Comune

GENOVA

Provincia

GENOVA

Titolo del progetto

REALIZZAZIONE DEL NUOVO IMPIANTO DI DEPURAZIONE AREA CENTRALE DI GENOVA - D.A.C.

Livello di progettazione	Settore di business	Disciplina
D - DEFINITIVO	I2 - DEPURAZIONE	IMP - IMPIANTI

Numero	Titolo	Scala
RT - 003	RELAZIONE IDRAULICA	

ID Progetto	Titolo sintetico (nome file di stampa)	Codifica WBS
2016GESI0025-00	2016GESI0025-00-D-I2-IMP-RT-003-03.pdf	C10I2-L058-01-0004

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
02	Maggio 2019	Emissione per Conferenza Servizi verifica RINA	AS	CZ	CC
01	Marzo 2019	Emissione per verifica RINA	MG	LS	AS
00	Dicembre 2017	Emissione	AS	CP	CC

Redatto:

ing. Angelo Schiavone - LS

Verificato:

ing. Christian Zanni - IRETI

Approvato:

ing. Claudio Casale - IRETI

Funzione Ingegneria e Realizzazioni
IRETI.S.p.A - Società con socio unico IREN S.p.A
Sottoposta a direzione e coordinamento di IREN S.p.A
Sede legale : S.P. 95 per Castelnuovo Scrivia - 15057 Tortona (AL)
cod.fisc e P.IVA n° 01791490343 pec:ireti@pec.ireti.it

LS INGEGNERIA s.r.l.s
Via Dante Alighieri n.11
74015 Martina Franca (TA)
lsingegneria@pec.it
C.fisc.-P.IVA 03000270735

PROGETTISTA :

Ing. Angelo Schiavone iscritto all'ordine degli ingegneri di Torino con n. 4310

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO
Ing. ANGELO SCHIAVONE n. 4310

Sommario

1.0 PREMESSA 3

2.0 RIFERIMENTI NORMATIVI 4

3.0 DEFINIZIONE PROFILO IDRAULICO 5

Metodologia di calcolo 5

3.0 RISULTATI DI CALCOLO E DEFINIZIONE DEL PROFILO IDRAULICO DEL DEPURATORE 7

4.0 CONDOTTA DI SCARICO 9

5.0 COMPARTI DI TRATTAMENTO 11

5.1 COMPARTO DI ULTRAFILTRAZIONE A MEMBRANE 11

5.2 COMPARTO BIOLOGICO 12

5.3 CHIARIFICAZIONE PRIMARIA 12

5.4 SFIORO DEI SOVRAFFLUSSI IDRAULICI 13

5.5 COLLEGAMENTO CON LA LINEA DEL COMPARTO BIOLOGICO UTILIZZATA COME ACCUMULO 13

5.6 COMPARTO DISSABBIATURA-DISOLEAZIONE 14

5.7 COMPARTO GRIGLIATURA 15

6. VERIFICA IDRAULICA DEI PRINCIPALI SOLLEVAMENTI DELL'IMPIANTO 16

7. VERIFICA DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE DELL'ARIA 17

8. VERIFICA RETI IDRICHE 19

Simulazione numerica 19

Caratteristiche del simulatore nella modellazione idraulica 19

Caratteristiche del modello 19

9. DESCRIZIONE DELLA RETE ANTINCENDIO 21

10. DESCRIZIONE DELLA RETE ACQUA SERVIZI 23

11. DESCRIZIONE DELLA RETE ACQUA POTABILE 24

12. RISULTATI 25

Rete antincendio 25

Rete acqua servizi 28

13. CONCLUSIONI 31

14. VERIFICA DELLE TUBAZIONI DI CONVOGLIAMENTO DEL BIOGAS 32

ALLEGATO A 33
Nodi - Rete antincendio 33
Nodi - Rete acqua servizi 34
ALLEGATO B 35
Tubazioni - Rete antincendio 35
Tubazioni - Rete acqua servizi 36
ALLEGATO C 37
Curva caratteristica - Rete antincendio 37
Curva caratteristica - Rete antincendio 37
ALLEGATO D 38
Valvole - Rete antincendio 38
Valvole - Rete acqua servizi 38

1.0 PREMESSA

La presente Relazione espone nel dettaglio i principi ed i risultati dei calcoli di verifica che hanno condotto alla definizione del profilo idraulico del depuratore dell'Area Centrale della città di Genova (D.A.C.).

Nei successivi paragrafi si procederà all'analisi delle singole sezioni impiantistiche, definendo per ciascuna il regime di funzionamento idraulico nelle diverse condizioni di esercizio prevedibili in rapporto all'afflusso delle portate di progetto ed agli eventuali interventi manutentivi (con parzializzazione di alcuni reparti).

La stessa è volta alla verifica di:

1. Impianto idrico ad idranti antincendio
2. Rete acqua servizio
3. Rete acqua potabile
4. Rete biogas
5. Rete metano

L'intervento di cui al seguente progetto è da considerarsi come "nuova costruzione". La relazione ha lo scopo di evidenziare i requisiti prestazionali delle reti idriche nel rispetto delle esigenze dell'impianto stesso.

Per l'impianto idrico antincendio in esame è stata condotta la verifica del funzionamento della rete antincendio, in funzione di rischio, delle adeguate portate, pressioni, contemporaneità ed il periodo minimo di erogazione della rete idrica in esame (appendice B della UNI 10779).

Per l'impianto idrico acqua servizio sono stati effettuati il dimensionamento e la verifica idraulica del sistema gruppo di pressurizzazione e tubazioni tali da garantire le portate richieste per i diversi comparti.

Per la rete biogas e metano in considerazione delle modeste perdite di carico.

2.0 RIFERIMENTI NORMATIVI

Agli impianti idrici antincendio si applicano le seguenti norme tecniche:

- Norma UNI 10779 "Impianti di estinzione incendi: Reti di Idranti" (Luglio 2007)
- Norma UNI EN 12845 "Installazioni fisse antincendio. Sistemi automatici a sprinkler"
- Norma UNI 11292 “Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio – Caratteristiche costruttive e funzionali”
- Circolare del Ministero dell'Interno n° 24 MI.SA. del 26/1/1993. Impianti di protezione attiva antincendio.
- D.M. 30/11/1983 Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi.
- D.M. n° 37 del 28/1/2008 Norme per la sicurezza degli impianti
- D.P.R. n. 447 - Regolamento di attuazione della Legge n° 46 del 5/3/1990 in materia di sicurezza degli impianti.

La scelta del *livello di rischio 2* è stata effettuata, in base a quanto definito dalla UNI 10779, contestualmente alla richiesta di parere di conformità ai fini prevenzione incendi.

Livello 2 *(UNI 10779)* : “Aree nelle quali c’è una presenza non trascurabile di materiali combustibili e che presentano un moderato pericolo di incendio come probabilità d’innesco, velocità di propagazione di un incendio e possibilità di controllo dell’incendio stesso da parte delle squadre di emergenza.

Rientrano in tale classe tutte le attività di lavorazione in genere che non presentano accumuli particolari di merci combustibili e nelle quali sia trascurabile la presenza di sostanze infiammabili.”

Come prescritto dalla UNI 10779 in caso di livello 2, la rete dovrà garantire quindi la portata di 300 l/min ad una pressione maggiore di 4 bar per ciascuno dei quattro idranti UNI 70 installati nella posizione idraulicamente più sfavorevole per una durata maggiore o uguale a 60 min.

3.0 DEFINIZIONE PROFILO IDRAULICO

Metodologia di calcolo

Le verifiche idrauliche sono state condotte facendo riferimento alle portate medie e massime ammesse ai vari comparti di trattamento, tenendo conto anche della parzializzazione di alcuni reparti (se organizzati su più linee parallele).

I calcoli sono stati effettuati nell'ipotesi di moto uniforme o permanente. Di qui l'utilizzo, nella verifica delle condotte e dei canali non in pressione, della nota formula di Chèzy per correnti a superficie libera in moto uniforme:

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

con il seguente significato dei simboli:

Q = portata defluente;

A = area della sezione liquida; $\chi = cR^{1/6}$

dove

c = coefficiente di scabrezza di Strickler.

R = raggio idraulico (area della sezione liquida/contorno bagnato)

i = pendenza del fondo

Nei casi in cui si è reso necessario il tracciamento di profili di corrente si è proceduto alla soluzione numerica delle equazioni di De Saint-Venant o dell'equazione globale dell'equilibrio dinamico, a mezzo di software commerciali di largo impiego nel settore (es. HEC-RAS).

Per quanto riguarda le tubazioni in pressione, la valutazione delle perdite di carico è stata effettuata mediante la relazione di Colebrook

$$Q = -\frac{\pi D^2}{2} \cdot \sqrt{2Di} \cdot \log\left(\frac{2{,}5lv}{D\sqrt{2gDi}} + \frac{\varepsilon/D}{3{,}71}\right)$$

dove *i* è la pendenza motrice, ν è la viscosità del liquido e ε è la scabrezza assoluta della tubazione (assunta cautelativamente pari a 1 mm).

Le perdite di carico concentrate sono state valutate secondo la consueta relazione:

$$\Delta H_c = \xi \cdot \frac{U^2}{2g}$$

dove U rappresenta la velocità media della corrente e ξ è un coefficiente che assume differenti valori in funzione della singolarità idraulica in esame:

Imbocco (non raccordato)	0,5
Sbocco	1,0
Curve (in funzione del raggio di curvatura, di D e della deviazione angolare)	0,06 ÷ 0,3
Saracinesche	0,2
Tee (in funzione dei diametri delle tubazioni e delle portate transitanti)	1,1 ÷ 11,9
Valvole di ritegno a sfera mobile	1,5 ÷ 3,0

Per un elenco completo dei suddetti coefficienti, si rimanda alla manualistica tecnica. Il carico sugli stramazzi è stato determinato a partire dalla seguente formula approssimata:

$$Q \mu L \Delta H \sqrt{2g \cdot \Delta H}$$

dove L è la lunghezza dello stramazzo, ΔH è il carico sullo stramazzo e μ è un coefficiente che assume valore variabile in funzione del tipo di sfioro (0,41-0,46 per stramazzo in parete sottile, senza contrazione laterale, 0,385 per stramazzi a larga soglia, etc.).

