di utenza, si sviluppi in locali differenti dal locale in cui verrà ubicata la sottostazione di utenza, dovranno essere installate le valvole di radice supplementari in corrispondenza dell'ingresso delle tubazioni nell'edificio, in un punto accessibile, sì da poter sezionare tutto il tratto interno nel caso si verifichi qualsivoglia guasto.

Particolare attenzione dovrà essere posta nell'evitare la trasmissione delle vibrazioni dalle tubazioni alle strutture murarie, avendo cura di interporre, ove necessario, adeguati elementi elastici con funzione di smorzatore sia negli attraversamenti murari sia nei supporti. Nessun maggiore onere sarà riconosciuto per la fornitura e posa di tali componenti.

#### **3.4.5 GESTIONE MATERIALE DI SCAVO**

Tutto il materiale escavato, dopo caratterizzazione del codice CER effettuata da laboratorio certificato, dovrà essere trasportato in appositi siti atti ad accoglierlo.

Nel caso venga identificato come rifiuto, dovrà essere gestito come tale e quindi sottoposto alle disposizioni di cui alla parte IV del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

#### **3.4.6 COLLAUDO IDRAULICO**

Al termine della posa dei diversi tratti di rete, dovrà essere eseguita, a cura ed onere dell'Appaltatore ed in contraddittorio con la Committente, una prova di pressione della tubazione di servizio per ciascun tratto di rete sezionabile; le prove saranno condotte alla pressione di 800 kPa, corrispondenti ad 2,5 volte

la pressione massima di esercizio, utilizzando un registratore manometrico della pressione stessa ed un registratore di temperatura del fluido (in corrispondenza della presa di pressione). La prova sarà condotta con acqua di rete.

La prova deve essere realizzata secondo la seguente metodologia:

- flussaggio della rete per eliminazione dei residui di lavorazione;
- stabilizzazione della temperatura di rete sino a raggiungere la temperatura di prova di 20°- 30°C;
- montaggio del manometro e del termometro per la registrazione dei dati di temperatura e di pressione;
- messa in pressione della rete con ausilio di autopompa sino alla pressione di prova;
- la tubazione deve rimanere in pressione per 8 ore alla pressione di prova.

La prova sarà considerata positiva se, su un periodo di tempo di 8 ore, non si registreranno variazioni di pressione in diminuzione, depurando il fenomeno dagli effetti di temperatura. È ammessa una tolleranza di 1 % sul valore iniziale di pressione.

Se nel corso delle prove si dovessero riscontrare imperfezioni della tenuta delle saldature, rottura dei tubi o pezzi speciali o deformazioni che possono pregiudicare il corretto funzionamento dell'impianto, l'Appaltatore provvederà a sua cura e spese ad eseguire le riparazioni e le modifiche necessarie ed alla ripetizione delle prove idrauliche.

Prove funzionali sul sistema di rilevamento e ricerca perdite

Preliminarmente all'esecuzione delle prove idrauliche, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Committente, per ogni circuito sensore, un "Verbale di misurazione del circuito" contenente:

- i dati di individuazione del circuito sensore (planimetria as-built con dati della lunghezza filo sensore e relativi riferimenti topografici da punti fissi);
- lo schema del circuito sensore;
- il risultato dei controlli finali, effettuati sul circuito sensore secondo le prescrizioni del Produttore dei componenti del sistema di rilevamento e ricerca delle perdite, presente un rappresentante della Committente.

Tali prove potranno essere ripetute ad esclusiva discrezione della Committente.

Qualora il sistema di rilevamento e ricerca perdite indicasse valori inferiori al campo di accettabilità, sarà cura ed onere dell'Appaltatore individuare ed eliminare le stesse al fine di consegnare alla Committente un sistema di tubazioni e di monitoraggio delle perdite perfettamente funzionante.

