

DESCRIZIONE INTERVENTO:

COMUNE DI
MANDELLO DEL LARIOESTENSIONE RETE FOGNATURA
LOCALITA' MAGGIANA

COMMITTENTE:



Lario Reti Holding S.p.A.
GESTORE SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

STUDIO DI PROGETTAZIONE:



LARIO RETI HOLDING

DIVISIONE INGEGNERIA - PROGETTAZIONE INVESTIMENTI

| Lecco Via Fiandra 13, 23900 (LC)

| Tel. + 39 0341 359.111

| Pec: ingegneria@larioretipec.it

FASE PROGETTUALE:

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO:

RELAZIONE SPECIALISTICA, CRONOPROGRAMMA DELLE
LAVORAZIONI E QUADRO ECONOMICO

NUMERO:

T1

SCALA:

-

REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
MMR	Ottobre 2020	DR	Ottobre 2020	MR	Ottobre 2020
REVISIONE N.	DESCRIZIONE:				DATA

NUMERO INTERVENTO:	PDA 2018 - 036	CODICE PROGETTO:	AB05	COMMESSA :	51017
--------------------	----------------	------------------	------	------------	-------

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

ing. Roberto Serra Groppelli

| Tel. + 39 0341 1917.431

| E-mail: r.serragroppelli@larioreti.it

PROGETTISTA:

ing. Dennis Redolfi

| Tel. + 39 0341 359.123

| E-mail: d.redolfi@larioreti.it

COLLABORATORI:

ing. Manuela Miriam Rigamonti

Indice

1. Premessa	2
2. Stato di fatto	2
2.1 Generalità.....	2
2.2 Fognatura	2
2.3 Acquedotto.....	2
2.4 Censimento e progetto di risoluzione delle interferenze	2
3. Progetto	3
3.1 Generalità.....	3
3.2 Fognatura	4
3.3 Acquedotto.....	4
4. Analisi dei vincoli sul territorio.....	4
5. Analisi della componente ambientale e paesaggistica	4
6. Analisi energetica	5
7. Dimensionamenti e verifiche idrauliche.....	5
7.1 Metodo di calcolo delle portate	5
7.2 Verifica idraulica condotte a gravità	6
7.2 Rete acquedotto	8
8. Verifiche statiche tubazioni.....	9
8.1 Analisi dei carichi sulle tubazioni	9
8.2 Verifica statica tubazioni	12
9. Prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza	19
10. Gestione delle terre da scavo	19
11. Disponibilità delle aree	20
12. Cronoprogramma delle fasi attuative	20
13. Cronoprogramma delle lavorazioni	21
14. Quadro economico	22

1. Premessa

Nel presente progetto definitivo sono comprese le opere necessarie per l'estensione della rete di fognatura nera a una parte della località Maggiana in comune di Mandello del Lario, attualmente non servita.

L'intervento in oggetto risulta inserito nel programma degli interventi allegato alla delibera del C.d.A. dell'Ufficio d'Ambito di Lecco n.115 del 19/07/2018 e approvata dal Consiglio Provinciale di Lecco con delibera n. 60 del 01/10/2018.

Il progetto definitivo si discosta dal progetto di fattibilità tecnica ed economica (trasmesso il 19/12/2019 prot. LRH 8288) in quanto dai rilievi effettuati è emersa la necessità di prolungare ulteriormente la rete fognaria e di acquedotto per l'allacciamento di alcune utenze.

Il presente progetto viene redatto a cura dell'ufficio tecnico della società Lario Reti Holding S.p.a. in conformità con quanto previsto dalla vigente normativa in materia, ed in particolare secondo quanto indicato dal D.lgs. n°50/2016 e sue successive modifiche ed integrazioni.

2. Stato di fatto

2.1 Generalità

Al fine di acquisire tutti i dati e gli elementi necessari per una corretta progettazione delle opere, si sono eseguiti sopralluoghi nella zona oggetto di intervento ed è stato realizzato un rilievo piano altimetrico di dettaglio, con particolare riferimento alle quote stradali, alle quote dei chiusini e alla profondità delle reti in servizio.

2.2 Fognatura

Quanto segue è riportato della tavola "G2 - Planimetria rete fognatura – stato di fatto e progetto". L'intervento si colloca in località Maggiana nel comune di Mandello del Lario, dove una parte delle abitazioni di via Vittorio Veneto risulta attualmente non servita da pubblica fognatura, in quanto l'altimetria del territorio non consente il collegamento con la rete mista esistente nel tratto iniziale della via.

Le acque bianche infatti, dopo un primo tratto su strada, deviano verso un tratto di strada sterrata con recapito in una roggia, che attraversa terreni privati.

Le abitazioni non servite da pubblica fognatura sono dotate di fossa biologica con troppopieno di emergenza collegato alla rete bianca esistente.

2.3 Acquedotto

Quanto segue è riportato nella tavola "G3 – Planimetria rete acquedotto - stato di fatto e progetto". La frazione Maggiana è servita dall'omonimo serbatoio "Maggiana" posto a quota c.a. 378m slm, a sua volta alimentato dal serbatoio "Rongio" posto a quota c.a. 460m slm.

Le tubazioni esistenti nell'intera frazione sono in acciaio, hanno diametri ridotti (DN40) e sono abbastanza vetuste.

2.4 Censimento e progetto di risoluzione delle interferenze

Nell'area di intervento sono presenti i seguenti sottoservizi potenzialmente interferenti e dei quali sono stati interpellati i relativi gestori:

- Gasdotto – LE RETI SPA

- Linea elettrica – ENEL
- Linea Telefonica - TELECOM

Il tutto al fine di verificare, per quanto possibile, la consistenza e la posizione dei sottoservizi esistenti e quindi valutare le eventuali interferenze con le opere previste in progetto.

Nell'elaborato grafico "G5 Planimetria altri sottoservizi" è riportato il tracciamento indicativo dei sottoservizi derivante dal coordinamento con detti enti.

La segnalazione esatta verrà eseguita in modo puntuale prima dell'inizio dei lavori direttamente in campo dagli Enti competenti.