3.0 RISULTATI DI CALCOLO E DEFINIZIONE DEL PROFILO IDRAULICO DEL DEPURATORE

Nei successivi paragrafi si riporta il dettaglio dei calcoli sviluppati per i vari reparti impiantistici: secondo la comune pratica progettuale, per la linea acque l'analisi è stata condotta procedendo dalle estreme sezioni di valle (in questo caso, la vasca di alimentazione della condotta sottomarina e lo scarico dell'ultrafiltrazione) verso monte, fino allo sbocco delle tubazioni di adduzione dei liquami; per quel che riguarda la linea fanghi, le singole sezioni componenti, essendo collegate attraverso impianti di pompaggio con funzionamento idraulicamente indipendente, saranno invece analizzate singolarmente.

Le quote altimetriche sono indicate nel medesimo sistema di riferimento utilizzato in tutti gli elaborati progettuali.

La seguente tabella riassume le portate a base del dimensionamento idraulico del depuratore.

Tali portate subiscono lievi alterazioni (di alcuni punti percentuali) lungo la filiera depurativa, a causa dell'immissione dei dreni della linea fanghi (a valle della dissabbiatura) e dell'estrazione dei fanghi primari e biologici (rispettivamente in corrispondenza della chiarificazione primaria e dell'ultrafiltrazione).

Nello specifico, nei successivi paragrafi sono state utilizzate le portate calcolate in coerenza con le verifiche contenute nella Relazione Tecnica di processo. La temperatura del liquame si assume cautelativamente pari a 12°C.

Parametro	U.d.m.	Valore
Portata totale in ingresso alla linea acque		
Portata media (Q_m)	m^3/d	51'680
	m^3/h	2'153
Portata di punta nera	m^3/h	4'306
Portata massima ammessa in ingresso all'impianto in tempo di pioggia (5 Q_m)	m^3/h	10'767
Portata massima ammessa ai trattamenti primari e secondari in tempo di pioggia (3,0 Q_m) (comprensiva dell'apporto di dreni della linea fanghi)	m^3/h	6'642
Portata totale in ingresso alla linea fanghi		
Portata media (Q_{mf})	m^3/d	4'500
	m^3/h	188

Per ogni comparto saranno considerati almeno i seguenti scenari:

- scenario 1: corrispondente a condizioni di funzionamento "medie", rappresentative quindi del normale esercizio dell'impianto in tempo secco;

- scenario 2: descrizione delle condizioni di funzionamento idraulico in presenza delle massime portate ammesse ai reparti in tempo di pioggia. Dette portate massime assumeranno valore di 3 Q_m per i reparti della linea acque a valle dei pretrattamenti (chiarificazione primaria, comparto biologico, ultrafiltrazione a membrane). Le sezioni di grigliatura e dissabbiatura della linea acque riceveranno invece portate massime di 5 Q_m.

Per queste ultime stazioni di trattamento saranno quindi analizzati almeno due scenari: lo scenario 2.1, corrispondente al deflusso della portata 3 Q_m (al superamento della quale si attiverà lo sfioro a valle della dissabbiatura), e lo scenario 2.2, relativo al transito della portata 5 Q_m;

- scenario 3: per alcuni comparti articolati su più linee, è stata analizzata la situazione di esercizio più gravosa associata al fermo di una delle linee ed al ricevimento, da parte dei compartimenti residui, delle massime portate in tempo di pioggia.

L'esito delle verifiche è compendiato negli schemi grafici allegati che descrivono il profilo idraulico del depuratore.

A tali elaborati si rimanda per una più agevole comprensione della successione e della dislocazione delle sezioni di calcolo alle quali, nelle tabelle seguenti, si farà necessariamente riferimento con denominazioni sintetiche.

4.0 SCARICO DELL'IMPIANTO

Come già evidenziato nella Relazione Generale, le modalità di scarico previste nel progetto definitivo sono state superate.

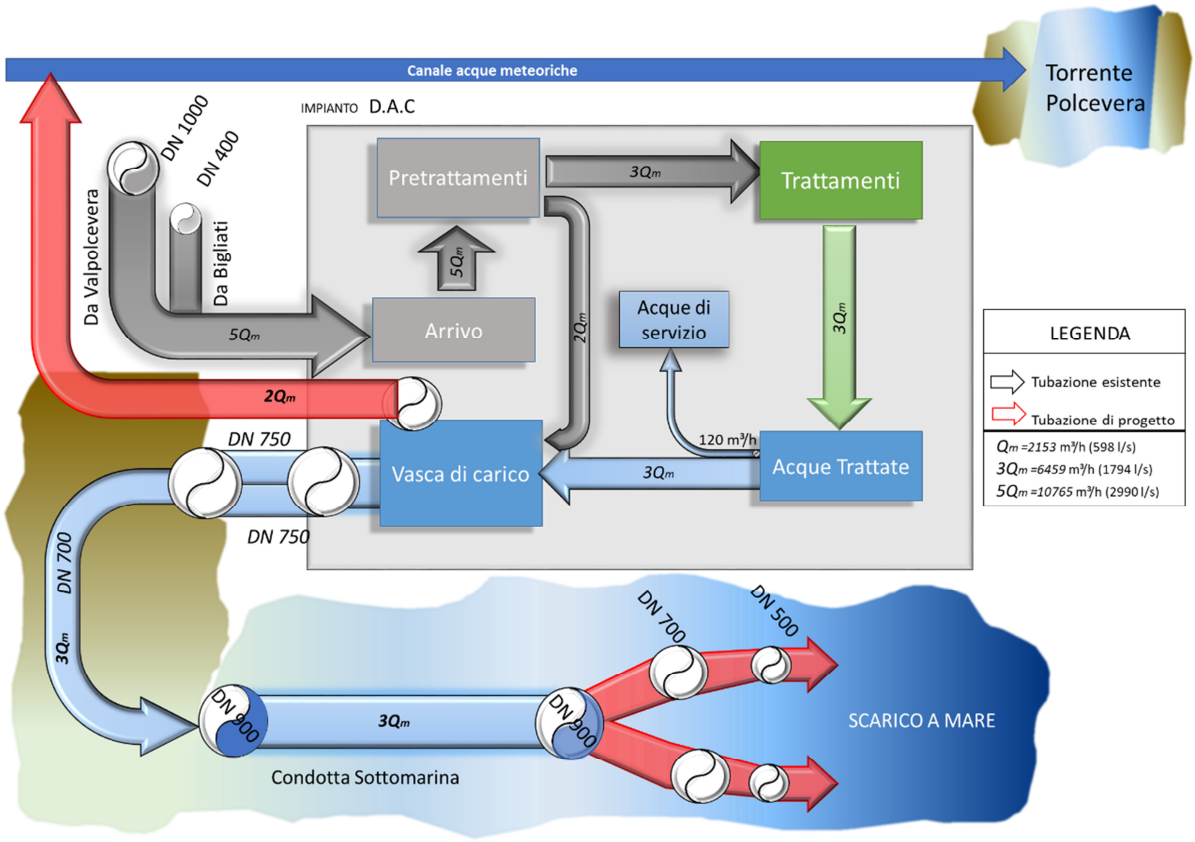
Tali modalità prevedevano di inviare i liquami in uscita dalla sezione di ultrafiltrazione allo scarico nel Polcevera per una portata massima di 3 Qm e di smaltire i liquami scolmati dallo sfioro a valle dei pretrattamenti, per una portata massima di 2 Qm, attraverso la condotta di scarico sottomarina.

Lo schema progettuale è stato dunque modificato prevedendo lo scarico a mare tramite la condotta sottomarina di una portata pari a 3 Qm sottoposta a trattamento completo e di scaricare l'ulteriore portata di 2 Qm, solo pretrattata, nel torrente Polcevera.

La condotta sottomarina deve essere dunque in grado di smaltire una portata massima pari a 3 Qm (6'459 m3/h).

Il calcolo e le verifiche idrauliche della condotta sottomarina sono stati ampiamente dettagliati nell'ambito della Relazione Tecnica al paragrafo 4.1.8

Rilancio dell'effluente allo scarico cui si rimanda per approfondimento, riportando nel presente paragrafo lo schema della configurazione prevista per lo scarico ed il calcolo delle perdite di carico.

