

SISTEMA DI TRASPORTO PUBBLICO DI TIPO FILOVIARIO

GARA D'APPALTO PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA,
L'ESECUZIONE DEI LAVORI E LA FORNITURA DEI VEICOLI

OFFERTA TECNICA
B2 - PROGETTO DEFINITIVO



PROGETTO:

DEPOSITO
PROGETTO ARCHITETTONICO
Reti tecnologiche - Acquedotto
Relazione idraulica

CONCORRENTE
ATI:

SOVECO
COSTRUZIONI SPA

CONSORZIO COOPERATIVE COSTRUZIONI
CCC
Società cooperativa
(MANDATARIA/CAPOGRUPPO)

ALPIQ
Alpiq InTec Verona S.p.A.

MAZZI
Impresa Generale Costruzioni
S.p.A.

Balfour Beatty
Rail

APTS
Advanced Public
Transport Systems bv

SCALA	-
RIF. N°	PDD0104RT02-A.dwg
ALLEGATO N°	PD 00104 RT02A

PROGETTAZIONE
COSTITUENDO R.T.P.:



(MANDATARIA/CAPOGRUPPO)

DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Massimo Raccosta



DIRETTORE TECNICO

Dott. Arch. Valentina Butterini

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE	REDATTO	VISTO	APPROVATO
A	Dic. 2010	Emissione	Girpa	Buttura	Panzan	Butterini

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.
This document may not be copied, reproduced or published, either in part or entirely, without the written permission. Unauthorized use will be prosecuted by law.

1.		1
2.	INTRODUZIONE	2
3.	RIFERIMENTI NORMATIVI	2
4.	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	3
5.	ANALISI DELLE PORTATE	3
5.1.	VARIAZIONI DEI CONSUMI	4
6.	DIMENSIONAMENTO DELLA CONDOTTA DI ADDUZIONE	5
7.	DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI ALL'INTERNO DELLA RETE	6
7.1.	GRUPPO DI PLESSURIZZAZIONE	6
7.2.	GIUNTI DI DILATAZIONE TERMICA.....	6
7.3.	IDRANTI ANTINCENDIO.....	6
8.	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE	6
8.1.	SCENARI ANALIZZATI	7
8.2.	MODELLO DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE	8
9.	VERIFICA DELLA RETE	10
9.1.	I VERIFICA: PRESSIONE MINIMA DURANTE L'ORA DI MASSIMO CONSUMO	11
9.2.	II VERIFICA: PRESSIONE MASSIMA DURANTE L'ORA DI MINIMO CONSUMO	12
9.3.	III VERIFICA: MASSIMA OSCILLAZIONE DI PRESSIONE.....	14
9.4.	IV VERIFICA: FUNZIONAMENTO IN CASO DI INCENDIO	15
9.5.	V VERIFICA: FUNZIONAMENTO IN CASO DI MANUTENZIONE	17
10.	CONCLUSIONI	19

1. INTRODUZIONE

Nell'ambito della progettazione del sistema di trasporto pubblico di tipo filoviario, si rende necessaria la realizzazione di opere di urbanizzazione primaria e secondaria a servizio del polo logistico situato nel Comune di Verona. Per quanto riguarda il corretto dimensionamento della rete acquedottistica, viene individuato il migliore assetto da assegnare al sistema rispetto all'utilizzo finale, tenendo in considerazione:

- o i vincoli dettati dalle normative vigenti;
- o i vincoli dettati dalle prescrizioni degli Enti competenti;
- o l'analisi delle sensibilità del sistema (fascia delle risorgive, particolari aree di ricarica degli acquiferi, aree di salvaguardia di captazioni idropotabili, vocazione ittica);
- o la portata richiesta all'interno del lotto per i diversi utilizzi.

Con la presente relazione si intendono valutare le seguenti tematiche:

- o Analisi dei fabbisogni;
- o Ricerca della risorsa idrica;
- o Trasporto e distribuzione della risorsa idrica.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Nel seguito sono esposte i riferimenti normativi che hanno accompagnato la progettazione dell'acquedotto:

- DECRETO MINISTERO DELLA SANITA' 26 MARZO 1991 Norme tecniche di prima attuazione del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n.236, relativo all'attuazione della direttiva cee n.80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art.15 della legge 16-4-1987, n.183
- DECRETO LEGISLATIVO 2 FEBBRAIO 2001, n. 31 Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano.
- D.M. 06 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.
- DECRETO LEGISLATIVO N. 163 del 12 APRILE 2006 Codice dei contratti pubblici di lavori, servizi, forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CEE 2004/18/CE.
- Norma UNI EN 12201 – EN ISO 15494 – UNI EN 13244 – Tubi in polietilene ad alta densità.
- Norma UNI 10910-1-2-3-5 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua; generalità, tubi, raccordi, idoneità all'impiego del sistema - Polietilene (PE).