In sede di esecuzione dei lavori sarà necessario coordinare tempestivamente un sopralluogo con gli enti gestori prima dell'inizio delle lavorazioni e adottare la massima prudenza usando ogni precauzione idonea ad evitare danneggiamenti dei sottoservizi e il rischio di gravi infortuni.

In fase di progetto è stata posta particolare attenzione alle quote della rete bianca esistente, valutando le quote di progetto della rete di fognatura nera in modo da evitare possibili interferenze.

Si precisa che nelle somme a disposizione del quadro economico sono previsti gli oneri necessari per lo spostamento dei sottoservizi che, in seguito agli assaggi in loco, dovessero risultare interferenti con le opere in progetto.

3. Progetto

3.1 Generalità

Le scelte progettuali sono state condotte tenendo presente diversi fattori, quali la morfologia del territorio, le difficoltà cantieristiche del progetto e la futura gestione/manutenzione delle opere realizzate.

La scelta dei materiali costituenti le tubazioni è stata fatta tenendo presenti diversi fattori quali la durabilità nel tempo, la resistenza sia chimica che fisica ai fluidi trasportati, la resistenza meccanica ai carichi esterni, le condizioni urbanistiche ove si va ad intervenire.

Il materiale scelto per le tubazioni di fognatura a gravità è il PVC SN8, mentre per l'acquedotto si farà affidamento al PEAD PN16.

I sottofondi e rinfianchi per le tubazioni sono stati ipotizzati in relazione ai carichi statici (rinterri) cui saranno sottoposte le condotte, in modo da evitare qualsiasi pericolo di fessurazione o rottura, adottando di norma il seguente schema (Rif. tavola G4 - Sezioni tipo e particolari dei manufatti in progetto):

- sottofondo di 0,15 m in sabbia;
- rinfiango in sabbia fino a 0,10/0,15 m sopra il cielo del tubo;
- rinterro con mista naturale di cava e/o materiale proveniente dallo scavo;
- ripristini stradali come allo stato attuale secondo le indicazioni di progetto.

Mentre dall'analisi statica effettuata sulle condotte di cui al successivo paragrafo 8.2, è emerso che per l'ultimo tratto (innesto nella cam. 3652 in via per Maggiana), la condotta, per soddisfare tale verifica, necessita del rinfiango in CLS (vedi Tabella 9 - Sez. 3652 via per Maggiana).

Per tutte le strade oggetto di intervento è stato previsto il ripristino della pavimentazione come allo stato attuale.

3.2 Fognatura

Quanto segue è riportato della tavola "G2 - Planimetria rete fognatura – stato di fatto e progetto".

La soluzione di progetto che segue risulta essere la più adeguata sia dal punto di vista tecnico che di quello economico e consente l'allacciamento a gravità alla pubblica fognatura dei residenti della frazione Maggiana, attualmente non serviti da pubblica fognatura.

È prevista la posa di una condotta a gravità (in PVC DE 200 mm SN8) in parallelo alla rete di acque bianche e alla roggia, con recapito nella cameretta di fognatura mista esistente n° 3652 situata sulla Strada per Maggiana.

Le nuove condotte saranno posate per circa 190 m su strada comunale pavimentata in acciottolato (tratti N10-N6, N7.1-N7, N8.1-N8), per circa 95 m su strada sterrata comunale (tratto N6.1-N5), per circa 85 m in terreno privato privato (tratto N5-N3), e per circa 115 m su strada comunale con pavimentazione in autobloccanti (strada per Molina, tratto N3-3652).

La lunghezza totale della nuova rete è pertanto di circa 485 m; sono previste le relative camerette di ispezione e le predisposizioni per gli allacci alle utenze private.

3.3 Acquedotto

Quanto segue è riportato nella tavola "G3 – Planimetria rete acquedotto - stato di fatto e progetto".

Sfruttando in parte il percorso previsto per il passaggio delle tubazioni di fognatura, è stata inoltre considerata la sostituzione della rete di acquedotto esistente; è prevista infatti la posa di circa 270 m di condotta in PEAD PN16 DE 63 mm e relative saracinesche di sezionamento e predisposizioni per gli allacciamenti alle utenze.

4. Analisi dei vincoli sul territorio

Quanto segue è riportato nella tavola "G1 – Inquadramento territoriale, catastale e strumenti urbanistici".

La zona è soggetta a vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 136 del D.lgs. 42/2004 (area di notevole interesse pubblico). Parte del tracciato è interno al centro storico della località Maggiana e parte interessa il Sentiero del Viandante.

L'area di intervento risulta esterna alle zone di rispetto di pozzi e sorgenti, alle fasce di rispetto dei reticoli idrici, alle aree boscate e alle aree a vincolo idrogeologico.

Il tracciato di progetto ricade per lo più in area a classe di fattibilità geologica 2, tranne un breve tratto in area a classe di fattibilità 3; è esterno alle aree a classe di fattibilità 4.

5. Analisi della componente ambientale e paesaggistica

Analizzando l'impatto delle opere in progetto, è possibile affermare che non sussistono particolari problemi né dal punto di vista ambientale né dal punto di vista visivo. L'intervento infatti non altera in maniera significativa lo stato dei luoghi in quanto riguarda la posa di tubazioni e manufatti completamente interrati e a lavori ultimati verranno ripristinati i luoghi a perfetta regola d'arte, secondo lo stato esistente prima degli interventi.

Secondo il D.PR 31/2017 art. 2 allegato "A" lett. A.15 gli interventi in progetto (reti di fognatura e acquedotto interrate e camerette di ispezione interrate) sono esclusi dal procedimento di autorizzazione paesaggistica.

Dal punto di vista geologico, essendo le opere previste su strade esistenti non si prevedono particolari problematiche. Verranno comunque eseguite indagini più approfondite nella successiva fase progettuale.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva con riportati gli Enti da coinvolgere per eventuali pareri/autorizzazioni per le opere in progetto:

ENTE COMPETENTE	AUTORIZZAZIONE / PARERI
Comune di Mandello del Lario	Parere per posa nuovi tratti di fognatura e acquedotto.
ATS Brianza	Parere per posa nuovi tratti di fognatura e acquedotto.
Soprintendenza Archeologica, Belle Arti e paesaggio per le province di Como, Lecco, Monza e Brianza, Pavia, Sondrio e Varese	Parere ed eventuale autorizzazione Archeologica.