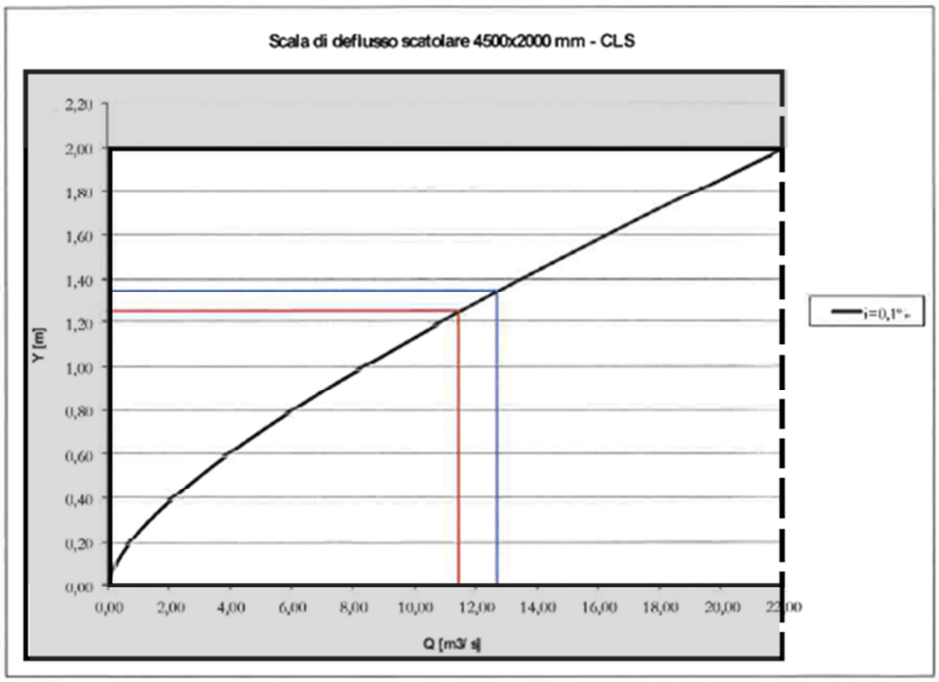


Tratto	DN	Materiale	Coefficiente scabrezza C	Lunghezza (m)	Perdita di carico (m)
Tratto 1 - Da uscita vasca di carico a condotta interrata DN 700	1200	ghisa	100	58,6	0,152
	750	acciaio	110	265	1,572
	750	acciaio	110	265	1,572
Tratto 2 - Condotta interrata DN 700	700	ghisa	100	335,4	11,971
	700	ghisa	100	25	0,892
	700	ghisa	100	277	9,886
Tratto 3 - Condotta sottomarina DN 900	900	acciaio	100	913,4	9,587
Diffusore terminale (raddoppiato)	750 - 300	acciaio	-	170	2,200
				Perdita di carico complessiva*	**32,8**
**considera prevalenza geodetica disponibile pari a 5 m*					

Lo scarico di emergenza al Polcevera di una portata massima pari a 2 Q_m potrà avvenire attraverso il collettore denominato Roncallo, di dimensioni pari a 4,5 x 2 m, come dettagliato nella Relazione Tecnica.

Il collettore di scarico in fase di progettazione, proveniente dal DAC insisterebbe sullo scatolare che ha una portata di progetto pari a 11.57 mc/s, con un'altezza di riempimento pari a 1.25 m.

La portata del collettore di emergenza proveniente dal DAC risulta pari a 1.1 mc/s (2 Q_m), pertanto a valle dell'emissione del DAC la portata da smaltire risulterebbe pari a 12.67 mc/s che, alle stesse condizioni idrauliche, defluisce nello scatolare realizzato con un'altezza idrica pari a 1,34 m, e con un grado di riempimento dell'ordine del 66.75 %, come si evince dalla scala di deflusso di seguito riportata.



5.0 **COMPARTI DI TRATTAMENTO**

5.1 COMPARTO DI ULTRAFILTRAZIONE A MEMBRANE

Come già detto, l'effluente del comparto di ultrafiltrazione sarà normalmente smaltito attraverso una condotta di scarico recapitante alla foce del torrente Valpolcevera. È tuttavia prevista la possibilità di scarico delle portate non eccedenti 2 Qm anche attraverso la condotta sottomarina mediante un apposito collegamento idraulico.

In ogni caso, lo scarico del comparto di ultrafiltrazione risulta idraulicamente disconnesso dalle suddette condotte: esso potrà avvenire a gravità, attraverso l'innesco del sifone costituito dalle tubazioni di estrazione del permeato per mezzo di appositi eiettori, qualora sia disponibile un dislivello sufficiente tra il livello idrico nei bacini di alloggiamento delle membrane e quello che si determina all'imbocco dei collettori sopra menzionati; in alternativa, l'allontanamento del permeato potrà avvenire per pompaggio (attraverso una batteria di pompe volumetriche reversibili).

Per quel che riguarda il ricircolo della miscela aerata dal comparto di ultrafiltrazione verso l'ingresso del comparto biologico, esso avverrà mediante una serie di tubazioni funzionanti a pelo libero DN800 (due per ciascuna linea del comparto biologico). Dette tubazioni si staccheranno da un canale che riceverà, attraverso uno stramazzo, l'effluente delle singole linee di ultrafiltrazione.

In questo caso, sono stati valutati i seguenti scenari operativi:

- scenario 1: convogliamento della portata di ricircolo media di progetto con tutte le linee di ossidazione e di ultrafiltrazione in funzione;

- scenario 2: convogliamento della portata di ricircolo massima con tutte le linee di ossidazione e di ultrafiltrazione in servizio;

- scenario 3: convogliamento della portata di ricircolo massima con una linea del comparto biologico e/o una linea di ultrafiltrazione fuori servizio (situazione che comprende anche l'ipotesi di un'alimentazione asimmetrica delle linee del comparto biologico – limitazione della portata su una linea di trattamento per migliorarne la qualità dell'effluente in vista di un possibile riutilizzo).

Ultrafiltrazione e ricircolo miscela aerata	**U.d.m.**	**scenario 1**	**scenario 2**	**scenario 3**
portata	m^3/h	9304	16158	16158
altezza d'acqua nelle tubazioni di ricircolo della miscela aerata (DN 800, i = 0,25%)	m	0,34	0,47	0,55
livello idrico nel canale di distribuzione del ricircolo miscela aerata	m	11,64	11,82	11,91
quota sfioro scarico ultrafiltrazione	m	11,91	11,91	11,91
carico sullo stramazzo (L = 2,90 m/cad, a larga soglia)	m	0,14	0,20	0,22
livello idrico all'interno dei bacini di ultrafiltrazione	m	12,05	12,11	12,13

5.2 COMPARTO BIOLOGICO

Il Comparto biologico riceverà le portate in arrivo dal trattamento primario (variabili tra Qm e circa 3 Qm e comprensive dell'apporto dei dreni della linea fanghi) attraverso gli stramazzi in ingresso a ciascuna linea. Inoltre, all'interno dei bacini di denitrificazione, sarà convogliato il ricircolo della miscela aerata dall'ultrafiltrazione.

Il flusso unificato della portata in ingresso e del ricircolo transiterà attraverso il comparto e sarà sollevato all'ultrafiltrazione per pompaggio.

Sono stati analizzati i seguenti scenari operativi:

- scenario 1: deflusso della portata media di refluo e della portata di ricircolo media di Progetto;
- scenario 2: deflusso della portata massima di refluo e della portata massima di ricircolo;
- scenario 3: deflusso della portata massima e della portata massima di ricircolo con una linea del comparto fuori servizio.

Comparto biologico	**U.d.m.**	**scenario 1**	**scenario 2**	**scenario 3**
portata	m^3/h	11630	22800	22800
livello idrico nei bacini di nitrificazione	m	10,00	10,00	10,00
quota sfioro partizione nitrificazione-denitrificazione	m	10,00	10,00	10,00
carico sullo stramazzo (L = 8,0 m/cad, a larga soglia)	m	0,13	0,21	0,24
livello idrico nei bacini di denitrificazione	m	10,13	10,21	10,24
quota sfioro ingresso denitrificazione	m	10,24	10,24	10,24
portata	m^3/h	2326	6642	6642
carico sullo stramazzo (L = 4,0 m/cad, a parete sottile)	m	0,07	0,14	0,16
livello idrico nel canale ripartitore	m	10,31	10,37	10,40

5.3 CHIARIFICAZIONE PRIMARIA

Sempre con riferimento ai medesimi scenari di funzionamento individuati per il comparto biologico, è stato calcolato il profilo idraulico in corrispondenza della chiarificazione primaria:

lo scenario 1 corrisponde quindi al deflusso della portata media di reflui (comprensiva del contributo dei dreni della linea fanghi, i quali sono recapitati alla linea acque proprio a monte del reparto in esame) mentre gli scenari 2 e 3 sono riferiti al transito della portata massima in tempo di pioggia.

Lo scenario 3 differisce dallo scenario 2 solamente per il maggior rigurgito che si determina a valle in corrispondenza del fermo di una delle linee del comparto biologico.

Il canale a valle della chiarificazione primaria comunica con il comparto biologico attraverso due tubazioni funzionanti in parallelo ed a superficie libera. Il livello a monte della chiarificazione primaria, operata attraverso due batterie di filtri rotativi a tela, è invece predeterminato e mantenuto all'incirca costante (indipendentemente dalla portata trattata) attraverso la regolazione automatica della velocità di rotazione delle tele filtranti.

Comparto chiarificazione primaria	U.d.m.	scenario 1	scenario 2	scenario 3
portata	m^3/h	2326	6642	6642
altezza d'acqua nei collettori di adduzione al comparto biologico (DN 1200, i = 0,25%)	m	0,76	0,83	0,86
livello idrico nel canale di scarico dei filtri rotativi	m	10,33	10,49	10,51
livello idrico a monte dei filtri rotativi a tela	m	11,08	11,08	11,08

5.4 SFIORO DEI SOVRAFFLUSSI IDRAULICI

A monte del comparto di chiarificazione primaria e dell'immissione dei dreni della linea fanghi, sarà realizzato uno sfioratore per la diversione, in tempo di pioggia, delle aliquote di portata eccedenti 3 Qm. La portata sfiorata sarà regolata attraverso l'abbassamento di una paratoia nel canale di collegamento con la chiarificazione primaria: il rigurgito indotto dalla parzializzazione della sezione di efflusso determinerà l'attivazione dello sfioro.

Sono stati considerati i seguenti scenari:

- scenario 1: sfioro di una portata pari a Qm;

- scenario 2: sfioro di una portata pari a 2Qm (ovvero la massima aliquota di portata normalmente scolmabile – differenza tra massima portata ammessa in ingresso all'impianto, pari a 5 Qm, e la massima portata ammessa ai trattamenti primari e secondari, pari a 3 Qm);

- scenario 3: sfioro, in condizioni eccezionali, dell'intera portata in ingresso all'impianto (5 Qm). Quest'ultima condizione corrisponde ovviamente ad una situazione anomala di esercizio e, pertanto, si ammette (come si vedrà nel seguito) un parziale rigurgito dei comparti a monte.

Le acque in uscita dallo scolmatore sono recapitate direttamente nella vasca di accumulo a servizio della condotta di scarico sottomarina attraverso una tubazione DN1000 funzionante a superficie libera.