I tempi e modi delle azioni di riparazione dovranno essere approvati dalla Committente, comunque proposti nel più breve arco di tempo possibile. Qualora l'eliminazione delle anomalie non fosse possibile prima della messa in servizio della rete, per esigenze di servizio o diverse, tali riparazioni saranno effettuate nel corso dell'anno successivo al termine della stagione di riscaldamento, ad esclusivo carico dell'Appaltatore e senza che per tale motivo egli possa pretendere alcun maggiore onere. In tale arco di tempo è inoltre facoltà della Committente sospendere il pagamento dei lavori corrispondenti sino alla completa eliminazione dei difetti evidenziati.

Se inoltre, successivamente alla fase di installazione e nel corso del periodo di garanzia contrattuale saranno rilevati valori inferiori al campo di accettabilità, sarà attuato un monitoraggio sistematico dei valori della resistenza di isolamento e, se tali valori risulteranno nel campo di insufficienza, l'Appaltatore dovrà farsi carico, a sue esclusive spese, di tutte le azioni necessarie ad eseguire la localizzazione e riparazione del guasto in modo da riportare i valori nel campo di accettabilità.

### Prove funzionali valvole e altri componenti

In fase di Collaudo di tratti di Rete, dovranno essere condotte le prove funzionali delle diverse apparecchiature installate (valvole di intercettazione, sfiato/drenaggio, by-pass, servomotori, quadri elettrici, impianti elettrici, ecc..), per la verifica di rispondenza del sistema e dei singoli componenti alle specifiche di progetto.

Per ciascuna apparecchiatura si dovrà compilare una scheda tecnica, predisposta dall'Appaltatore su indicazione della Committente, indicante le prove da effettuare, i risultati attesi e quelli misurati. In particolare le prove dovranno consentire di verificare la funzionalità ed i parametri operativi dei vari componenti nelle condizioni di progetto ed esercizio ed il rispetto delle norme per la sicurezza del personale.

Tutte le valvole dovranno essere sottoposte alla prova di funzionamento, consistente nell'esecuzione di almeno quattro cicli completi di "apertura-chiusura-apertura".

Nel caso le prove abbiano esito negativo, sarà obbligo dell'Appaltatore apportare le azioni correttive necessarie affinché le specifiche di progetto siano rispettate, previa verifica con nuove prove in contraddittorio a carico dell'Appaltatore. In tale arco di tempo è inoltre facoltà della Committente sospendere il pagamento dei lavori corrispondenti sino alla completa eliminazione dei difetti evidenziati.

## 3.5 CANTIERABILITÀ DELL'OPERA

Non si evidenziano particolari problemi per l'esecuzione delle opere, trattandosi di allacciamenti alla rete di teleriscaldamento cittadino, per cui si riassumono i principali punti per la cantierabilità dell'opera:

- f) il progetto non ricade in aree soggette a tutela ambientale e/o monumentale;
- g) il progetto è conforme alla disciplina dell'attività edilizia (leggi e regolamenti in materia urbanistica ed edilizia; prescrizioni contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica vigente e adottati; discipline di settore aventi incidenze sulla disciplina dell'attività edilizia, tra cui la normativa vigente, la normativa sui vincoli paesaggistici, idrogeologici, ambientali e di tutela del patrimonio storico, artistico e archeologico, gravanti);
- h) si dovrà concertare con i tecnici comunali ed i Vigili Urbani eventuali modifiche temporanee alla viabilità;
- i) non è necessaria la V.I.A., in quanto non vi sono tipologie di intervento ricadenti negli elenchi di cui agli Allegati A e B del D.P.R. 12/4/1996;
- j) è stata necessaria la richiesta dei sottoservizi di altri gestori (energia elettrica, telecomunicazioni e illuminazione pubblica) in quanto gli scavi previsti vanno a interessare la sede di posa di essi; in considerazione della natura meramente indicativa dei tracciati e della consistenza delle reti telefoniche riportate da Telecom, Enel, Lepida, e altri, si provvederà ad effettuare preliminarmente saggi per il riscontro dell'effettiva presenza e localizzazione dei cavi/infrastrutture di reti telefoniche o elettriche, al fine di eliminare ogni rischio di danno agli stessi.