- UNI 11024:2003 – Requisiti di qualità per la saldatura di tubazioni di polietilene per il convogliamento di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
- UNI 11149:2005 - Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione.
- UNI 7611:1976/A1:1991 - Foglio di Aggiornamento (SS UNI E13.08.529) n. 1 alla UNI 7611. Tubi in PE alta densità per condotte di fluidi in pressione.
- Norma UNI 9485 AD – Idranti antincendio.
- Norma UNI 10269/95 – Saracinesche sferoidali.
- Norma UNI EN 1092-1/2003 (ex UNI 2223) - Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Flange di acciaio.

3. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Il progetto prevede l'alimentazione del nuovo deposito con acqua prelevata tramite una condotta di adduzione dalla rete di distribuzione del comune di Verona.

Data la distanza ragguardevole tra l'acquedotto comunale e la nuova struttura, si è previsto di dotare il lotto di un gruppo di pressurizzazione che manterrà la rete a valle dello stesso in pressione, garantendo in questo modo degli ottimi livelli di servizio all'interno del centro senza compromettere il funzionamento dell'acquedotto comunale, visto che si riempirà durante le ore di minimo consumo privilegiando quelle notturne.

La già menzionata condotta di adduzione sarà collocata lungo la strada che collega il futuro deposito all'incrocio tra Strada della Genovesa e Viale delle Nazioni, in cui attualmente arriva la rete.

Nel progetto si prevedono quindi le seguenti opere:

- o Condotta di adduzione dall'acquedotto comunale al lotto;
- o Gruppo di pressurizzazione;
- o Rete di distribuzione interna al deposito.

4. ANALISI DELLE PORTATE

La dotazione idrica, che tiene conto del fabbisogno complessivo d'acqua per tutti gli usi compresi sprechi e perdite, è stata valutata considerando la specificità della lottizzazione destinata ad ospitare un polo logistico costituito da uffici ed infrastrutture per il deposito e la manutenzione dei filobus.

I fabbisogni idrici di utenze di tipo industriale (logistico) sono relativi alla richiesta d'acqua da parte degli addetti (uso domestico) e alla risorsa impiegata per il lavaggio quotidiano dei mezzi.

Nonostante un giudizio del fabbisogno idrico sia molto difficile ed incerto, per la stima della dotazione idrica si è considerato che il consumo medio giornaliero sia legato al numero di ore lavorative degli addetti impiegati ed alla specificità di mansione; nella valutazione non è stata comunque considerata la richiesta

idrica per l'antincendio. Secondo tali considerazioni e considerando le peculiarità delle attività previste, è stata valutata idonea una dotazione idrica pari a 60 l/g per addetto impiegato.

A seguito di indagini di mercato e per quanto verificabili in strutture analoghe a quelle possibili insidiabili, nell'area lottizzata abbiamo stimato un indice previsionale di addetti alla logistica pari a 0.008/mq di superficie coperta, pari a 8 addetti ogni 1'000 mq di superficie coperta.

Nel caso degli uffici amministrativo/commerciale abbiamo stimato un indice previsionale di 1 addetto ogni 90 mc di volume destinato ad uffici.

	[mc]	[mq]	N° addetti
Uffici	30075		334
Uso logistico		8139	65
Uso logistico futuro		9660	77
		Totale personale addetto	477

Il numero di utilizzatori dell'acquedotto in progetto è quindi previsto in 477 potenziali utenti.

A questa richiesta idrica si aggiunge il contributo dovuto alla presenza, all'interno dell'aria di deposito, di un tunnel di lavaggio, la cui portata richiesta è stata calcolata considerando una dotazione idrica di 500 l per ogni lavaggio e 40 mezzi che vengono puliti quotidianamente.

Pertanto la portata media giornaliera (in l/s) è stata valutata nel seguente modo:

$$Q_a = \frac{d \cdot P}{86400} = 0.56 l / s$$

dove: Q_a = portata media annua (l/s)
 N = numero di addetti serviti

4.1. Variazioni dei consumi

I consumi idrici presentano variazioni notevoli sia nell'arco dell'anno, che del mese che del giorno, variazioni che tendono ad un appiattimento all'aumentare della popolazione servita.

Molta importanza ha la massima portata media giornaliera $Q_{g \max}$ nella arco dell'intero anno. Tale quantità ha in genere valori compresi tra 1.3-1.6 volte la portata media annua (Q_a). Utilizzando un coefficiente pari a 1.4, si è trovato che la portata media del giorno di massimo consumo, $Q_{g \max}$, è pari a 0.79 l/s.

Le variazioni di consumo nel corso della giornata sono per lo più notevoli e dipendono da una serie di fattori molto variabili: si può dire che in genere si riscontra una punta di consumo dalle ore 10 alle ore 12 e consumi minimi durante le ore notturne. Molta importanza ha la massima portata oraria $Q_{h \max}$ nell'arco dell'intero anno, sulla base della quale deve essere dimensionata la rete di distribuzione urbana.