6. Analisi energetica

All'interno del progetto non sono previste opere volte ad incrementare o diminuire la componente energetica. Non sono contemplate infatti nuove richieste di fornitura di energia elettrica né la dismissione di impianti esistenti.

7. Dimensionamenti e verifiche idrauliche

7.1 Metodo di calcolo delle portate

La verifica viene effettuata considerando la portata di punta del giorno di massimo consumo. Il calcolo è stato effettuato considerando la portata complessiva della località Maggiana (Via V. Veneto, Contrada Castello e strada per Maggiana).

Per la stima della portata nera media (Q_n) sono stati considerati i consumi idrici effettivi rilevati alle utenze dell'anno 2018/2019, assumendo il coefficiente di afflusso in fognatura $\alpha=1$.

Come si evince dalla tabella sottostante, la portata media nera media giornaliera Q_n è pari a 0,06 l/s.

CONSUMI 2018/2019	mc/anno	Q_n (l/s) giorno
MAGGIANA	2035	0,06

Tabella 1: Portata nera Q_n da consumo idrico 2018/2019

La portata media del giorno di massimo consumo Q_m è data da:

$$Q_m = Q_n \cdot C_1$$

La portata di punta nel giorno di massimo consumo Q_p (che è la portata di verifica per le nuove reti fognarie) risulta:

$$Q_{p,max} = Q_m \cdot C_2$$

Dove C_1 e C_2 rappresentano rispettivamente il coefficiente di punta giornaliera ed il coefficiente di punta oraria;

tipologia abitato	C1	C2
grandi agglomerati	1,2	1,3
medi agglomerati	1,5	2,5
piccoli agglomerati	2-3	4-6

Tabella 2: Coefficienti di punta giornaliera e oraria

Per il presente intervento si considera $C_1=3$ e $C_2=6$.

$$Q_m = Q_n \cdot C_1 = 0,06 \cdot 3 = \mathbf{0,19 \text{ l/s}}$$

$$Q_{p,\max} = Q_m \cdot C_2 = 0,19 \cdot 6 = \mathbf{1,16 \text{ l/s}} \text{ PORTATA DI PUNTA ORARIA}$$

7.2 Verifica idraulica condotte a gravità

Per il calcolo idraulico dei condotti di fognatura si ammette che la portata in essi defluente si muova con moto uniforme.

Questa ipotesi, pur non essendo mai esattamente conforme alle reali condizioni di movimento, viene normalmente accettata per la sua semplicità, anche in conformità delle enormi semplificazioni proprie dello schema di funzionamento idraulico ammesso per la teoria sulla quale poggiano i calcoli di dimensionamento.

La formula più comunemente usata è quella di Chezy:

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

dove Q è la portata in mc/s, A è l'area della sezione bagnata in m^2 , χ è un coefficiente che tiene conto della scabrezza della condotta, R è il raggio idraulico in metri, i è la pendenza di fondo del condotto.

Per il calcolo del coefficiente χ si è adottata l'espressione di Strickler:

$$\chi = K_s \times R^{1/6}$$

con $K_s = 100 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ utilizzato nel caso di condotti in materiale plastico e $K_s = 80 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ nel caso di tubazioni in grès ceramico.

Si sono inoltre di norma assunti valori del grado di riempimento non superiori a 80 % per consentire un più agevole deflusso delle acque nei condotti anche in presenza di onde od increspature della superficie liquida.

Conformemente alla Circ. Min. LL.PP. n.11633 (Pres. Cons. Sup. - Serv. Tecn. Centr.) del 7.1.1974: "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto", si sono adottate caratteristiche delle tubazioni (diametro, pendenza, materiale) tali da contenere, ove possibile, le velocità entro i valori consigliati

$$V_{media} \geq 0,5 \text{ m/sec}; V_{max} \leq 5 \text{ m/sec}$$

in modo da impedire il deposito di sostanze sedimentabili durante i periodi di magra e l'erosione della superficie interna delle tubazioni in occasione delle portate di punta.

La verifica idraulica di dimensionamento è stata effettuata valutando i casi più critici della condotta in progetto, ossia il tratto con maggior pendenza e quello con minor pendenza.

TRATTA N1-3652

Verifica idraulica – Tratto N1-3652

Tratto con maggior pendenza.

Si considera la portata complessiva della località Maggiana:

$$Q_m = 0,19 \text{ l/s}$$

$$Q_{p,max} = 1,16 \text{ l/s}$$

La nuova rete sarà realizzata con tubazioni in PVC DE 200mm SN8 ($D_i = 188,2\text{mm}$), $K_s = 100\text{m}^{1/3}/\text{s}^{-1}$
Pendenza $i = 21,42\%$

ALTEZZA	VELOCITA'	PORTATA	
mm	m/s	l/s	
3,5	0,81	0,10	
4,0	0,89	0,13	
4,5	0,96	0,17	Q_m
5,0	1,03	0,21	
5,5	1,10	0,26	
6,1	1,161	0,31	
6,6	1,22	0,37	
7,1	1,29	0,44	
7,6	1,35	0,51	
8,1	1,40	0,58	
8,6	1,46	0,66	
9,1	1,52	0,75	
9,6	1,57	0,84	
10,1	1,63	0,94	
10,6	1,68	1,05	
11,2	1,73	1,16	$Q_{p,max}$
11,7	1,78	1,27	
12,2	1,83	1,39	
12,7	1,88	1,52	
13,2	1,93	1,65	

Riempimento con Q_m : $2,40\% < 80\%$

Velocità con Q_m : $0,5 \text{ m/s} \leq 0,96 \text{ m/s} \leq 5 \text{ m/s}$

Riempimento con $Q_{p,max}$: $5,92\% < 80\%$

Velocità con $Q_{p,max}$: $0,5 \text{ m/s} \leq 1,73 \text{ m/s} \leq 5 \text{ m/s}$

VERIFICA POSITIVA

TRATTA N6-N7

Verifica idraulica – Tratto N6-N7

Tratto con minor pendenza.