Al fine di ottemperare alle richieste delle normative vigenti, si è proceduto alle seguenti verifiche:

- verifica e validazione della completezza e della qualità della documentazione, secondo le indicazioni dell' art.39 del D.lgs.36/2023;
- conformità del progetto alla normativa vigente ed in particolare a:
  - al D.Lgs. 36/2023 Nuovo Codice degli Appalti;
  - al D.Lgs. n. 152/2008 (3° Decreto correttivo del Codice dei contratti);
  - al D.lgs. 81/2008 e ss. mm. li.;
- corrispondenza dei nominativi dei progettisti a quelli titolari dell'affidamento e sottoscrizione dei documenti per l'assunzione delle rispettive responsabilità;
- completezza della documentazione relativa agli intervenuti accertamenti di fattibilità tecnica, amministrativa ed economica dell'intervento;
- completezza, adeguatezza e chiarezza degli elaborati progettuali, descrittivi e tecnico-economici, previsti dal Regolamento;
- esistenza dei computi metrico-estimativi e verifica della corrispondenza agli elaborati grafici descrittivi ed alle prescrizioni capitolari;
- rispondenza delle scelte progettuali alle esigenze di manutenzione e gestione;
- esistenza degli elaborati progettuali previsti dal D.Lgs. 81/2008;
- è stata verificata la conformità a quanto previsto dall'articolo 16 del DPR 207/2010 sul quadro economico.

Sulla base delle verifiche effettuate, il progetto definitivo-esecutivo può ritenersi valido in rapporto alla tipologia, categoria, entità e importanza dell'intervento.

Tutto ciò premesso ai sensi art.39 del D.lgs.36/2023, si attesta la validità del progetto, nei termini e con le modalità indicate dal D.lgs.36/2023.

## 4 Quadro Economico

|                                                                                                                                                                                                                  |                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Rinnovo e potenziamento dei servizi a rete (acqua, fognatura, teleriscaldamento e gasdotto) e relativi allacciamenti in piazza Della Costituente, piazza Castello e piazza Marconi in Comune di Mirandola</b> |                                     |
| <b>Progetto esecutivo</b>                                                                                                                                                                                        |                                     |
| <b>QUADRO ECONOMICO</b>                                                                                                                                                                                          |                                     |
|                                                                                                                                                                                                                  | <b>Importi parziali<br/>in Euro</b> |
| A) LAVORI IN APPALTO (Comprensivi degli oneri per la sicurezza)                                                                                                                                                  |                                     |
| Acquedotto - quota COMUNE                                                                                                                                                                                        | 239'930.40                          |
| Fognatura - quota COMUNE                                                                                                                                                                                         | 161'354.95                          |
| Teleriscaldamento - quota COMUNE                                                                                                                                                                                 | 294'742.74                          |
| Gas - quota COMUNE                                                                                                                                                                                               | 102'217.20                          |
| Acquedotto - quota AIMAG                                                                                                                                                                                         | 144'268.29                          |
| Fognatura - quota AIMAG                                                                                                                                                                                          | 458'134.28                          |
| Teleriscaldamento - quota AIMAG                                                                                                                                                                                  | 257'798.48                          |
| Gas - quota AS RETIGAS                                                                                                                                                                                           | 183'695.39                          |
| <b>TOTALE LAVORI E FORNITURE</b>                                                                                                                                                                                 | <b>1'842'141.73</b>                 |
| B) SOMME A DISPOSIZIONE                                                                                                                                                                                          |                                     |
| Imprevisti - competenza COMUNE                                                                                                                                                                                   | 168'690.00                          |
| Arrotondamenti - quota AIMAG                                                                                                                                                                                     | 6.48                                |
| Spese tecniche (prog., D.L., collaudo, ecc. - compr. contr. CNPAIA ),<br>compresa relazione archeologica, analisi terre e rocce di scavo, verifica<br>ordigni bellici - quota COMUNE                             | 53'749.50                           |
| Spese tecniche per la sicurezza (Resp. Lav., Coord. Prog., Coord. Esec. -<br>compr. contr. CNPAIA ) - quota COMUNE                                                                                               | 20'578.50                           |
| Spese tecniche (prog., D.L., collaudo, ecc. - compr. contr. CNPAIA ),<br>compresa relazione archeologica, analisi terre e rocce di scavo, verifica<br>ordigni bellici - quota AIMAG                              | 42'999.60                           |