Per piccoli centri abitati, villaggi turistici, agglomerati rurali, le variazioni dei consumi sono molto più forti e quindi più elevati risultano i coefficienti di punta; in particolare, il coefficiente di punta oraria α_h raggiunge i valori di 5÷7. Si può in generale assumere l'espressione proposta da Gibs:

$$\alpha_h = \frac{5}{(N \cdot 10^{-3})^{1/6}} = 5$$

$$Q_{h \max} = 5 \times 0.79 \text{ l/s} = 3.94 \text{ l/s}$$

Gli altri valori di portata che saranno utilizzati nelle verifiche della rete sono:

$$Q_{h \text{ m}} = 1.97 \text{ l/s} \text{ portata pari alla metà della portata dell'ora di massimo consumo;}$$

$$Q_{h \text{ min}} = 0.20 \times 0.79 = 0.16 \text{ l/s} \text{ portata dell'ora di minimo consumo}$$

5. DIMENSIONAMENTO DELLA CONDOTTA DI ADDUZIONE

Secondo quanto recepito dalla società Acque Veronesi, ente gestore della rete acquedottistica di Verona, si provvederà all'allacciamento alla rete esistente in prossimità dell'incrocio tra Strada della Genovese e Viale delle Nazioni. La tubazione di adduzione viene prevista in PE 100 PN10 con un diametro commerciale di 110 mm.

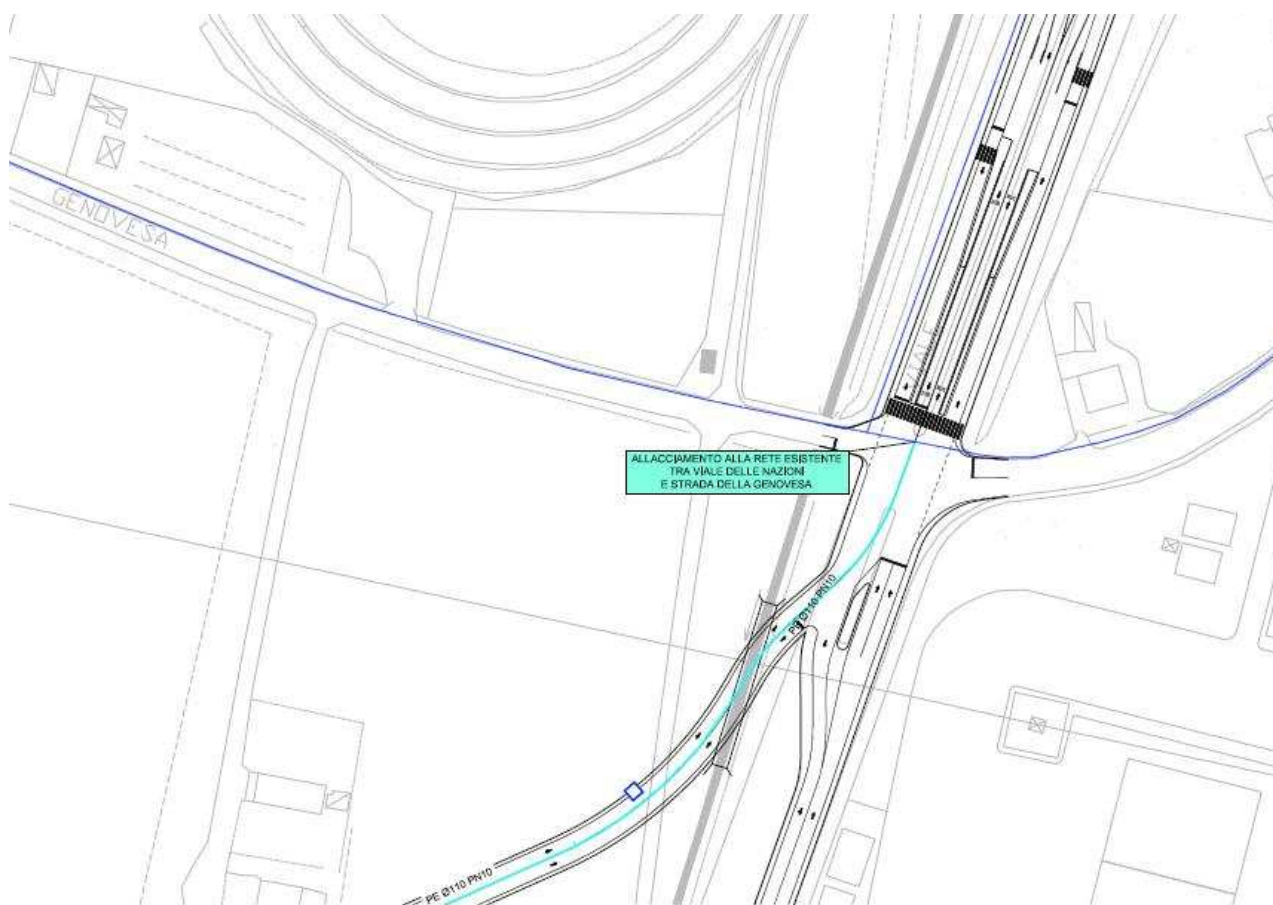


Fig. 5.1 – Schema della condotta di adduzione dalla rete esistente incrocio Strada della Genovese-V.le delle Nazioni

6. DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI ALL'INTERNO DELLA RETE

6.1. Gruppo di plessurizzazione

Il gruppo di pressurizzazione a valle del serbatoio di compenso dovrà garantire una pressione costante all'interno della rete di 40 m ca. Esso sarà dotato anche di dispositivi atti a contenere i fenomeni di colpo d'arie all'interno della rete di distribuzione.

6.2. Giunti di dilatazione termica

I giunti di dilatazione servono a permettere gli allungamenti e gli accorciamenti delle tubazioni che si hanno per effetto delle variazioni termiche, allo scopo di impedire che sorgano degli sforzi che potrebbero risultare molto pericolosi per l'integrità delle tubazioni. Ne sono stati inseriti 2 lungo la condotta di adduzione e uno nella condotta principale a nord dell'area del deposito.

6.3. Idranti antincendio

Gli idranti vengono installati lungo le strade o all'interno degli edifici e possono essere di due tipi: idranti sopra suolo (idranti a colonna) e idranti sotto suolo. Nel presente progetto sono stati previsti 7 idranti sopra suolo, posizionati come indicato nella planimetria di progetto, in modo da coprire l'intero lotto.

7. DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE

La verifica idraulica della rete di distribuzione è iniziata con una preventiva suddivisione del fabbisogno idrico in base alla futura localizzazione delle utenze all'interno del lotto. Si è optato per portate erogate direttamente ai nodi, senza considerare portate distribuite lungo i tratti delle condotte.

La rete di distribuzione durante il suo esercizio deve essere in grado di soddisfare diverse condizioni di esercizio. A tale fine si sono effettuate più verifiche, che esprimono le situazioni di funzionamento più gravose per la rete.

La rete di distribuzione analizzata è di tipo misto. Essa ha una struttura chiusa all'interno del cuore del deposito e una struttura ramificata alle sue estremità. Ove è stato possibile si è cercato di realizzare delle maglie chiuse che permettano una più uniforme distribuzione delle pressioni e la possibilità di effettuare operazioni di manutenzione che comportino il sezionamento di interi tronchi senza interrompere l'erogazione del servizio.

7.1. Scenari analizzati

Si sono analizzati più scenari di funzionamento allo scopo di verificare diverse condizioni di esercizio.

Le ipotesi di funzionamento analizzate e le condizioni di servizio da rispettare sono le seguenti:

1. Nell'ora di massimo consumo e di contemporaneo livello minimo si è verificato che la quota piezometrica sia in qualsiasi punto della rete, più elevata, di non meno di 10 m, delle quote di gronda degli edifici della zona.
2. Nell'ora di minimo consumo e contemporaneo livello massimo, le quote piezometriche non devono superare i 60 mca sul piano stradale in nessun punto della rete.
3. La massima oscillazione di carico durante l'esercizio non deve superare in alcun punto della rete i 15 mca.
4. Le tubazioni distributrici terziarie con servizio antincendio devono essere in grado di erogare le portate concentrate per il funzionamento degli idranti in presenza di una portata distribuita pari alla metà di quella dell'ora di massimo consumo anno. In tale situazione la quota piezometrica sul piano stradale deve essere ovunque di almeno 15 mca.
5. In caso di interruzione di qualsiasi tronco di tubazione, che viene isolato mediante chiusura delle saracinesche che lo delimitano, deve essere garantito in ogni punto della rete un servizio con portata pari alla metà di quelle dell'ora di massimo consumo e con quote piezometriche in qualsiasi punto della rete non inferiore a 15 mca sul piano stradale (tale verifica ha senso solo nei tratti con gli anelli chiusi).

7.2. Modello della rete di distribuzione

La rete idrica in oggetto è costituita da 23 tratti e 16 nodi.