Si considera la portata complessiva della frazione Maggiana:

$$Q_m = 0,19 \text{ l/s}$$

$$Q_{p,max} = 1,16 \text{ l/s}$$

La nuova rete sarà realizzata con tubazioni in PVC DE 200mm SN8 ($D_i = 188,2\text{mm}$), $K_s = 100\text{m}^{1/3}/\text{s}^{-1}$
Pendenza $i = 0,92\%$

ALTEZZA	VELOCITA'	PORTATA	
mm	m/s	l/s	
7,0	0,26	0,09	
8,2	0,29	0,12	
9,4	0,32	0,17	Q _m
10,6	0,35	0,22	
11,8	0,37	0,27	
13,0	0,396	0,33	
14,2	0,42	0,40	
15,4	0,44	0,48	
16,6	0,46	0,56	
17,8	0,48	0,65	
19,0	0,50	0,74	
20,2	0,52	0,84	
21,4	0,54	0,95	
22,6	0,56	1,07	
23,8	0,58	1,19	Q _{p,max}
25,0	0,60	1,31	

Riempimento con Q_m: 4,99% < 80%

Velocità con Q_m: 0,5 m/s **≥ 0,32** m/s ≤ 5 m/s

Riempimento con Q_{p,max}: 12,65% < 80%

Velocità con Q_{p,max}: 0,5 m/s ≤ 0,58 m/s ≤ 5 m/s

VERIFICA PARZIALMENTE POSITIVA

Come si può notare dalle tabelle soprariportate, le verifiche risultano in parte soddisfatte in quanto il riempimento della condotta risulta inferiore a 80%, mentre la velocità nel primo caso è compresa nell'intervallo 0,5 ÷ 5 m/s, nel secondo caso risulta essere leggermente inferiore. Pertanto sarebbe possibile utilizzare una tubazione di sezione inferiore al fine di garantire velocità più elevate, ma di contro, la sezione risulterebbe troppo ridotta e potrebbe causare facili intasamenti.

Si ritiene che la tubazione DE200 mm sia quella tecnicamente più adatta, pertanto tale condotta sarà utilizzata per il nuovo tratto di fognatura.

7.2 Rete acquedotto

Per i riferimenti sotto citati vedasi elaborato grafico "G3 – Planimetria rete acquedotto - stato di fatto e progetto".

Per la sostituzione e il potenziamento delle condotte esistenti in acciaio DN 40 si è valutata la posa di tubazioni in PEAD DE 63 mm PN16, in considerazione dell'esiguo numero di utenze servite dai tratti in oggetto.

8. Verifiche statiche tubazioni

8.1 Analisi dei carichi sulle tubazioni

Una tubazione interrata risulta sottoposta a carichi verticali costituiti dal peso del terreno di ricoprimento, da eventuali sovraccarichi accidentali e dal peso dell'acqua contenuta, che tendono ad ovalizzare il tubo. Quest'ultima viene stabilizzata dalla reazione del terreno mobilitata dall'ovalizzazione della tubazione e dipende dal tipo di posa e dal tipo di rinfiacco.

Per la determinazione dei carichi ovalizzanti agenti sulle tubazioni è necessario definire il tipo di scavo, ovvero *trincea stretta* o *trincea larga*, e il tipo di tubazione, ovvero *tubazione rigida* o *tubazione flessibile*.

Secondo la norma UNI 7517/76 se il coefficiente d'elasticità di una tubazione n è maggiore di 1 la tubazione è *flessibile*, viceversa la tubazione è *rigida*.

$$n = \frac{E_s}{E_t} \left(\frac{D - s}{2 \cdot s} \right)^3$$

dove:

E_s modulo elastico terreno;

E_t modulo elastico tubazione;

D diametro tubazione;

s spessore tubazione.

La definizione del tipo di scavo avviene secondo la norma UNI 7517/76 ed in particolare uno scavo si dice a *trincea stretta* quando è soddisfatta una delle seguenti condizioni:

1. $B \leq 2D; H \geq 1.5B$
2. $2D \leq B \leq 3D; H \geq 3.5B$

Viceversa, lo scavo si definisce *trincea larga*.

dove:

B larghezza trincea sopra la generatrice superiore del tubo;

H altezza del rinterro al di sopra della generatrice superiore del tubo;

D diametro esterno della tubazione.

Carico dovuto al rinterro

Il calcolo del carico di rinterro varia a seconda dal tipo di tubazione e dal tipo di scavo ed è definito dalla norma UNI 7517. In particolare:

	TUBO RIGIDO		TUBO FLESSIBILE	
	Trincea stretta	Trincea larga	Trincea stretta	Trincea larga
k	$tg^2(45 - \Phi/2)$	/	$tg^2(45 - \Phi/2)$	/
C	$\frac{1 - e^{-2k(H/B)tg(\Phi)}}{2k tg(\Phi)}$	$0.1 + 0.85(H/D) + 0.33(H/D)^2$ per $H/D \leq 2.66$ $0.1 + 1.68(H/D)$ per $H/D > 2.66$	$\frac{1 - e^{-2k(H/B)tg(\Phi)}}{2k tg(\Phi)}$	$\frac{H}{D}$
Q_t [kN/m]	$C \cdot \gamma_t \cdot B^2$	$C \cdot \gamma_t \cdot D^2$	$C \cdot \gamma_t \cdot B \cdot D$	$C \cdot \gamma_t \cdot D^2$

Tabella 3 - Calcolo carico dovuto al rinterro

dove:

Φ angolo d'attrito terreno;

γ_t peso specifico terreno

B larghezza trincea sopra la generatrice superiore del tubo;

H altezza del rinterro al di sopra della generatrice superiore del tubo;

D diametro esterno della tubazione.