|                                                                                                                                                                                    |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Spese tecniche per la sicurezza (Resp. Lav., Coord. Prog., Coord. Esec. - compr. contr. CNPAIA ) - quota AIMAG                                                                     | 16'462.80           |
| Spese tecniche (prog., D.L., collaudo, ecc. - compr. contr. CNPAIA ), compresa relazione archeologica, analisi terre e rocce di scavo, verifica ordigni bellici - quota AS RETIGAS | 10'749.90           |
| Spese tecniche per la sicurezza (Resp. Lav., Coord. Prog., Coord. Esec. - compr. contr. CNPAIA ) - quota AS RETI GAS                                                               | 4'115.70            |
| IVA 10% su lavori fogna e imprevisti - quota COMUNE                                                                                                                                | 33'004.50           |
| IVA 22% su lavori acqua, tele e gas - quota COMUNE                                                                                                                                 | 140'115.87          |
| IVA 22% su spese tecniche e spese tecniche sicurezza - quota COMUNE                                                                                                                | 16'352.16           |
| IVA 10% su lavori fogna - quota AIMAG                                                                                                                                              | 45'813.43           |
| IVA 22% su lavori acqua e teleriscaldamento - quota AIMAG                                                                                                                          | 88'454.69           |
| IVA 22% su spese tecniche e spese tecniche sicurezza - quota AIMAG                                                                                                                 | 13'081.73           |
| IVA 22% su lavori gas - quota AS RETIGAS                                                                                                                                           | 40'412.99           |
| IVA 22% su spese tecniche e spese tecniche sicurezza - quota AS RETIGAS                                                                                                            | 3'270.43            |
| <b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE</b>                                                                                                                                                 | <b>697'858.27</b>   |
| <b>TOTALE GENERALE</b>                                                                                                                                                             | <b>2'540'000.00</b> |

## RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

**PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO**

**Rinnovo, potenziamento dei servizi a rete gas e  
relativi allacciamenti in piazza della Costituente  
nel Comune di Mirandola (MO)**

Il Progettista



Professional stamp of the designer, Dott. Andrea Artusi, Ingegnere, Sezione A, dated 19/10/2025. The stamp is circular with the text "ORDINE INGEGNERI PROV. MODENA" around the top and "REGIONE EMILIA ROMAGNA" around the bottom. A handwritten signature is written over the stamp.



## **INDICE**

|           |                                                                 |           |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>FINALITÀ DEL PROGETTO E INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b> | <b>4</b>  |
| <b>2.</b> | <b>TIPOLOGIE DI INTERVENTO.....</b>                             | <b>4</b>  |
| <b>3.</b> | <b>DESCRIZIONE DEI LAVORI .....</b>                             | <b>5</b>  |
| <b>4.</b> | <b>MATERIALI.....</b>                                           | <b>8</b>  |
| <b>5.</b> | <b>DIMENSIONAMENTO IDRAULICO.....</b>                           | <b>8</b>  |
| <b>6.</b> | <b>MODALITÀ ESECUTIVE DEI LAVORI .....</b>                      | <b>9</b>  |
| <b>7.</b> | <b>CANTIERABILITÀ DELL'OPERA.....</b>                           | <b>10</b> |
| <b>8.</b> | <b>PIANO DI VALIDAZIONE .....</b>                               | <b>10</b> |

## **1. FINALITÀ DEL PROGETTO E INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

Le opere descritte nel presente elaborato si collocano nell'ambito del più ampio progetto di rifunzionalizzazione architettonica di piazza della Costituente e piazza Guglielmo Marconi, nel Centro Storico dell'abitato di Mirandola, finalizzato al rinnovamento di alcune opere di urbanizzazione primaria presenti, nonché al rifacimento della sovrastruttura stradale e dell'arredo urbano. Gli interventi di rinnovamento dei sottoservizi esistenti sono propedeutici alla realizzazione delle nuove pavimentazioni stradali.