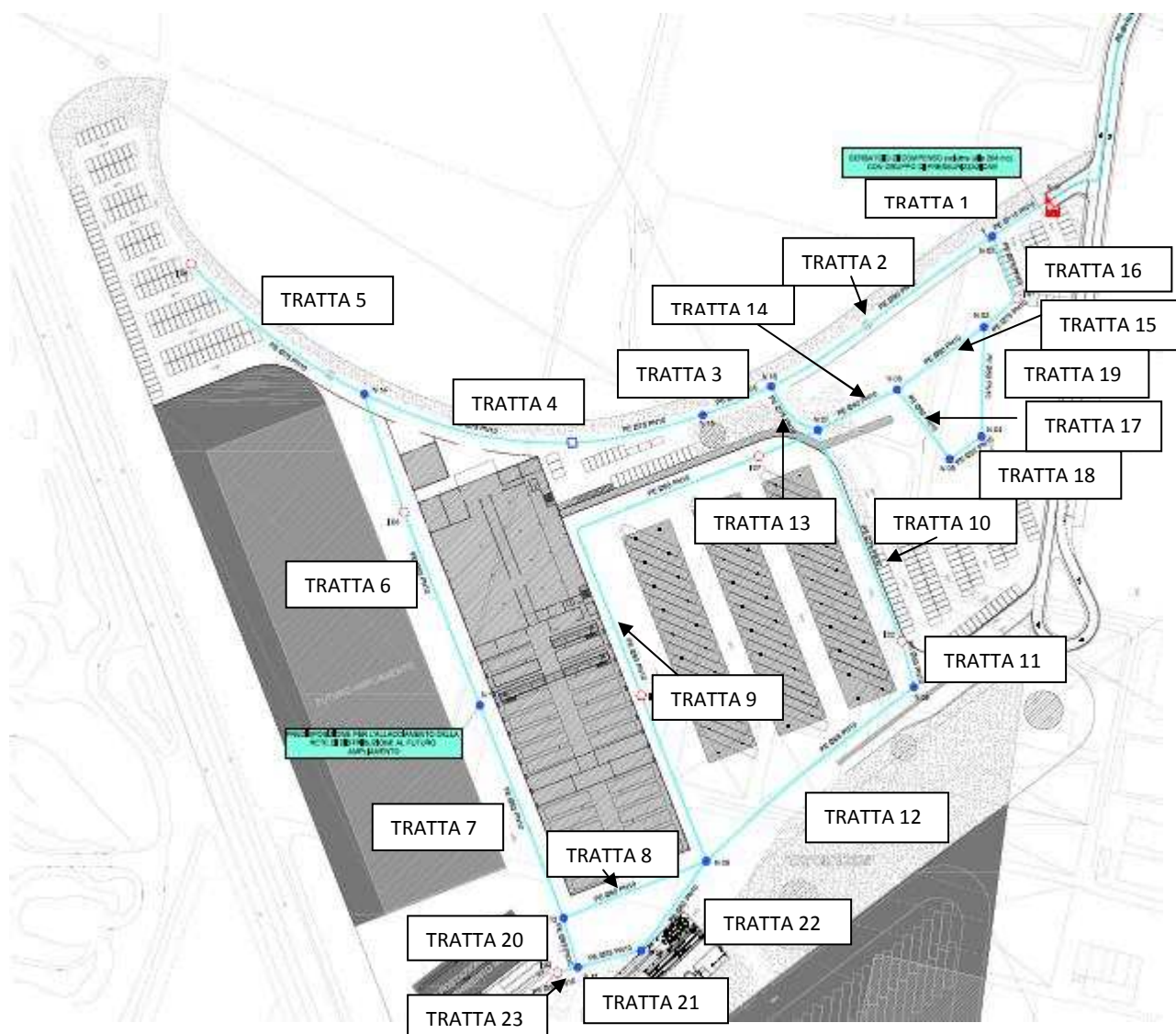


Fig. 7.1 – Schema della rete di distribuzione dell'acquedotto all'interno del deposito

Le portate si sono suddivise secondo lo schema riportato nella figura sovrastante. Si riporta di seguito una tabella dove si può avere evidenza di tale ripartizione.

TABELLA NODI

Nodi	S [mq]	Q _a [l/s]	Q _{g,max} [l/s]	Q _{h,max} [l/s]	Q _{h,min} [l/s]
3	390	0.045	0.063	0.316	0.013
4	664	0.077	0.108	0.538	0.022
5	951	0.110	0.154	0.770	0.031
9	8139	0.045	0.063	0.317	0.013
10	525	0.231	0.32	1.620	0.065
13	9660	0.054	0.075	0.376	0.015

TABELLA COLLEGAMENTI

ID COLLEGAMENTO	ID NODO INIZIALE	ID NODO FINALE	LUNGHEZZA [m]	PE 100 PN 10 DN [mm]
1	N1	N2	26.48	110
2	N2	N16	103.18	90
3	N16	N15	28.87	90
4	N15	N14	136.05	75
5	N14	i05	84.52	75
6	N14	N13	129.19	63
7	N13	N12	89.02	63
8	N12	N09	59.77	63
9	N09	N07	240.33	63
10	N07	i02	88.38	75
11	i02	N08	18.45	63
12	N08	N09	105.46	63
13	N07	N16	25.54	75
14	N06	N07	34.57	40
15	N06	N03	41.68	50
16	N03	N02	17	75
17	N06	N05	33.97	50
18	N05	N04	15.2	32
19	N04	N03	42.53	50
20	N12	N11	18.89	63