Sfioro sovrafflussi idraulici	U.d.m.	scenario 1	scenario 2	scenario 3
portata	m^3/h	2153	4307	10767
livello idrico nel canale a valle dello sfioro	m	10.13	10.47	11.57
quota sfioro sovrafflussi idraulici	m	11.18	11.18	11.18
carico su stramazzo (L = 20,8 m, a parete sottile)	m	0.06	0.10	0.41
livello idrico nel canale a monte dello sfioro	m	11.24	11.28	11.59

5.5 COLLEGAMENTO CON LA LINEA DEL COMPARTO BIOLOGICO UTILIZZATA COME ACCUMULO

I minori carichi idraulici ed inquinanti affluenti nella prima fase di esercizio dell'impianto consentono di raggiungere gli obiettivi di qualità dello scarico anche con sole quattro linee del comparto biologico in funzione. La quinta linea del reparto potrà essere così impiegata

come accumulo temporaneo dei liquami da utilizzare in corrispondenza di limitazioni della capacità di trattamento associate ad interventi manutentivi.

Si prevede quindi un collegamento tra il canale a valle della dissabbiatura e la suddetta linea del comparto biologico, costituito da una tubazione DN1000, funzionante in pressione ed attivabile attraverso l'apertura di un'apposita paratoia.

I due scenari di funzionamento ipotizzati corrispondono al deflusso delle portate Qm e 3 Qm di progetto (comunque superiori a quelle riscontrabili nella prima fase di esercizio).

Collegamento con la linea del comparto biologico utilizzata come accumulo (I fase di esercizio)	**U.d.m.**	**scenario 1**	**scenario 2**
portata	m^3/h	2153	6460
livello idrico massimo nel bacino di accumulo	m	10.26	10.26
perdita di carico nel collettore (DN 1000)	m	0.08	0.71
livello idrico all'estremità di monte del collettore	m	10.34	10.97

Come si nota, il livello idrico richiesto a monte della condotta in esame al fine del convogliamento delle portate di progetto risulta inferiore a quello ipotizzato per il canale a valle della dissabbiatura, evidenziando quindi una capacità idraulica superiore a quella nominale (in particolare per basse portate).

La parzializzazione dell'apertura della paratoia all'imbocco del collettore consentirà quindi la regolazione della portata defluente.

5.6 COMPARTO DISSABBIATURA-DISOLEAZIONE

Il comparto dissabbiatura è costituito da quattro dissabbiatori longitudinali aerati paralleli.

All'estremità di valle di ogni dissabbiatore è presente uno sfioro (costituito da una paratoia a stramazzo) che determina una disconnessione idraulica con il canale a valle utile per misurare la portata in uscita dalla sezione di trattamento in esame.
Gli scenari di funzionamento analizzati sono i seguenti:

- scenario 1: deflusso della portata media (Q_m) con tutte le linee del reparto in funzione;
- scenario 2: deflusso della portata massima (5 Q_m) con tutte le linee del reparto in funzione;
- scenario 3.1: deflusso della portata massima (5 Q_m) con una linea del reparto fuori servizio;
- scenario 3.2: si considera la medesima condizione operativa dello scenario 2 in presenza del rigurgito generato dallo sfioro dell'intera portata (5 Q_m) attraverso lo scolmatore a valle della dissabbiatura (cfr. scenario 3 del paragrafo relativo allo sfioro dei sovrafflussi idraulici).

Comparto dissabbiatura	U.d.m.	scenario 1	scenario 2	scenario 3.1	scenario 3.2
portata	m^3/h	2153	10767	10767	10767
livello idrico nel canale a valle della dissabbiatura	m	11.09	11.28	11.28	11.59
quota sfioro uscita dissabiatura	m	11.28	11.28	11.28	11.28
carico sullo stramazzo (L = 4,40 m/cad, a parete sottile)	m	0.07	0.21	0.25	0.34
livello idrico nel dissabbiatore	m	11.35	11.49	11.53	11.62
perdita carico ingresso dissabbiatori (luci sotto battente 1,70 x 2,50 m/cad)	m	0.00	0.00	0.01	0.00
livello idrico nel canale a monte dei dissabbiatori	m	11.35	11.49	11.54	11.63

5.7 COMPARTO GRIGLIATURA

La sezione di grigliatura comunica con il comparto di dissabbiatura attraverso un canale a superficie libera. Anche in questo caso, il reparto in esame è stato verificato rispetto agli scenari di seguito elencati:

- scenario 1: transito della portata media (Q_m) con tutte le linee del reparto in funzione;
- scenario 2: transito della portata massima (5 Q_m) con tutte le linee del reparto in funzione;
- scenario 3.1: transito della portata massima (5 Q_m) con una linea del reparto fuori servizio;
- scenario 3.2: condizioni operative dello scenario 2 in presenza del rigurgito generato dallo sfioro dell'intera portata (5 Q_m) attraverso lo scolmatore a valle della dissabbiatura (cfr. scenario 3 del paragrafo relativo allo sfioro dei sovrafflussi idraulici).

Comparto grigliatura	U.d.m.	scenario 1	scenario 2	scenario 3.1	scenario 3.2
portata	m^3/h	2153	10767	10767	10767
livello idrico nel canale a valle delle griglie	m	11.35	11.51	11.51	11.65
livello idrico nel canale a monte delle griglie	m	11.95	11.95	11.95	11.95
perdita di carico in uscita da opera di presa (luci sotto battente 1,0 x 0,5 m/cad)	m	0.01	0.32	0.32	0.32
livello idrico nel pozzetto di sbocco delle tubazioni di adduzioni dei liquami	m	11.96	12.26	12.26	12.26

Analogamente a quanto già osservato per i filtri rotativi a tela, anche per le griglie previste in progetto il livello idrico a monte viene mantenuto all'incirca costante nell'intorno di un valore predeterminato, indipendentemente dalla portata trattata.

6. VERIFICA IDRAULICA DEI PRINCIPALI SOLLEVAMENTI DELL'IMPIANTO

La seguente tabella riassume i risultati del calcolo delle perdite di carico totali per le tubazioni in pressione dei principali impianti di sollevamento previsti in progetto.

Tali perdite di carico, sommate ai dislivelli tra le superfici idriche dei bacini di aspirazione e le quote di sbocco delle tubazioni di mandata hanno consentito di determinare le prevalenze da attribuire alle diverse elettropompe.

Linea	Qmin [m^3/h]	Qmax [m^3/h]	DN [mm]	Vmin [m/s]	Vmax [m/s]	L [m]	scabrezza [mm]	imbocco	sbocco	n. curve	n. valvole	n. valvole non	n. tee	Perdita [m]
mandata pompe P 101 A/B/C/D	28,8	28,8	80	1,59	1,59	10	0,001	1	1	3	0	0	0	**0,94**
mandata pompe PM 202 A/B/C/D	30	30	100	1,06	1,06	25	0,001	1	1	5	0	1	1	**4,64**
mandata pompe PM 401 A/B	45	45	100	1,59	1,59	200	0,001	1	1	10	1	0	0	**41,59**
collettore aspirazione pompe P 301 A-V	425	2280	800	0,23	1,26	2,4	0,001	1	0	0	1	0	1	**0,19**
collettore aspirazione pompe P 301 A-V	850	4560	1200	0,21	1,12	4	0,001	0	0	0	0	0	0	**0,01**
aspirazione pompe P 301 A-V	425	2280	700	0,31	1,65	1,5	0,001	0	0	1	1	0	1	**0,27**
mandata pompe P 301 A-V	425	2280	700	0,31	1,65	2,7	0,001	0	0	1	1	1	1	**0,81**
collettore mandata pompe P 301 A-V	850	4560	1000	0,30	1,61	20	0,001	0	1	2	1	0	1	**0,44**
collettore mandata pompe PM 301 A/B/C	40	240	150	0,63	3,77	80	0,001	1	1	8	1	0	1	**20,89**
aspirazione pompe 304 A-F	861,4	861,4	500	1,22	1,22	4	0,001	1	0	1	1	0	0	**0,09**
mandata pompe P 304 A-F	861,4	861,4	500	1,22	1,22	3	0,001	0	0	1	1	1	1	**0,35**
collettore mandata pompe P 304 A-F	861,4	4307	700	0,62	3,11	1100	0,001	0	0	10	0	0	0	**17,71**
collettore mandata pompe P 304 A-F	861,4	4307	900	0,38	1,88	1083	0,001	0	1	2	0	0	0	**4,67**
aspirazione pompe P 302 A-L	229	664	300	0,90	2,61	8	0,001	1	0	1	1	0	0	**0,58**
mandata pompe P 302 A-L	229	664	300	0,90	2,61	2	0,001	0	0	1	1	0	1	**0,57**
collettore mandata pompe P 302 A-L	2286	6642	1200	0,56	1,63	90	0,001	0	1	4	0	0	0	**0,44**
mandata pompe PM 501 A-D	63	100	125	1,43	2,26	1	0,001	1	0	0	1	0	1	**0,69**
collettore mandata pompe PM 501 A-D	63	200	150	0,99	3,14	40	0,001	0	1	2	1	0	1	**7,57**
mandata pompe PM 601 A-D	26,4	40	80	1,46	2,21	80	0,001	1	1	8	1	0	0	**55,62**
mandata pompe PM 602 A-D	10	30	80	0,55	1,66	80	0,001	1	1	6	1	0	0	**31,09**
mandata pompe PM 701 A-D	18	30	100	0,64	1,06	20	0,001	1	1	6	1	0	0	**3,06**
mandata pompe P 901 A/B/C	190	280	250	1,08	1,58	130	0,001	1	1	6	1	1	1	**2,80**
mandata pompe P 102 A/B	538	538	300	2,11	2,11	2	0,001	1	0	1	2	1	1	**1,23**
collettore mandata pompe P 102 A/B	538	1076	400	1,19	2,38	30	0,001	0	1	5	0	0	1	**1,98**
mandata pompe PM 703 A/B/C/D	5	10	100	0,18	0,35	30	0,001	0	0	3	1	0	1	**25,16**

7. VERIFICA DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE DELL'ARIA

Sono state quantificate le perdite di pressione associate alle singole componenti delle reti di distribuzione dell'aria, al fine di verificare l'adeguatezza dei compressori selezionati per le diverse sezioni impiantistiche.