Attualmente la distribuzione del gas metano nella zona oggetto dell'intervento è in bassa pressione ed è garantita da una rete di tubazioni in 7° specie in Acciaio, di diametri vari da DN 50 a DN 150.

L'intervento in progetto consiste nella sostituzione delle reti esistenti con reti di nuova posa in acciaio rivestito in PE e diametro DN 100/150. Il rinnovo delle reti consente il miglioramento dell'efficienza della stessa e una sua maggiore durevolezza.

Vista la lunghezza delle condotte da rinnovare, i lavori procederanno con un avanzamento per tratti, in modo da limitare i disagi. Inoltre saranno gestite le interferenze con le lavorazioni di rinnovo rete acqua, fognatura e estendimento rete tlr sia da un punto di vista temporale che spaziale (ingombri, accantieramenti,...)

## **2. TIPOLOGIE DI INTERVENTO**

I lavori che formano il presente progetto hanno le caratteristiche sommariamente descritte di seguito:

- 1) Posa di rete di distribuzione gas in acciaio rivestito in PE;
- 2) Collegamento delle nuove condotte alla rete gas esistente
- 3) Rifacimento di tutti gli allacciamenti gas a servizio dei fabbricati esistenti;
- 4) Realizzazione di by-pass per alimentazione contatori gas ove necessario;
- 5) Ripetizione delle operazioni secondo il susseguirsi degli stralci operativi.

Durante le varie lavorazioni non sarà interrotto il servizio di distribuzione del gas alle utenze.

Lo scavo sarà chiuso con un ripristino in misto stabilizzato (spessore minimo dello strato 50 cm) e sabbia (il restante spessore dello scavo). L'impresa addetta ai ripristini finali di posa della nuova pavimentazione dovrà preliminarmente procedere con la scarifica di 10 cm di misto stabilizzato posato solo per raggiungere il piano stradale esistente e non lasciare dislivelli nei pressi dello scavo a fine rinterro.

### 3. DESCRIZIONE DEI LAVORI

Gli interventi previsti che verranno realizzati sono raggruppabili nelle seguenti tipologie:

#### 3.1. POSA NUOVE TUBAZIONI GAS DI DISTRIBUZIONE

| Luogo                                                                                       | Tipologia Materiale                                                                   | DN  | Lunghezza (m) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------|
| Piazza della Costituente<br>- Da Viale<br>Circonvallazione a<br>incrocio con via Verdi      | tubazione BP Acciaio Sp. 3.2 mm con<br>rivestimento esterno in PE in barre da 12,00 m | 100 | Circa 110 m   |
| Piazza della Costituente<br>– stacco su via Verdi                                           | tubazione BP Acciaio Sp. 4.0 mm con rivestimento<br>esterno in PE in barre da 12,00 m | 150 | Circa 15 m    |
| Piazza della Costituente<br>- Da stacco Via Verdi<br>verso via Milazzo                      | tubazione BP Acciaio Sp. 3.2 mm con<br>rivestimento esterno in PE in barre da 12,00 m | 100 | Circa 60 m    |
| Piazza dalle Costituente<br>– Piazza Castello                                               | tubazione BP Acciaio Sp. 4.0 mm con rivestimento<br>esterno in PE in barre da 12,00 m | 150 | Circa 110 m   |
| Piazza dalle Costituente<br>– Piazza Castello stacco<br>direzione nord verso il<br>Castello | tubazione BP Acciaio Sp. 3.2 mm con<br>rivestimento esterno in PE in barre da 12,00 m | 100 | Circa 53 m    |
| Piazza Marconi -stacco<br>verso via Tabacchi                                                | tubazione BP Acciaio Sp. 4.0 mm con rivestimento<br>esterno in PE in barre da 12,00 m | 150 | Circa 32 m    |
| Piazza Marconi verso<br>Viale Circonvallazione                                              | tubazione BP Acciaio Sp. 2.9 mm con rivestimento<br>esterno in PE in barre da 12,00 m | 150 | Circa 96 m    |