Le caratteristiche dei terreni vengono riassunte di seguito:

TIPO DI TERRENO RINFRANCO	Φ (°)	γ (kN/m ³)
Argilla umida comune	12	20
Terreno paludoso, torboso	12	17
Argilla plastica, argilla sabbiosa	14	18
Sabbia argillosa	15	18
Loess	18	21
Argilla fangosa	20	20
Marna, argilla povera	22	21
Fango, polvere di roccia	25	18
Sabbia non compressa	31	17
Misto di cava di sabbia e ghiaia	33	20
Misto di cava di ghiaia e ciottoli	37	19

Tabella 4 - Proprietà geotecniche terreno di rinfranco

Carico dovuto a sovraccarichi verticali mobili

Per il calcolo del carico dovuto a sovraccarichi veicolari mobili si fa riferimento alla normativa DIN 1072, secondo cui il traffico veicolare può essere suddiviso in due classi di carico:

1. HT autocarro pesante;
2. LT autocarro leggero.

I valori di carico per ruota dei veicoli sono riassunti nella seguente tabella:

CLASSE	CARICO PER RUOTA (kN)	TIPOLOGIA
HT60	100	Pesante
HT45	75	Pesante
HT38	62,5	Pesante
HT30	50	Pesante
HT26	35	Pesante
LT12	20	Leggero
LT6	10	Leggero
LT3	5	Leggero
TRENO	200	Ferroviario

Tabella 5 - Carico per ruota per ogni classe di veicolo

La pressione dinamica gravante su una condotta viene valutata secondo le seguenti relazioni:

Veicoli classe HT e ferroviario:

$$Q_m = 0.5281 \frac{P}{H^{1.0461}} \varphi D$$

Veicoli classe LT:

$$Q_m = 0.8743 \frac{P}{H^{1.5194}} \varphi D$$

Dove:

φ coefficiente di incremento valutato secondo le relazioni:

$$\varphi = 1 + \frac{0.3}{H} \text{ valido per carico stradale e autostradale;}$$

$$\varphi = 1 + \frac{0.6}{H} \text{ valido per carico ferroviario.}$$

H altezza del rinterro al di sopra della generatrice superiore del tubo

Carico dovuto a sovraccarichi distribuiti

Nel caso in cui sulla tubazione gravi un carico q distribuito su una superficie di estensione A la pressione q_s che agisce sul tubo vale:

$$q_s = \frac{q}{(u_1 + 2H)(u_2 + 2H)}$$

dove:

u_1 larghezza superficie su cui agisce q ;

u_2 lunghezza superficie su cui agisce q ;

H altezza del rinterro al di sopra della generatrice superiore del tubo.

Nota la pressione, si calcola il carico Q_s :

$$Q_s = q_s \beta D$$

dove:

β coefficiente di posa pari a 0.71 per posa in trincea stretta; 0.88 per posa in trincea larga;

D diametro esterno della tubazione.

Carico idrostatico dovuto alla presenza di falda

Nel caso in cui la tubazione sia posata sotto il livello della falda freatica, essa è sottoposta ad una pressione idrostatica, che si può assumere uniforme e uguale a quella che si esercita a livello delle reni della canalizzazione.

$$Q_f = \gamma_w \left(h + \frac{D}{2} \right) D$$

dove:

γ_w peso specifico dell'acqua;

h altezza della falda valutata rispetto all'estradosso delle tubazioni.

Carico dovuto alla massa d'acqua contenuta nel tubo

Il carico verticale sulla generatrice superiore del tubo dovuto alla massa dell'acqua contenuta nel tubo riempito per tre quarti vale:

$$Q_a = 5788 d^2$$

dove:

d diametro interno della tubazione.

Carico totale

Il carico totale agente su una tubazione interrata è dato dalla somma di tutti i contributi di cui sopra:

$$Q_{TOT} = Q_t + Q_m + Q_s + Q_f + Q_a$$

In Figura 1 si riporta l'andamento dei carichi agenti su una tubazione in funzione della profondità

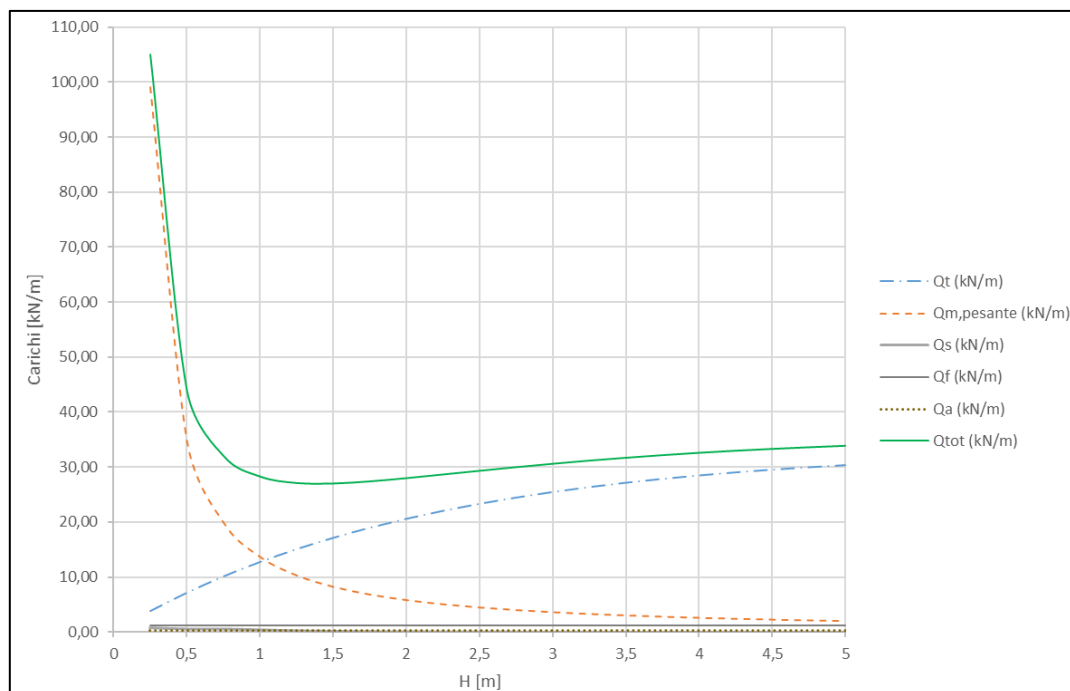


Figura 1 - Andamento dei carichi agenti sulla tubazione in funzione della profondità

8.2 Verifica statica tubazioni

Per la verifica statica delle tubazioni flessibili si possono seguire le indicazioni riportate nella norma AWWA (American Water Works Association) C950/88 che si riferisce a "tubi a pressione in resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro", ma che può essere ragionevolmente estesa a tutti i materiali plastici e alle tubazioni flessibili in generale, quindi anche alle tubazioni in PVC previste nel presente progetto.