Le suddette perdite di carico sono state calcolate mediante la formula di Colebrook (già utilizzata per le condotte in pressione convoglianti liquidi) adottando densità e viscosità proprie dell'aria nelle condizioni di esercizio. La scabrezza delle tubazioni è assunta pari a 0,1 mm.

Ai fini dei calcoli aeraulici, le portate d'aria ricavate nell'ambito delle verifiche di processo ed espresse con riferimento a condizioni normali (aria a 0°C, pressione atmosferica, umidità relativa nulla) devono essere convertite nelle portate effettivamente immesse dai compressori nella rete (alla temperatura ed alla pressione a valle della compressione).

Allo scopo, si ricorre alle seguenti relazioni:

$$Q^* = Q \cdot \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} \quad \text{con} \quad T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{0,283}$$

dove Q è la portata d'aria in ingresso al compressore (nelle condizioni ambientali locali), Q* è la portata in uscita dal compressore, T1 e p1 sono rispettivamente la temperatura assoluta e la pressione dell'aria in aspirazione mentre T2 e p2 indicano la temperatura assoluta e la pressione dell'aria allo scarico del compressore.

Facendo riferimento alle massime portate d'aria, si ottiene:

	U.d.m.	Valore
Compressori dissabbiatura (BL 101 A/B)		
Portata d'aria massima (condizioni normali)	Nm^3/h	1'800
Pressione mandata	mbar	1'563
Portata d'aria massima (condizioni operative, uscita compressori)	m^3/h	1'508
Compressori ossidazione (BL 301 A÷E)		
Portata d'aria massima (condizioni normali)	Nm^3/h	48'000
Pressione mandata	mbar	1'733
Portata d'aria massima (condizioni operative, uscita compressori)	m^3/h	36'737
Compressori pulizia MBR (BL 302 A÷F)		
Portata d'aria massima (condizioni normali)	Nm^3/h	30'600
Pressione mandata	mbar	1'463
Portata d'aria massima (condizioni operative, uscita compressori)	m^3/h	26'880

Ciò premesso, si possono calcolare le perdite di carico attraverso le reti: si considera allo scopo la diramazione energeticamente più sfavorita.

Linea	Qmax [Nm^3/h]	DN [mm]	Vmax [m/s]	L [m]	scabrezza [mm]	imbocco	sbocco	n. curve	n. valvole	n. valvole non ritorno	n. tee	Perdita [mbar]
collettore principale mandata BL 101 A/B	1800,00	200	13,3	20	0,0001	1	0	3	0	0	1	5,59
diramazione su vasca	450,00	100	13,3	14	0,0001	0	0	1	0	0	1	5,74
totale perdite distribuzione BL 101 A/B												**11,34**
collettore principale mandata BL 301 A÷E	48000,00	1000	13,0	80	0,0001	1	0	3	0	0	1	4,63
anello distribuzione (tratto 1)	24000,00	600	18,0	2	0,0001	0	0	1	0	0	1	2,94
anello distribuzione (tratto 2)	18478,08	600	13,9	9	0,0001	0	0	0	0	0	1	1,36
anello distribuzione (tratto 3)	12956,16	600	9,7	9	0,0001	0	0	0	0	0	1	0,68
anello distribuzione (tratto 4)	7434,24	400	12,6	9	0,0001	0	0	0	0	0	1	1,17
anello distribuzione (tratto 5)	1912,32	400	3,2	9	0,0001	0	0	0	0	0	1	0,09
collettore nitrificazione (tratto 1)	5521,92	300	16,6	11	0,0001	0	0	0	0	0	1	5,73
collettore nitrificazione (tratto 2)	3681,28	300	11,1	11	0,0001	0	0	0	0	0	1	1,30
collettore nitrificazione (tratto 3)	1840,64	250	8,0	11	0,0001	0	0	0	0	0	1	0,80
calata	1840,64	150	22,1	8	0,0001	0	0	0	1	0	1	10,20
totale perdite distribuzione BL 301 A÷E												**28,90**
collettore principale BL 302 A÷F	30600,00	800	14,9	40	0,0001	1	0	3	0	0	1	4,65
derivazione	3060,00	300	10,6	5	0,0001	0	0	1	0	0	1	1,08
totale perdite distribuzione BL 302 A÷F												**5,73**

Alle perdite di carico nelle reti si devono sommare anche le perdite attraverso i diffusori e le relative tubazioni di supporto (dell'ordine dei 40÷50 mbar), le perdite attraverso filtri e valvole dei compressori (circa 20 mbar) nonché il battente idrico sovrastante i diffusori. Sommando queste componenti si ottiene la pressione differenziale che devono garantire i compressori in corrispondenza dell'erogazione della massima portata d'aria richiesta dal processo depurativo.

	U.d.m.	Valore
Compressori dissabbiatura (BL 101 A/B)		
Massime perdite di pressione nella rete di distribuzione	mbar	11
Massime perdite di pressione nel tappeto di diffusione	mbar	50
Massime perdite di pressione nell'impianto di compressione dell'aria	mbar	20
Pressione idrostatica sui diffusori	mbar	441
Pressione differenziale richiesta al compressore	mbar	522
Compressori ossidazione (BL 301 A÷E)		
Massime perdite di pressione nella rete di distribuzione	mbar	29
Massime perdite di pressione nel tappeto di diffusione	mbar	50
Massime perdite di pressione nell'impianto di compressione dell'aria	mbar	20
Pressione idrostatica sui diffusori	mbar	613
Pressione differenziale richiesta al compressore	mbar	712
Compressori pulizia MBR (BL 302 A÷F)		
Massime perdite di pressione nella rete di distribuzione	mbar	6
Massime perdite di pressione nel tappeto di diffusione	mbar	50
Massime perdite di pressione nell'impianto di compressione dell'aria	mbar	20
Pressione idrostatica sui diffusori	mbar	290
Pressione differenziale richiesta al compressore	mbar	366

8. VERIFICA RETI IDRICHE

Simulazione numerica

Caratteristiche del simulatore nella modellazione idraulica

Il programma utilizzato per il dimensionamento e la verifica della rete di distribuzione è *EPANET 2.0*. Realizzato dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente (EPA) degli Stati Uniti d'America, il sopracitato codice di calcolo consente di realizzare simulazioni di lungo periodo del comportamento idraulico, e della qualità dell'acqua in un sistema di condotte in pressione.
Il modello di simulazione idraulica di *EPANET* computa i carichi ai nodi e le portate sui tratti per un fissato set di livelli dei serbatoi, di livelli degli invasi e domande d'acqua in una successione di punti nel tempo. Nei vari step i livelli degli invasi e le domande ai nodi sono aggiornati in accordo ai loro prescritti andamenti temporali. I valori dei carichi e delle portate in un particolare punto nel tempo sono individuati risolvendo simultaneamente l'equazione di conservazione della portata in ogni nodo e le relazioni caratteristiche delle perdite di carico in ogni tratto della rete. Questo processo, definito come bilancio idraulico, richiede una tecnica iterativa per risolvere le equazioni non lineari coinvolte; *EPANET* a tale scopo utilizza l'algoritmo del gradiente, come definito da Todini e Pilati (1987) e successivamente da Salgado (1988).

Caratteristiche del modello

I parametri di ingresso del simulatore sono atti alla definizione della rete idrica da analizzare, delle relative proprietà idrauliche, e delle condizioni di esercizio. Una rete di distribuzione idrica può essere vista dal punto di vista topologico come un grafo, cioè un insieme di elementi (condotte, valvole e pompe, ciascuno aventi determinate proprietà) connessi da punti di estremità definiti nodi.

Modellazione dei nodi

I nodi rappresentano punti di congiunzione tra tratti rettilinei di tubazione o punti in cui vi è una richiesta di acqua (*demand*). La richiesta di acqua può variare nel tempo (*demand pattern*) ed essere positiva, in caso di punto di presa, o negativa, in presenza di punti sorgente di immissione di portate nella rete. Per ogni nodo a portata nota il calcolo idraulico fornisce come risultati il valore della pressione e del carico idraulico.
Le informazioni relative ai nodi delle reti ed i rispettivi risultati della simulazione riportati in *"Allegato A"*.

Modellazione dei serbatoi

I serbatoi sono nodi particolari in cui vi è immagazzinamento di risorsa idrica. La descrizione dei serbatoi a livello variabile avviene grazie alla conoscenza di dati quali quota del fondo, livello idrico iniziale e diametro (*EPANET* considera serbatoi di forma cilindrica, pertanto viene valutato il diametro equivalente tale da garantire un volume pari a quello reale). Il serbatoi delle reti in oggetto presentano capacità pari ad 380 m³, per la rete antincendio, e 330 m³, per la rete acqua servizi.

Modellazione delle tubazioni

Le condotte sono modellate in *EPANET* come tubazioni che trasportano il fluido da un nodo all'altro della rete nella direzione decrescente del carico idraulico. I parametri richiesti per la loro definizione sono: Nodo iniziale e finale, diametro, lunghezza e coefficiente di scabrezza.

Contestualmente a queste simulazioni è stato assunto un valore di scabrezza pari a 150, riferito a nuove tubazioni PEAD ed a perdite di carico valutate con la formula di Hazen-Williams. Dalle simulazioni idrauliche, per ogni ramo delle reti, sono ottenute portata convogliata, la velocità media dell'acqua e la perdita di carico.
Le informazioni relative ai rami delle reti ed i rispettivi risultati delle simulazioni riportati in "*Allegato B"*.