La tubazione in progetto sarà posata mediante scavo in trincea a sezione obbligata garantendo un ricoprimento minimo di 100 cm dall'estradosso delle condotte. La giunzione fra i vari spezzoni di tubo avverrà mediante saldatura ad elettrodo. In corrispondenza delle saldature, la continuità del rivestimento delle condotte sarà ripristinata mediante guaine e nastri termorestringenti. Il rinterro dello scavo sarà eseguito mediante sabbia e misto stabilizzato.

In caso di sottoservizi interferenti saranno realizzati dei “cavallotti” tramite il posizionamento di pezzi speciali curvi che permettano alla condotta gas di evitare almetricamente le altre tubazioni. Per questo intervento sono stati conteggiati 27 attraversamenti di sottoservizi potenzialmente interferenti con le tubazioni in progetto (si veda elaborato grafico Tav\_05\_sottoservizi).

### 3.2. INSTALLAZIONE NUOVE VALVOLE SU RETI GAS DI DISTRIBUZIONE

| Luogo                                                               | Tipologia Rete             | Materiale e Diametro | Lavorazione                            |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------------------|
| Piazza della Costituente presso incrocio con Viale Circonvallazione | VII Specie Bassa Pressione | Acciaio DN 100       | Inserimento valvola a sfera su rete BP |
| Piazza della Costituente – stacco su via Verdi                      | VII Specie Bassa Pressione | Acciaio DN 150       | Inserimento valvola a sfera su rete BP |
| Piazza della Costituente                                            | VII Specie Bassa Pressione | Acciaio DN 100       | Inserimento valvola a sfera su rete BP |
| Piazza Marconi - stacco verso via Tabacchi                          | VII Specie Bassa Pressione | Acciaio DN 150       | Inserimento valvola a sfera su rete BP |

Le valvole saranno posate contestualmente alla posa della nuova tubazione in progetto. La giunzione fra tubo e valvola avverrà mediante saldatura ad elettrodo. In corrispondenza delle saldature, la continuità del rivestimento delle condotte sarà ripristinata mediante guaine e nastri termorestringenti. Il rinterro dello scavo sarà eseguito mediante sabbia e misto stabilizzato.

### 3.3. NODI RETE GAS DI DISTRIBUZIONE

| Tratto di Strada                            | Nodo | Tipologia Materiale                             | DN  |
|---------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|-----|
| Viale Circonvallazione                      | A    | Collegamento alla rete esistente in ACC. DN 100 | 100 |
| Piazza della Costituente                    | B    | Nodo di rete in progetto ACC. DN 150            | 150 |
| Piazza della Costituente incrocio via Verdi | C    | Collegamento alla rete esistente in ACC. DN 150 | 150 |
| Piazza della Costituente                    | D    | Nodo di rete in progetto ACC. DN 150            | 150 |
| Piazza della Costituente                    | E    | Collegamento alla rete esistente in ACC. DN 100 | 100 |
| Piazza Castello                             | F    | Nodo di rete in progetto ACC. DN 150            | 150 |
| Piazza della Costituente                    | G    | Nodo di rete in progetto ACC. DN 100            | 100 |
| Piazza Marconi                              | H    | Nodo di rete in progetto ACC. DN 150            | 150 |
| Piazza Marconi incrocio via Tabacchi        | I    | Collegamento alla rete esistente in ACC. DN 150 | 150 |
| Viale Circonvallazione                      | J    | Nodo di rete in progetto ACC. DN 150            | 150 |