Le verifiche vengono effettuate considerando le caratteristiche di resistenza a lungo termine dei materiali utilizzati visto che i materiali plastici vanno incontro ad un decadimento nel tempo delle loro caratteristiche meccaniche.

Le operazioni da effettuarsi nell'ambito della verifica statica delle tubazioni flessibili sono le seguenti:

- valutazione e verifica dell'inflessione diametrale a lungo termine
- valutazione e verifica della massima sollecitazione a flessione della sezione trasversale
- valutazione e verifica del carico critico di collasso

Calcolo e verifica dell'inflessione diametrale a lungo termine

L'inflessione massima anticipata nella tubazione, con il 95% di probabilità, è fornita dalla seguente espressione:

$$\Delta y = \frac{(D_e W_c + W_L) K_x r^3}{E_t I + 0,061 K_a E_s r^3} + \Delta a$$

dove:

Δy è l'inflessione verticale del tubo [cm]

D_e è il fattore di ritardo d'inflessione (tiene conto del fatto che il terreno continua a costiparsi nel tempo) [adim.] – vedi tabella 1

W_c è il carico verticale del suolo per unità di lunghezza [N/cm]

W_L è il carico mobile sul tubo per unità di lunghezza [N/cm]

K_x è il coefficiente di inflessione che dipende dalla capacità di sostegno fornita dal suolo all'arco d'appoggio del tubo [adim.] – vedi tabella 2

r è il raggio medio del tubo, dato dall'espressione $(D-s)/2$ [cm]

E_t modulo elastico della tubazione [N/cm²]

I momento d'inerzia della tubazione [cm³]

$E_t I$ è il fattore di rigidità trasversale della tubazione [N*cm]

E_s è il modulo elastico del terreno [N/cm²]

$K_a, \Delta a$ sono parametri che permettono di passare dall'inflessione media (50% di probabilità) all'inflessione massima caratteristica (frattile di ordine 0,95 della distribuzione statica dell'inflessione)

– vedi tabella 6.

TIPO DI RINTERRO E GRADO DI COSTIPAMENTO	D_e
Rinterro poco profondo con grado di costipamento da moderato a elevato	2.0
Materiale scaricato alla rinfusa o grado di costipamento leggero	1.5

Tabella 6 - Fattore di ritardo d'inflessione

TIPO D'INSTALLAZIONE	ANGOLO EQUIVAL. DI LETTO [GRADI]	COEFF. K_x
Fondo sagomato con materiale di riempimento ben costipato ai fianchi del tubo (densità Proctor $\geq 95\%$) o materiale di letto e rinfianco di tipo ghiaioso leggermente costipato (densità Proctor $\geq 70\%$)	180	0.083
Fondo sagomato con materiale di riempimento moderatamente costipato ai fianchi del tubo (densità Proctor $\geq 85\%$ e $< 95\%$) o materiale di letto e rinfianco di tipo ghiaioso.	60	0.103
Fondo piatto con materiale di riempimento sciolto posato ai fianchi del tubo (non raccomandato)	0	0.110

Tabella 7 - Coefficienti d'inflessione

ALTEZZA H DEL RINTERRO [m]	Δa	K_a
$H < 4.9m$	0	0.75
$H > 4.9m$ e materiale scaricato alla rinfusa e con leggero grado di costipamento	$0.02 D$	1.0
$H > 4.9m$ e materiale con moderato grado di costipamento	$0.01 D$	1.0
$H > 4.9m$ e materiale con elevato grado di costipamento	$0.005 D$	1.0

Tabella 8 - Valori dei parametri K_a e Δa

Per tubazioni in PEAD ed in PVC l'inflessione diametrale a lungo termine non deve superare il 5% del diametro iniziale della condotta. In base a quanto sopra e ai dati geometrici delle condotte, si calcola il carico dovuto al rinterro e i sovraccarichi dovuti al traffico veicolare sulle condotte. La verifica è soddisfatta se si ottiene $\Delta y/D$ minore del 5%.

Per il presente progetto sono state eseguite le seguenti verifiche:

FOGNATURA ACQUE NERE A GRAVITÀ:

- Tubazione PVC De200 mm SN8; altezza scavo 0,75 m (strada asfaltata via per Maggiana – sez. 3652), altezza di ricoprimento 0,40 m.
- Tubazione PVC De200 mm SN8; altezza scavo 1,15 m (strada acciottolata – sez. N8), altezza di ricoprimento 0,80 m.
- Tubazione PVC De200 mm SN8; altezza scavo 1,15 m (strada sterrata – sez. N6), altezza di ricoprimento 0,80 m.

ACQUEDOTTO – CONDOTTA IN PRESSIONE:

- Tubazione PEAD De63 mm PN16; altezza scavo 1,15 m, altezza di ricoprimento 0,94 m (strada acciottolata).

TUBAZIONE	Materiale tubazione		PVC
	Tipo tubazione		FLESSIBILE
	D _i	mm	188,2
	S _p	mm	5,9
	D _e	mm	200
	E _t	Mpa	1500
	σ _{res}	kN/m ²	25000
SCAVO	Tipo scavo		TRINCEA LARGA
	B _f	m	0,6
	H	m	0,4
	H _f	m	0,1
	β	°	90
	Tipo terreno reinterro		Misto di cava di sabbia e ghiaia
	Tipo terreno rinfianco		ClS
	Classe rinfianco		Moderata compattazione
	E _{rinf}	MPa	25,33
STRADA	Tipo strada		Strade e autostrade
	Tipo veicolo		HT60
	Tipologia		Pesante
	Carico per ruota	kN	100
CARICO DISTRIBUITO	p	kN/m ²	0
FALDA	Presenza falda		No
	h	m	0
VERIFICA	Q _t	kN/m	1,60
	Q _m	kN/m	48,20
	Q _s	kN/m	0,00
	Q _f	kN/m	0,00
	Q _a	kN/m	0,21
	Q_{tot}	kN/m	50,01
	Δy	cm	0,44
	Δy/D _e	%	2,20
	Verifica inflessione diametro		VERIFICATO
	RG	N/m ²	3511
	D _f		6,5
	σ	N/cm ²	631,5
	Verifica flessione		VERIFICATO
	R _w		1,00
	B'		1,00
	q _a	N/cm ²	64,49
	q	N/cm ²	24,90
	Verifica instabilità equilibrio		VERIFICATO