Modellazione degli impianti di sollevamento

Il sollevamento viene modellato attraverso l'entità pompa che collega il *serbatoio* (vasca di accumulo) e la condotta di mandata. Il software assume come ipotesi che l'acqua scorra all'interno delle pompe in una sola direzione e che esse operino entro i limiti di carico e portata, definiti dalle curve caratteristiche.
La caratterizzazione delle pompe avviene tramite definizione delle curve caratteristiche, riportate in *"Allegato C"*, costruite sulla base delle prestazioni minime di progetto relative al Gruppo Pompe Antincendio ed al gruppo di pressurizzazione acqua servizi.

Modellazione delle valvole

Le valvole nel programma utilizzato possono essere modellate per controllare pressione o portata in specifici punti della rete idrica. Nel modello in questione sono state utilizzate valvole per il controllo della portata, atte ad interrompere il flusso in caso di manutenzione di un tratto di tubazione.
In dettaglio, sono state modellate valvole *TCV* (Valvole di controllo dell'apertura) caratterizzate da un coefficiente di perdita pari a 0.2, come suggerito da manuale del programma per valvole a saracinesca.
Le informazioni relative alle valvole, e le rispettive collocazioni all'interno della rete, vengono riportate in *"Allegato D"*.

Modellazione dei componenti non fisici del modello della rete

Oltre ai componenti fisici della rete, già descritti nel paragrafo precedente, *EPANET* permette di utilizzare elementi che descrivono comportamento e aspetti operativi:

Curve

Le curve rappresentano funzioni che permettono il controllo del comportamento di elementi del modello. Generalmente vengono utilizzate per la caratterizzazione dell'efficienza di una pompa in funzione della portata e della prevalenza (curva caratteristica), oppure per il controllo del volume e del livello idrico di un serbatoio.
Nel modello in esame, è stata utilizzata esclusivamente una funzione per la definizione della curva caratteristica del sistema di sollevamento riportata in *"Allegato C"*.
Non è stata utilizzata alcuna funzione per il controllo del volume del serbatoio data l'irrisorietà della richiesta rispetto la risorsa idrica accumulata.

9. DESCRIZIONE DELLA RETE ANTINCENDIO

La rete antincendio progettata, e sottoposta a parere di conformità ai fini della prevenzione incendi, è costituita essenzialmente da:

- Rete idrica di tipo misto, di diametro adeguato, alimentata da due pompe una di riserva all'altra di cui una pompa azionata da motore termico;
- Riserva idrica idonea ad assicurare il funzionamento contemporaneo di quattro delle bocche da incendio installate per un periodo di almeno 60 min;
- Una serie di bocche da incendio tipo UNI 70, poste a distanza reciproca non superiore a 50m.

La rete idrica progettata, di tipo a maglie chiuse, è caratterizzata da tubazioni PEAD aventi DN200, le quali collegano la vasca di accumulo alle principali maglie di distribuzione, e tubazioni PEAD aventi DN150. Le tubazioni interrate sono caratterizzate da un ricoprimento minimo non inferiore ad 80 cm, come previsto da normativa.

Il gruppo pompe ad asse orizzontale sottobattente è previsto che sia composto da:

- N. 1 elettropompa principale;
- N. 1 motopompa principale;
- N. 1 elettropompa di compensazione.

In fase progettuale sono state definite le caratteristiche minime del gruppo di pompaggio antincendio, riconducibili a portata complessiva pari a 72 m³/h e prevalenza pari a circa 50 m.

La riserva idrica è rappresentata dalla vasca di accumulo permeato destinato alla rete antincendio, collocato nel fabbricato adibito al trattamento biologico – ultrafiltrazione MBR.

La richiesta minima di riserva idrica per la contemporaneità del funzionamento di quattro attacchi UNI 70, caratterizzati da una portata di 300 l/min ad una pressione minore o uguale di 4 bar per la durata di 60 min , è pari a 72 m³. La vasca di accumulo antincendio è caratterizzata da una capacità di circa 380 m³, tale da garantire ampiamente la richiesta minima di riserva idrica.

È prevista, da progetto, l'installazione di n°16 idranti di tipo soprasuolo a due bocche ed ulteriori n°6 idranti in cassetta con tubazione flessibile liscia. Il numero totale di idranti previsti da progetto pertanto risulta pari a 22.

La posizione all'interno della rete è rappresentato di seguito in FIGURA ed è apprezzabile in dettaglio nell'elaborato EG-009 -"Planimetria rete antincendio" - oltre ad essere segnalato con dicitura "UNI 70", accompagnata dalla distinzione tra "soprasuolo" e "in cassetta", nell'elenco nodi della rete in *Allegato A*.

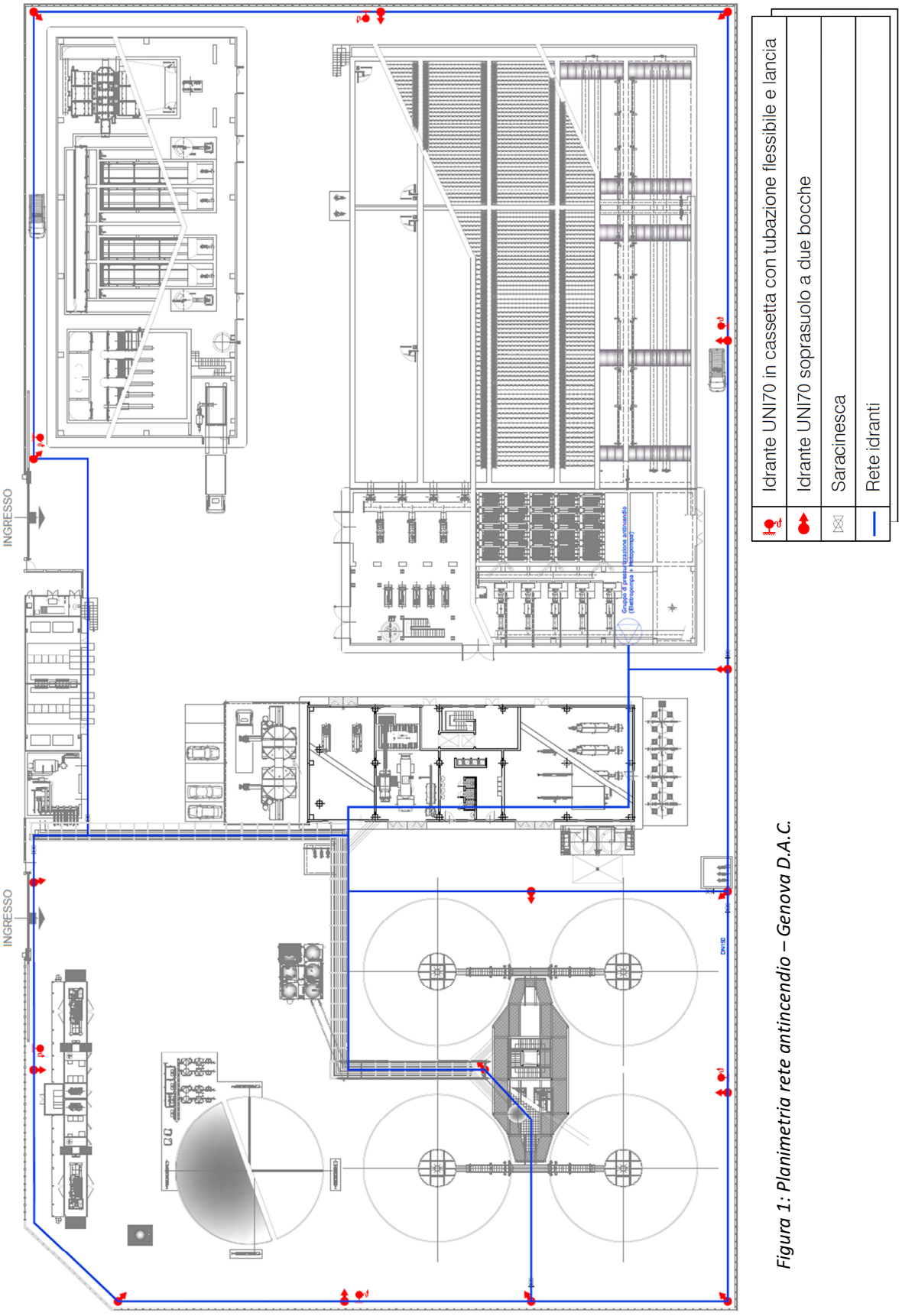


Figura 1: Planimetria rete antincendio – Genova D.A.C.

10. DESCRIZIONE DELLA RETE ACQUA SERVIZI

La rete acqua servizi progettata, e sottoposta a verifica idraulica, è costituita essenzialmente da:
- Rete idrica di tipo misto, di diametro adeguato, alimentata da sistema di pressurizzazione;
- Riserva idrica idonea ad assicurare il fabbisogno dell'impianto;
- Una serie di punti di presa, tali da garantire portate equivalenti al fabbisogno complessivo delle apparecchiature di ogni comparto.

La rete idrica progettata, di tipo a maglie chiuse, è caratterizzata da tubazioni PEAD aventi DN200, le quali collegano la vasca di accumulo alle principali maglie di distribuzione, e tubazioni PEAD aventi DN150. Le tubazioni interrate sono caratterizzate da un ricoprimento minimo non inferiore ad 80 cm, come previsto da normativa.

In fase progettuale sono state definite le caratteristiche minime del gruppo di pompaggio acqua servizi, riconducibili a portata complessiva pari a 230 m³/h e prevalenza pari a circa 50 m.
La riserva idrica è rappresentata dalla vasca di accumulo permeato destinato alla rete acqua servizi, collocato nel fabbricato adibito al trattamento biologico – ultrafiltrazione MBR.

Per identificare la domanda idrica delle apparecchiature, nei relativi comparti, sono state analizzate le richieste acqua servizi delle singole apparecchiature, successivamente accorpate in nodi di presa ai fini della modellazione. Di seguito riportati in tabella le portate valutate per i relativi comparti.