### 3.4. ALLACCIAMENTI GAS

| TRATTO DI STRADA         | TIPOLOGIA MATERIALE                                     | DN     | LUNGHEZZA METRI |
|--------------------------|---------------------------------------------------------|--------|-----------------|
| Piazza della Costituente | Acciaio con rivestimento esterno in PE in barre da 6,00 | 40; 50 | Totali 148 m    |
| Piazza Marconi           | Acciaio con rivestimento esterno in PE in barre da 6,00 | 40; 80 | Totali 47 m     |

### 3.5. TRACCIATI

Il tracciato per la posa della rete di distribuzione gas è stato definito seguendo le seguenti modalità:

- Mantenimento della continuità del servizio di distribuzione alle varie utenze esistenti. Se per esigenze organizzative la continuità del servizio non dovesse essere garantita tramite le tubazioni da sostituire verrà comunque assicurata mediante la realizzazione di By-Pass fuori terra;

- Limitare il più possibile le interferenze con i servizi esistenti (ENEL, Telecom, Fognatura, Acqua ecc...);
- Rispettare quanto indicato dall'Amministrazione Comunale, quale proprietario e gestore del tratto di strada interessato dai lavori;

#### **4. MATERIALI**

I principali materiali saranno forniti dall'impresa aggiudicatrice dell'appalto e saranno conformi alle specifiche tecniche di AS RETIGAS.

##### **4.1. MATERIALE SERVIZIO GAS**

L'impianto di distribuzione sarà costruito nel rispetto dei dettami dati dal D.M. 17 Aprile 2018 *"Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8"*.

Per la posa del nuovo tratto di rete in progetto di media pressione è stato previsto l'utilizzo di una tubazione in acciaio con rivestimento in PE in barre da 6,00/12,00 m. Le giunzioni tra le barre saranno realizzate con saldature elettriche di testa.

Nella zona delle saldature sarà ripristinata la continuità del rivestimento in polietilene mediante manicotti termorestringenti da applicarsi a fiamma.

Grazie all'utilizzo di tamponatrici e fitting in acciaio, i collegamenti alla rete esistente avverranno senza interruzione del servizio di distribuzione gas.

#### **5. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO**

Il dimensionamento ha come obiettivo la realizzazione di condotte che rispettino i parametri di portata e di pressione ai livelli previsti nella Carta dei Servizi.

Gli studi per il dimensionamento e le varie verifiche sono eseguiti con l'impiego di modelli delle reti realizzati tramite il programma Info Works WS PRO, in uso presso AS RETIGAS, utilizzando la formula di Colebrook-White.

I modelli in uso sono calibrati con dati rilevati in e simulano il comportamento dell'impianto rete gas nel suo complesso, tenendo conto quindi delle reali caratteristiche dei tubi e delle reali distribuzioni dei consumi.

## **6. MODALITÀ ESECUTIVE DEI LAVORI**

### **6.1. ORGANIZZAZIONE DEI LAVORI**

L'esecuzione delle opere è finalizzata ad arrecare i minori disagi possibili ai residenti (come limitazioni della viabilità, interruzione del servizio di distribuzione ed accessibilità sia alle attività commerciali che ai residenti). Sulla strada oggetto dei lavori sarà prevista la chiusura al traffico del tratto stradale interessato dall'avanzamento del cantiere.

### **6.2. OPERE RELATIVE ALLE RETI ED ALLACCIAMENTI GAS**

I lavori relativi alle reti ed agli allacciamenti gas comprenderanno tutte le opere necessarie per eseguire sia il rinnovo che la nuova posa delle reti gas e la loro messa in servizio, il rifacimento degli allacciamenti gas esistenti con relativo trasferimento dei contatori attualmente attivi e l'eliminazione delle reti ed allacciamenti non più in servizio.

In particolare, successivamente alla posa delle nuove reti gas e dei relativi allacciamenti se previsti, saranno effettuate le operazioni esposte in seguito.