Tabella 9 - Sez. 3652 via per Maggiana

TUBAZIONE	Materiale tubazione		PVC
	Tipo tubazione		FLESSIBILE
	D_i	mm	188,2
	S_p	mm	5,9
	D_e	mm	200
	E_t	Mpa	1500
	σ_{res}	kN/m ²	25000
SCAVO	Tipo scavo		TRINCEA LARGA
	B_f	m	0,6
	H	m	0,8
	H_f	m	0,15
	β	°	90
	Tipo terreno reinterro		Misto di cava di sabbia e ghiaia
	Tipo terreno rinfianco		Sabbia
	Classe rinfianco		Moderata compattazione
	E_{rinf}	MPa	6,9
STRADA	Tipo strada		Strade e autostrade
	Tipo veicolo		HT60
	Tipologia		Pesante
	Carico per ruota	kN	100
CARICO DISTRIBUITO	p	kN/m ²	0
FALDA	Presenza falda		No
	h	m	0
VERIFICA	Q_t	kN/m	3,20
	Q_m	kN/m	18,34
	Q_s	kN/m	0,00
	Q_f	kN/m	0,00
	Q_a	kN/m	0,21
	Q_{tot}	kN/m	21,75
	Δy	cm	0,69
	$\Delta y/D_e$	%	3,47
	Verifica inflessione diametro		VERIFICATO
	RG	N/m ²	3511
	D_f		6,5
	σ	N/cm ²	997,2
	Verifica flessione		VERIFICATO
	R_w		1,00
	B'		1,00
	q_a	N/cm ²	33,67
	q	N/cm ²	10,77
	Verifica instabilità equilibrio		VERIFICATO

Tabella 10 - sez. N8 - via V. Veneto

TUBAZIONE	Materiale tubazione		PVC
	Tipo tubazione		FLESSIBILE
	D_i	mm	188,2
	S_p	mm	5,9
	D_e	mm	200
	E_t	Mpa	1500
	σ_{res}	kN/m ²	25000
SCAVO	Tipo scavo		TRINCEA LARGA
	B_f	m	0,6
	H	m	0,8
	H_f	m	0,15
	β	°	90
	Tipo terreno reinterro		Misto di cava di sabbia e ghiaia
	Tipo terreno rinfianco		Sabbia
	Classe rinfianco		Moderata compattazione
	E_{rinf}	MPa	6,9
STRADA	Tipo strada		Strade e autostrade
	Tipo veicolo		LT6
	Tipologia		Leggero
	Carico per ruota	kN	10
CARICO DISTRIBUITO	p	kN/m ²	0
FALDA	Presenza falda		No
	h	m	0
VERIFICA	Q_t	kN/m	3,20
	Q_m	kN/m	3,37
	Q_s	kN/m	0,00
	Q_f	kN/m	0,00
	Q_a	kN/m	0,21
	Q_{tot}	kN/m	6,78
	Δy	cm	0,24
	$\Delta y/D_e$	%	1,22
	Verifica inflessione diametro		VERIFICATO
	RG	N/m ²	3511
	D_f		6,5
	σ	N/cm ²	352,3
	Verifica flessione		VERIFICATO
	R_w		1,00
	B'		1,00
	q_a	N/cm ²	33,67
	q	N/cm ²	3,29
	Verifica instabilità equilibrio		VERIFICATO

Tabella 11 - sez. N6 strada sterrata

TUBAZIONE	Materiale tubazione		PEAD
	Tipo tubazione		FLESSIBILE
	D _i	mm	51,4
	S _p	mm	5,8
	D _e	mm	63
	E _t	Mpa	225
	σ _{res}	kN/m ²	10000
SCAVO	Tipo scavo		TRINCEA LARGA
	B _f	m	0,6
	H	m	0,937
	H _f	m	0,15
	β	°	90
	Tipo terreno reinterro		Misto di cava di sabbia e ghiaia
	Tipo terreno rinfianco		Sabbia
	Classe rinfianco		Moderata compattazione
	E _{rinf}	MPa	6,9
STRADA	Tipo strada		Strade e autostrade
	Tipo veicolo		LT12
	Tipologia		Leggero
	Carico per ruota	kN	20
CARICO DISTRIBUITO	p	kN/m ²	0
FALDA	Presenza falda		No
	h	m	0
VERIFICA	Q _t	kN/m	1,18
	Q _m	kN/m	1,61
	Q _s	kN/m	0,00
	Q _f	kN/m	0,00
	Q _a	kN/m	0,02
	Q_{tot}	kN/m	2,80
	Δy	cm	0,07
	RG	N/m ²	19548
	D _f		4,5
	σ	N/cm ²	380,6
	Verifica		VERIFICATO

Tabella 12 - tubazione PEAD De63 mm PN16 - strada acciottolata

9. Prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza

Il Piano di sicurezza e coordinamento sarà redatto, ai sensi del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., durante la fase di progettazione esecutiva dell'opera.

In realtà la sua formazione interessa l'intera fase di progettazione in quanto incide sulle scelte progettuali di fondo e sulla loro quantificazione economica.

Durante la sua stesura definitiva dovranno essere valutate le diverse condizioni operative proprie del cantiere in modo da prevedere tutti i possibili rischi e le prevenzioni da attuare in ogni singola fase di lavorazione.

In particolare, soprattutto nei casi di cantieri mobili, occorrerà verificare la presenza, nelle immediate vicinanze dei lavori, di aree disponibili per il deposito dei materiali e per le lavorazioni che occorressero. Queste aree dovranno essere rese disponibili per tutta la durata del cantiere.