Comparto	Portate richieste
GRIGLIATURA FINE	3,20 l/s
DISSABBIATURA	8,30 l/s
CHIARIFICAZIONE ACCELERATA	1,94 l/s
ISPESSIMENTO FANGHI	11,94 l/s
DISIDRATAZIONE FANGHI	24,17 l/s
TRATTAMENTO BOTTINI	14,17 l/s
TOTALE	**63,72 l/s = 230 m^3/h**

La posizione all'interno della rete, con i relativi punti di presa, è rappresentato di seguito in FIGURA. Inoltre i dati relativi ai nodi caratterizzati da punti di presa della rete vengono indicati in Allegato A.

11. DESCRIZIONE DELLA RETE ACQUA POTABILE

L'arrivo della rete acqua potabile, a servizio di uffici e servizi igienici, è collocato geograficamente presso l'ingresso Sud-Ovest dell'impianto in corrispondenza del rack. L'utilizzo del suddetto manufatto è previsto per il percorso tubazioni dal punto di arrivo della rete di distribuzione urbana nell'impianto fino all'edificio dove sono ubicati uffici, spogliatoi e servizi.

La rete idrica progettata è caratterizzata da tubazioni PEAD aventi DN60. La posizione all'interno della rete è rappresentata di seguito in Figura 2.

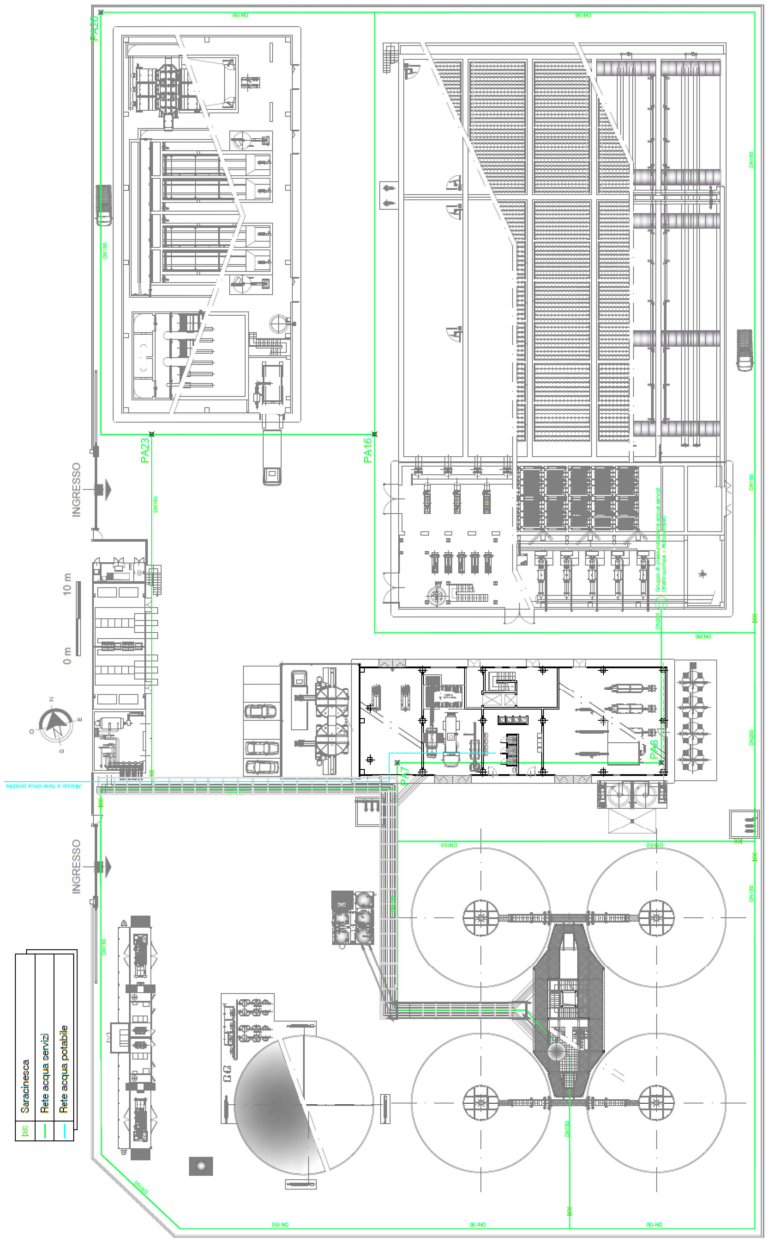


Figura 2: Planimetria rete acqua servizi e potabile – Genova D.A.C.

12. RISULTATI

Rete antincendio

Di seguito riportato in *Figura 3* il modello della rete aventi indicazioni cromatiche relative ai diametri di tubazioni e valvolame. Nel caso in esame l'elevazione di tutti i nodi risulta circa pari a 2,5 m.s.l.m., corrispondente ad interro con ricoprimento pari ad un metro rispetto al piano campagna previsto.

Il suddetto modello rappresenta una schematizzazione di quanto rappresentato in *Figura 1* e nell'elaborato *EG-009* - "*Planimetria rete antincendio*".

Al seguente modello vengo applicate le condizioni al contorno e di esercizio riportate nel paragrafo "Caratteristiche del modello", riportate schematicamente in *"Allegato A", "Allegato B", "Allegato C"* ed *"Allegato D"*.

I risultati della simulazione, quali pressioni in tutti i nodi e portate nelle rispettive tubazioni, sono rappresentati in "*Figura 3*" mediante scale cromatiche e spessori/dimensioni proporzionali ai relativi risultati.

In particolare, vengono evidenziate le pressioni nei nodi PA20, PA22, PA30 e PA34, corrispondenti alle posizioni dei quattro idranti, nelle posizioni idraulicamente più sfavorevoli, per i quali è stato verificato il soddisfacimento di una pressione pari a 4 bar in contemporanea per una durata superiore ai 60 min.

I medesimi risultati vengono tabulati in "*Allegato A*" e "*Allegato B*". I valori di pressione nei nodi risultano superiori ai 60.23 mca (≅5.9 bar) in tutti i nodi della rete, pertanto tali da garantire le prestazioni prescritte della normativa UNI 10779.

I valori di portata e velocità nelle condotte risultano essere più variabili in termini generali, ma comunque tali da garantire una portata di 5 l/s (300 l/min) nei sopracitati nodi di presa, oggetto di verifica.