- Collaudo delle condotte, compresi gli allacciamenti sino alla nuova posizione del contatore, sarà eseguito secondo quanto previsto dal Decreto 16/04/2008 *"Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8"*, tenendo il valore della pressione di collaudo pari a 7,5 bar per una durata di 24 ore ed effettuando la registrazione mediante un manografo registratore dotato di certificazione;
- Collegamento delle reti di nuova posa alle tubazioni esistenti;
- Per la rete gas, prima dell'effettuazione del collaudo, è previsto la pulizia interna della tubazione mediante il passaggio al suo interno del tampone in gomma (Polly-Pig);
- Eliminazione delle vecchie tubazioni di distribuzione quando possibile;
- Eliminazione di tutti i chiusini e/o pozzetti d'ispezione delle valvole d'intercettazione non più in servizio.

Si evidenzia che, qualora il progetto architettonico preveda il completamento della sovrastruttura stradale con una soletta in C.A. di spessore fra 10 e 20 cm, utile alla posa di pavimentazioni di pregio, **AL FINE DI NON CREARE UN COMPLETO CONFINAMENTO DELLE CONDOTTE GAS e PER MOTIVI DI SICUREZZA NEI CONFRONTI DI EVENTUALI DISPERSIONI, DEVONO ESSERE PREVISTE SULLA VERTICALE ALLA CONDOTTA DI RETE, DELLE APERTURE NELLA SOLETTA CHE CONSENTANO AL GAS DI SFOGARE IN ARIA E ESSERE COSÌ RILEVATO.**

Tali aperture, di dimensione minima 10 x 10 cm, e poste ad interasse fra 5 e 10 m una dall'altra, possono essere finite in superficie, come un "finta caditoia", con una griglia metallica.

## **7. CANTIERABILITÀ DELL'OPERA**

L'approvazione del progetto da parte del Comune con apposita delibera di giunta costituirà titolo abilitativo per la realizzazione.

Non si evidenziano particolari problemi per l'esecuzione delle opere, per cui si riassumono i principali punti per la cantierabilità dell'opera:

- Il progetto preliminare è conforme alla disciplina dell'attività edilizia e dovrà superare tutti gli step autorizzativi previsti dalla normativa vigente (leggi e regolamenti in materia urbanistica ed edilizia; prescrizioni contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica vigente e adottati; discipline di settore aventi incidenze sulla disciplina dell'attività edilizia, tra cui la normativa vigente, la normativa sui vincoli paesaggistici, idrogeologici, ambientali e di tutela del patrimonio storico, artistico e archeologico, gravanti);
- Gli scavi avvengono esattamente in corrispondenza di sottoservizi esistenti. Non sussistono quindi vincoli di carattere archeologico;
- Le opere oggetto del presente progetto non prevedono l'esecuzione di manufatti fuori terra. Non sussistono pertanto vincoli di carattere paesaggistico;
- A tal proposito inoltre, si sottolinea come l'intervento oggetto della presente relazione abbia carattere meramente locale;
- Per questa tipologia di scavi non è necessaria alcuna relazione geologica in quanto gli scavi stessi saranno eseguiti ad una profondità non superiore a mt 1,20 ed in un'area già soggetta a diverse lavorazioni analoghe;
- Non è necessaria la V.I.A., in quanto non vi sono tipologie di intervento ricadenti nel D.L. 152/2006 e successive modifiche ed integrazioni;
- Saranno concertate con i tecnici comunali ed i Vigili Urbani eventuali modifiche temporanee alla viabilità.

## **8. PIANO DI VALIDAZIONE**

Dopo la realizzazione dell'opera saranno condotte alcune prove da tecnici di AS Retigas per verificare la corretta funzionalità dell'opera e il raggiungimento dello scopo per la quale è stata costruita.

- 1) Collaudo in opera;
- 2) Verifica delle pressioni ai punti di riconsegna a monte e a valle dell'opera da realizzarsi in due momenti distinti:
  - Immediatamente dopo la messa in esercizio dell'opera;
  - Durante il periodo invernale immediatamente successivo la realizzazione dell'opera.

Le pressioni devono risultare pari a quelle imposte dagli obblighi di servizio.