ID COLLEGAMENTO	ID NODO INIZIALE	ID NODO FINALE	LUNGHEZZA [m]	PE 100 PN 10 DN [mm]
21	N11	N10	25.5	63
22	N10	N09	43.05	63
23	N11	i03	8.15	50

8. VERIFICA DELLA RETE

La verifica idraulica della rete è stata svolta con il software “EPANET” Ver. 2.0 sviluppato da Water supply and Water Resources Division National Risk Management Research Laboratory U.S. Environmental Protection Agency , il cui l’algoritmo di calcolo implementato risolve per via numerica il problema delle equazioni di continuità e del moto, che in ipotesi di moto permanente presentano la seguente espressione:

$$1) \frac{dQ}{dx}=0$$

$$2) j=-dH/dx$$

Utilizzando il metodo del gradiente di Gorge and Liu, che applica la tecnica di Newton-Raphson al calcolo dei carichi piezometrici nei nodi e delle portate defluenti nei tratti, il problema è analiticamente ricondotto alla soluzione iterativa di un sistema di equazioni lineari.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{1}{3.71} \cdot \frac{\varepsilon}{D} \right)$$

Il calcolo delle perdite di carico nei tratti è stato svolto con la formula di Colebrook-White di cui è stata utilizzata una versione approssimata:

$$\lambda = \frac{1}{4} \cdot \left(\lg 3.71 \cdot \frac{D}{\varepsilon} \right)^{-2} \cdot \left(1 + \frac{8}{\text{Re} \cdot \varepsilon / D} \right)$$

I risultati forniti sono i seguenti:

- per ogni nodo a portata nota: carico piezometrico e pressione,
- per ogni nodo a carico piezometrico fissato: portata entrante/uscente e pressione,
- per ogni ramo della rete: portata, velocità, perdita di carico.

Di seguito si riporta la tabella con le caratteristiche geometriche della rete.

8.1. I Verifica: Pressione minima durante l'ora di massimo consumo

La rete eroga la portata media dell'ora di massimo consumo ($Q_{h\ max} = 3.94\ l/s$), il livello nella vasca d'accumulo è minimo. In questo scenario si è considerata la condizione di condotte usurate come condizione più gravosa per il funzionamento della rete.

TABELLA NODI

ID NODO	PORTATA EROGATA [l/s]	PRESSIONE [m.c.a.]
N1	GRUPPO PLESSURIZZAZIONE	
N2	0.000	39.91
N3	0.316	39.71
N4	0.538	39.41
N5	0.770	39.33
N6	0.000	39.48
N7	0.000	39.48
N8	0.000	39.31
N9	0.317	39.00
N10	1.620	38.86
N11	0.000	38.92
N12	0.000	38.97
N13	0.376	39.04
N14	0.000	39.40
N15	0.000	39.55
N16	0.000	39.57

TABELLA TRATTI

ID COLLEGAMENTO	PORTATA TRANSITANTE [l/s]	VELOCITA' [m/s]	PERDITA DI CARICO DISTRIBUITA [m/Km]
1	3.94	0.41	3.46
2	2.26	0.36	3.29
3	0.8	0.13	0.48
4	0.8	0.18	1.17
5	0	0	0
6	0.8	0.26	2.74
7	0.42	0.14	0.85

ID COLLEGAMENTO	PORTATA TRANSITANTE [l/s]	VELOCITA' [m/s]	PERDITA DI CARICO DISTRIBUITA [m/Km]
8	0.32	0.1	0.51
9	0.68	0.22	2
10	0.84	0.19	1.27
11	0.84	0.27	2.97
12	0.84	0.27	2.97
13	1.46	0.33	3.56
14	0.05	0.04	0.16
15	0.63	0.32	5.43
16	1.68	0.38	4.61
17	0.58	0.29	4.61
18	0.19	0.24	5.28
19	0.73	0.37	7.12
20	0.75	0.24	2.42
21	0.75	0.24	2.42
22	0.87	0.28	3.21
23	0	0	0

Ipotizzando di avere un'altezza massima della gronda degli edifici pari a 15 m si può vedere che la pressione non scende mai sotto i 39 m.ca Questo garantisce, nonostante le perdite di carico abbastanza elevate che si possono avere nelle reti di distribuzione interna, che le portate richieste possano giungere ai piani più alti con una pressione ancora sufficiente a garantire una buona erogazione degli apparecchi sanitari.

8.2. Il Verifica: Pressione massima durante l'ora di minimo consumo

La rete eroga la portata media dell'ora di minimo consumo ($Q_{h\ min} = 0.16\ l/s$), il livello nella vasca d'accumulo è massimo. In questo scenario si è considerata la condizione di condotte nuove come condizione più gravosa per il funzionamento della rete.