Per i lavori da effettuarsi su sede stradale, particolare attenzione sarà posta alla viabilità ed agli accorgimenti da considerare per lo svolgimento dei lavori in sicurezza. Saranno quindi date indicazioni sia relativamente alle possibili interferenze tra gli automezzi e l'area di cantiere, sia relativamente alle possibili alternative viabilistiche. Saranno inoltre indicate le procedure da adottare in occasione di particolari tratti impegnativi (*semaforizzazione, segnalazione con movieri, ecc.*).

Per quanto riguarda i sottoservizi esistenti, le indicazioni sulla base dei dati forniti dai diversi enti gestori sono riportate nella tavola "G5 Planimetria sottoservizi". Tali dati dovranno comunque sempre essere verificati e confermati in sede di installazione del cantiere da parte dell'Impresa Appaltatrice, mediante coordinamento diretto dei sottoservizi. Durante tutti i lavori di scavo dovrà essere adottata la massima prudenza usando ogni precauzione idonea ad evitare danneggiamenti dei sottoservizi e il rischio di gravi infortuni.

10. Gestione delle terre da scavo

Le lavorazioni oggetto dell'appalto prevedono sia il disfacimento di pavimentazione bituminosa sia gli scavi per la posa di tubazioni e relativi manufatti di ispezione. Per quanto riguarda le terre da scavo, qualora durante l'esecuzione sia confermato che il terreno rimosso non contiene elementi inquinanti, il progetto esecutivo prevede che il terreno rimosso sia in parte riutilizzato per il rinterro degli scavi mentre la parte rimanente (*corrispondente al volume dei nuovi manufatti, tubazioni, rinfianchi, massicciata stradale, ecc.*) sia trasportata e conferita presso un impianto di trattamento autorizzato o in discarica secondo la normativa in materia di "Gestione dei materiali da scavo" alla luce del D.P.R. 120/2017.

In dettaglio, come deducibile dall'allegato "T4 – Computo metrico", sono previsti nel progetto i seguenti volumi di movimentazione terre:

Scavo mc 910 circa, di cui:

- mc 25 circa riutilizzati per rinterro;
- mc 885 circa trasportati a discarica.

Per quanto riguarda la pavimentazione bituminata rimossa, la stessa verrà completamente conferita in appositi siti autorizzati. L'autorizzazione allo smaltimento verrà richiesta dall'Impresa Appaltante prima dell'inizio dei lavori.

Pavimentazione bitumata rimossa (unico tratto asfaltato su strada per Maggiana):

- mc 0,16 (*demolizione pavimentazione esistente*) + mc 0,18 (*scarifica per ripristini definitivi*) – totale mc 0,34.

11. Disponibilità delle aree

L'area di intervento si colloca per la maggior parte su strade pubbliche (via Vittorio Veneto, Contrada Castello e strada per Molina) e in parte su terreni privati (tratto N5-N3 fognatura).

Pertanto sarà necessario attivare la procedura di esproprio/servitù.

La definizione e l'identificazione della proprietà interessate dalle opere in progetto sono riportate nell'elaborato "T6 Piano Particellare".

12. Cronoprogramma delle fasi attuative

Il Cronoprogramma delle fasi attuative prevede l'indicazione dei tempi massimi di svolgimento delle varie attività di progettazione, approvazione, affidamento, esecuzione e collaudo.

Nel seguito viene riportata una tabella indicante le varie fasi:

Approvazione progetto definitivo.....	5 mesi
Redazione e approvazione del progetto esecutivo.....	3 mesi
Affidamento lavori.....	6 mesi
Esecuzione dei lavori	3,5 mesi
Collaudo/CRE	6 mesi

13. Cronoprogramma delle lavorazioni

[illegible]

***NB: SI FA PRESENTE CHE L'ASFALTATURA DEFINITIVA VERRA' ESEGUITA DOPO IL NECESSARIO PERIODO DI ASSESTAMENTO**

14. Quadro economico

L'impegno di spesa globale del presente progetto, risultante dall'allegato T4 "Computo metrico" e sommati gli importi a disposizione dell'amministrazione ammonta a **€255.754,43** (duecentocinquantacinquemilasettecentocinquantaquattro/43) esclusa l'IVA di legge.

Si riporta separatamente il calcolo dell'IVA e l'importo complessivo compreso di IVA e pari a € 285.825,07.

QUADRO ECONOMICO		
	OPERE A BASE D'APPALTO	importi
a1	importo a base di gara (IVA esclusa)	199 476,98
a2	oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso (IVA esclusa)	5 361,39
A	tot. opere a base d'appalto	204 838,37
	SOMME A DISPOSIZIONE	importi
b1	imprevisti	10 241,92
b2	convenzioni/servitù/acquisti proprietà private, comprese spese per procedure di espropri	1 753,19
b3	valutazione rischio archeologico e assistenza archeologica agli scavi	5 000,00
b4	spese tecniche per la progettazione, direzione lavori, coordinatore sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, collaudo	29 824,18
b5	procedure di gara e incentivi per funzioni tecniche	4 096,77
B	Totale somme a disposizione - IVA esclusa	50 916,06

IMP. TOTALE GENERALE - IVA ESCLUSA (A+B)	255 754,43
---	-------------------

IVA, ESCLUSA DAL QUADRO ECONOMICO

c0	iva 10 % sui lavori (vedi voce A)	20 483,84
c1	iva 10 % su imprevisti (vedi voce b1)	1 024,19
c2	<i>convenzioni/servitù/acquisti proprietà private, comprese spese per procedure di espropri - Tasse esenti da iva</i>	-
c3	iva 22 % su valutazione rischio archeologico e assistenza archeologica agli scavi (vedi voce b3)	1 100,00
c4	iva 22% su spese tecniche per la progettazione, direzione lavori, coordinatore sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, collaudo (vedi voce b4)	6 561,32
c5	iva 22 % su procedure di gara e incentivi per funzioni tecniche (vedi voce b5)	901,29
IMPORTO TOTALE IVA		30 070,64

IMPORTO TOTALE DI PROGETTO - IVA INCLUSA	285 825,07
---	-------------------