TABELLA NODI

ID NODO	PORTATA EROGATA [l/s]	PRESSIONE [m.c.a.]
N1	GRUPPO PLESSURIZZAZIONE	
N2	0.000	40.00
N3	0.013	40.00
N4	0.022	40.00
N5	0.031	40.00
N6	0.000	40.00
N7	0.000	40.00
N8	0.000	40.00
N9	0.013	40.00
N10	0.065	40.00
N11	0.000	40.00
N12	0.000	40.00
N13	0.015	40.00
N14	0.000	40.00
N15	0.000	40.00
N16	0.000	40.00

TABELLA TRATTI

ID COLLEGAMENTO	PORTATA TRANSITANTE [l/s]	VELOCITA' [m/s]	PERDITA DI CARICO DISTRIBUITA [m/Km]
1	0.16	0.02	0.01
2	0.09	0.01	0.01
3	0.03	0.01	0
4	0.03	0.01	0
5	0	0	0
6	0.03	0.01	0.01
7	0.02	0.01	0
8	0.01	0	0
9	0.03	0.01	0.01
10	0.03	0.01	0
11	0.03	0.01	0.01

ID COLLEGAMENTO	PORTATA TRANSITANTE [l/s]	VELOCITA' [m/s]	PERDITA DI CARICO DISTRIBUITA [m/Km]
12	0.03	0.01	0.01
13	0.06	0.01	0.01
14	0	0	0
15	0.03	0.01	0.01
16	0.07	0.02	0.01
17	0.02	0.01	0.01
18	0.01	0.01	0.01
19	0.03	0.02	0.02
20	0.03	0.01	0.01
21	0.03	0.01	0.01
22	0.03	0.01	0.01
23	0	0	0

Come si può vedere la pressione non supera mai i 40.00 mca, perciò la verifica è da ritenersi soddisfatta. Questo risultato oltre a garantire la riduzione del rischio di manifestarsi delle perdite o comunque una loro riduzione nelle ore di minimo consumo, permette di evitare di avere pressioni troppo elevate all'interno nelle reti di distribuzione degli edifici nei quali si potrebbero manifestare più facilmente perdite dai giunti, dagli organi di tenuta degli apparecchi di erogazione ecc.

8.3. III Verifica: Massima oscillazione di pressione

La massima oscillazione di carico durante l'esercizio non deve superare in alcun punto della rete i 15 mca. A volte, però, per esigenze economiche si ammettono oscillazioni di 20 mca.

TABELLA NODI

ID NODO	PRESSIONE MASSIMA [m.c.a.]	PRESSIONE MINIMA [m.c.a.]	ΔH max [m.c.a.]
N1	0.00	0.00	0
N2	40.00	39.28	0.72
N3	40.00	38.84	1.16
N4	40.00	38.41	1.59

ID NODO	PRESSIONE MASSIMA [m.c.a.]	PRESSIONE MINIMA [m.c.a.]	ΔH max [m.c.a.]
N5	40.00	37.72	2.28
N6	40.00	37.69	2.31
N7	40.00	34.00	6
N8	40.00	32.19	7.81
N9	40.00	28.81	11.19
N10	40.00	27.49	12.51
N11	40.00	27.05	12.95
N12	40.00	27.60	12.4
N13	40.00	27.70	12.3
N14	40.00	27.97	12.03
N15	40.00	33.99	6.01
N16	40.00	34.52	5.48
i05	40.00	25.02	14.98
i03	40.00	25.01	14.99

Come si può vedere la massima oscillazione di pressione è sempre inferiore a 15 mca, perciò la verifica è da ritenersi soddisfatta. Questo risultato oltre a garantire la limitazione delle oscillazioni del carico idrostatico nei giunti, che si hanno per effetto dei piccoli ma continui fenomeni di colpo d'ariete dovuti alle variazioni della richiesta idrica, permette anche di limitare le variazioni delle portate relative alle eventuali erogazioni continue presenti.

8.4. IV Verifica: Funzionamento in caso di incendio

Le tubazioni distributrici terziarie con servizio antincendio devono essere in grado di erogare le portate concentrate per il funzionamento degli idranti in presenza di una portata distribuita pari alla metà di quella dell'ora di massimo consumo anno. In tale situazione la quota piezometrica sul piano stradale deve essere ovunque di almeno 15 mca. In questo scenario si è considerata la condizione di condotte usurate come condizione più gravosa per il funzionamento della rete.

Si è ipotizzato di concentrare la portata erogata dagli idranti nei nodi i05 ed i03, che sono i nodi più lontani dal serbatoio e quindi nella posizione più sfavorevole.

TABELLA NODI

ID NODO	PORTATA EROGATA [l/s]	PRESSIONE [m.c.a.]
N1	GRUPPO PLESSURIZZAZIONE	
N2	0.000	39.28
N3	0.158	38.84
N4	0.269	38.41
N5	0.385	37.72
N6	0.000	37.69
N7	0.000	34.00
N8	0.000	32.19
N9	0.158	28.81
N10	0.810	27.49
N11	0.000	27.05
N12	0.000	27.60
N13	0.188	27.70
N14	0.000	27.97
N15	0.000	33.99
N16	0.000	34.52
i05	5.000	25.02
i03	5.000	25.01

TABELLA TRATTI

ID COLLEGAMENTO	PORTATA TRANSITANTE [l/s]	VELOCITA' [m/s]	PERDITA DI CARICO DISTRIBUITA [m/Km]
1	11.97	1.26	27.16
2	9.4	1.48	46.19
3	5.69	0.89	18.21
4	5.69	1.29	44.25
5	5	1.13	34.84
6	0.69	0.22	2.07
7	0.5	0.16	1.15
8	2.36	0.76	20.22
9	2.44	0.78	21.61
10	3.02	0.68	13.74
11	3.02	0.97	32.12

ID COLLEGAMENTO	PORTATA TRANSITANTE [l/s]	VELOCITA' [m/s]	PERDITA DI CARICO DISTRIBUITA [m/Km]
12	3.02	0.97	32.12
13	0.23	0.12	0.84
14	1.75	1.39	106.7
15	1.52	0.77	27.7
16	2.56	0.58	10.11
17	0.62	0.77	45.65
18	0.88	0.45	10.16
19	5	2.55	251.1
20	2.86	0.92	28.9
21	2.14	0.69	16.96
22	2.95	0.95	30.71
23	0	0	0

Lo scopo di tale verifica è avere un buon funzionamento degli idranti e comunque servire i piani inferiori degli edifici. La pressione all'interno delle condotte è sempre sostenuta quindi la verifica è da ritenersi soddisfatta.

8.5. V Verifica: Funzionamento in caso di manutenzione

In caso di interruzione di qualsiasi tronco di tubazione, che viene isolato mediante chiusura delle saracinesche che lo delimitano, deve essere garantito in ogni punto della rete un servizio con portata pari alla metà di quelle dell'ora di massimo consumo e con quote piezometriche in qualsiasi punto della rete non inferiore a 15 mca sul piano stradale. In questo scenario si è considerata la condizione di condotte usurate come condizione più gravosa per il funzionamento della rete.

Ipotesi: chiusura TRATTO 03

TABELLA NODI

ID NODO	PORTATA EROGATA [l/s]	PRESSIONE [m.c.a.]
N1	GRUPPO PLESSURIZZAZIONE	
N2	0.000	39.74
N3	0.158	39.48
N4	0.269	39.21
N5	0.385	38.88

ID NODO	PORTATA EROGATA [l/s]	PRESSIONE [m.c.a.]
N6	0.000	38.88
N7	0.000	37.32
N8	0.000	35.07
N9	0.158	30.85
N10	0.810	29.57
N11	0.000	29.15
N12	0.000	28.85
N13	0.188	21.08
N14	0.000	19.85
N15	0.000	17.35
N16	0.000	38.23
i05	5.000	15.01

TABELLA TRATTI

ID COLLEGAMENTO	PORTATA TRANSITANTE [l/s]	VELOCITA' [m/s]	PERDITA DI CARICO DISTRIBUITA [m/Km]
1	6.97	0.73	9.97
2	5.06	0.79	14.63
3	TRATTA CHIUSA		
4	0	0	0
5	5	1.13	34.84
6	-5	1.6	81.46
7	-5.19	1.66	87.22
8	-3.09	0.99	33.5
9	2.75	0.88	26.92
10	-3.41	0.77	17.11
11	-3.41	1.09	40.01
12	-3.41	1.09	40.01
13	-5.06	1.14	35.56
14	-1.1	0.88	45.15
15	-1.07	0.55	14.47
16	-1.91	0.43	5.88
17	0.03	0.02	0.02
18	0.41	0.52	21.98
19	0.68	0.35	6.31

ID COLLEGAMENTO	PORTATA TRANSITANTE [l/s]	VELOCITA' [m/s]	PERDITA DI CARICO DISTRIBUITA [m/Km]
20	2.09	0.67	16.24
21	2.09	0.67	16.24
22	2.9	0.93	29.77
23	0	0	0

Si è cercato di effettuare il controllo ove tale verifica ha senso, perciò solo sull'anello di distribuzione principale. Ovviamente su qualsiasi ramo della rete di distribuzione aperta se si chiude l'erogazione in un punto tutto quello che sta a valle di tale punto non sarà servito. Nelle operazioni di manutenzione si dovranno prevedere dei by-pass provvisori.

La simulazione fatta non ha evidenziato particolari problemi la pressione si mantiene su tutta la rete superiore ai 15 mca.

9. CONCLUSIONI

In tutte le ipotesi la rete offre buoni livelli di servizio, che corrispondono a buoni livelli di pressione in ogni nodo, ciò grazie soprattutto alla scelta progettuale di una rete ad anello. Questo oltre a garantire una migliore distribuzione delle pressioni permette anche di intervenire sui singoli tratti dell'anello senza interrompere il servizio nei restanti rami della rete, cosa che non può essere garantita ovviamente per i tratti di rete aperta.