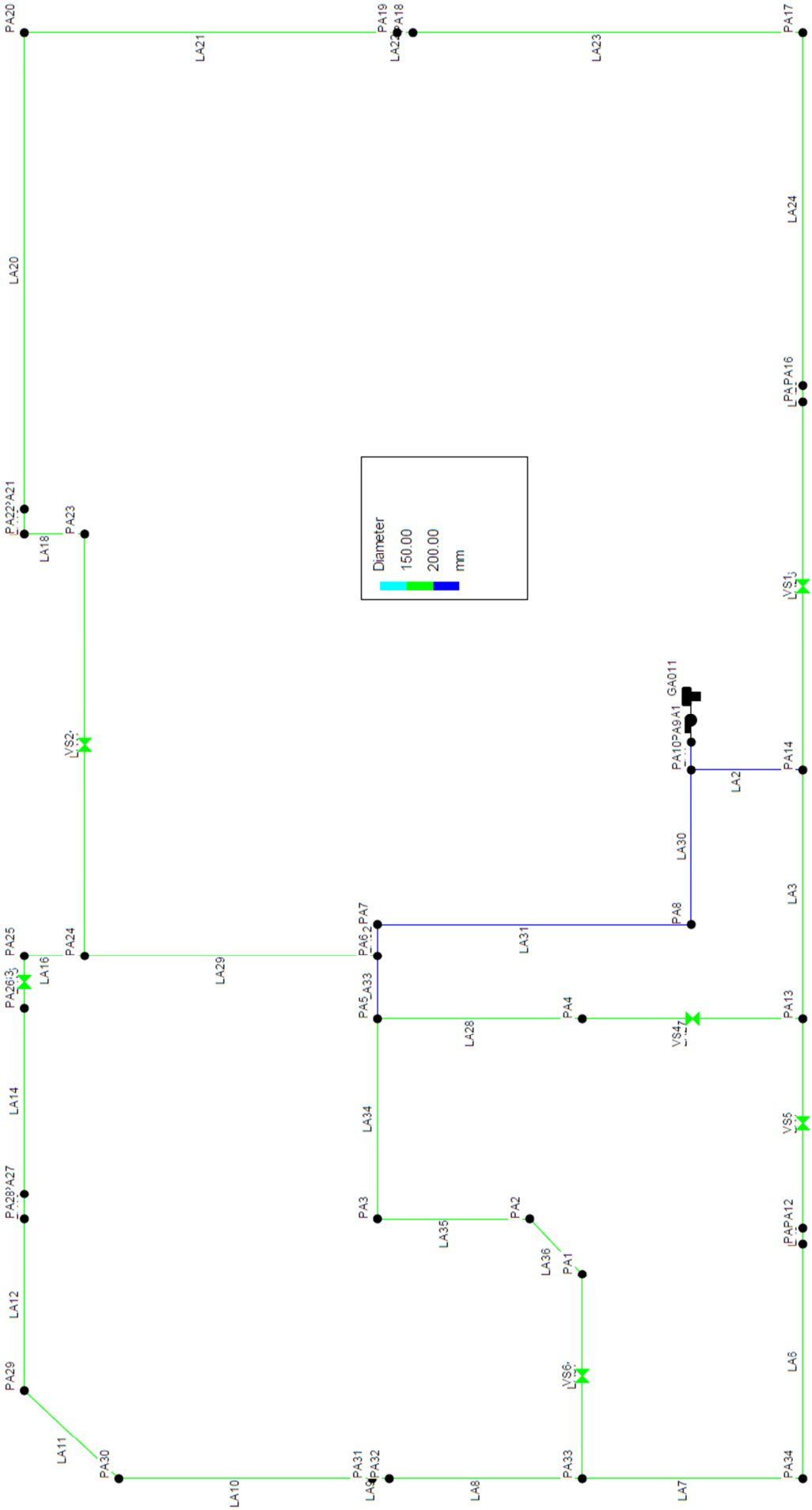


Figura 2: Modello della rete - Diametri delle tubazioni

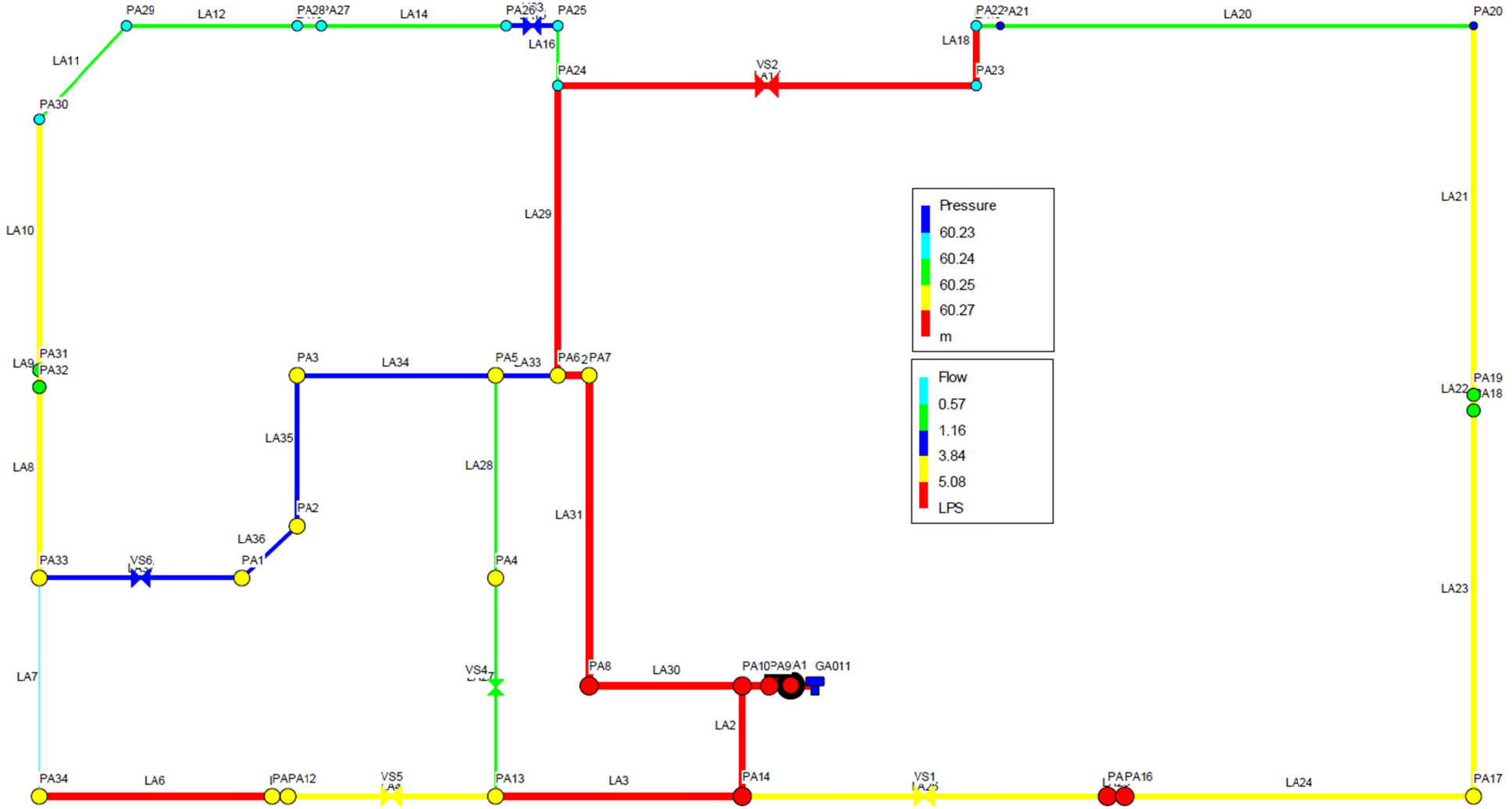


Figura 3: Modello della rete - Output dei risultati in termini di pressioni nei nodi e di portate nelle condotte.

Rete acqua servizi

Di seguito riportato in *Figura 4* il modello della rete aventi indicazioni cromatiche relative ai diametri di tubazioni e valvolame e le elevazioni dei nodi. Per quanto concerne la rete acqua servizi in esame l'elevazione dei nodi risulta variabile da circa 2,5 m.s.l.m., corrispondente ad interro con ricoprimento pari ad un metro rispetto al piano campagna previsto, fino a quota 9,5 m s.l.m. corrispondente all'ultimo piano del rack.

Il suddetto modello rappresenta una schematizzazione di quanto rappresentato in *Figura 2*.
Al seguente modello vengo applicate le condizioni al contorno e di esercizio riportate nel paragrafo "Caratteristiche del modello", riportate schematicamente in *"Allegato A", "Allegato B", "Allegato C"* ed *"Allegato D"*.

I risultati della simulazione, quali pressioni in tutti i nodi e portate nelle rispettive tubazioni, sono rappresentati in "*Figura 5*" mediante scale cromatiche e spessori/dimensioni proporzionali ai relativi risultati.

I medesimi risultati vengono tabulati in "*Allegato A*" e "*Allegato B*". I valori di pressione nei nodi risultano compresi tra i 20.69 mca (≅2 bar) ed i 27.54 mca (≅2.7 bar) in tutti i nodi della rete.

I valori di portata e velocità nelle condotte risultano essere più variabili in termini generali, ma comunque tali da garantire le portate richieste nei sopracitati nodi di presa, oggetto di verifica.

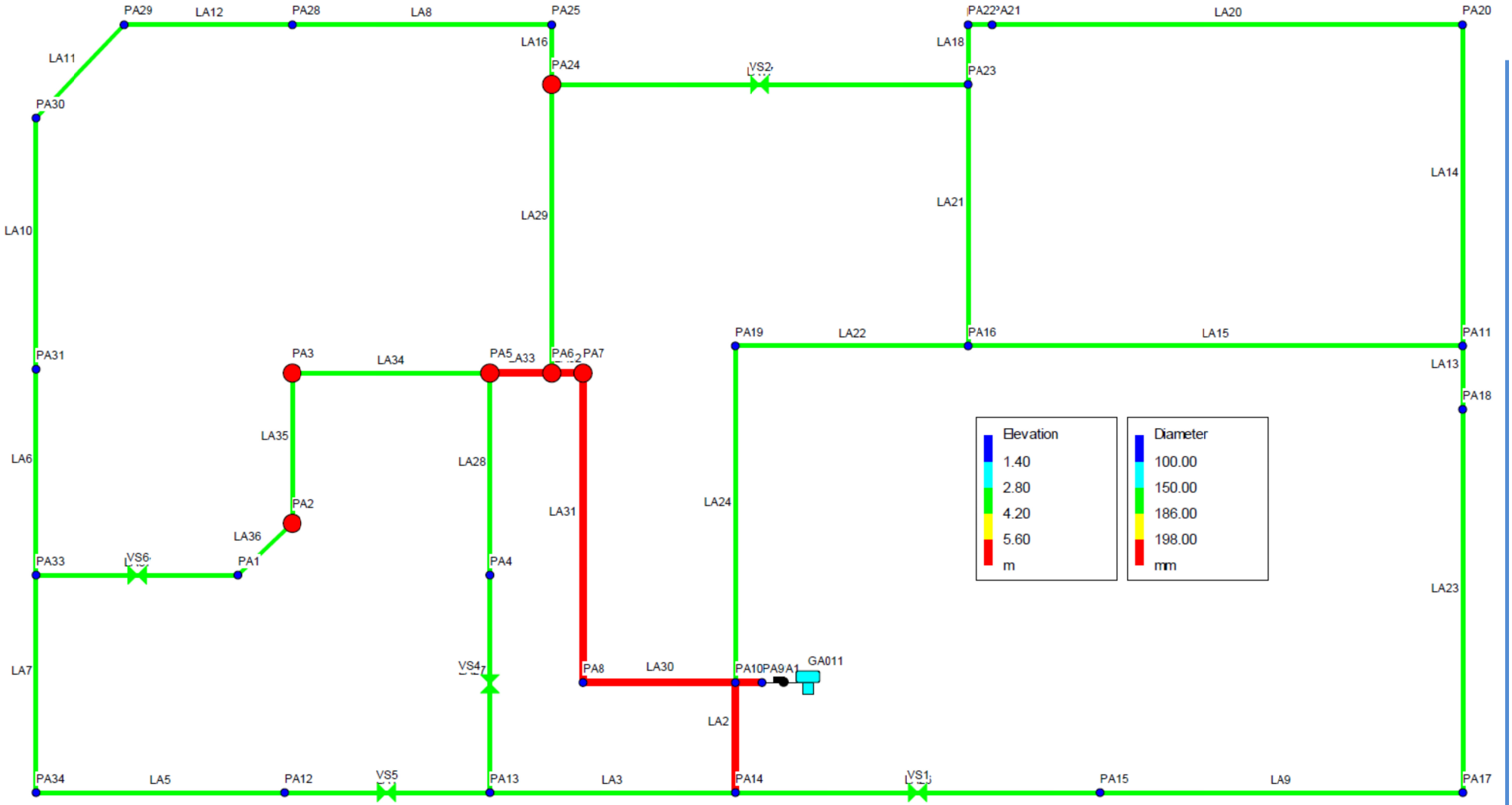


Figura 4: Modello della rete – Elevazione, riferita al piano campagna, dei nodi e Diametri delle tubazioni.

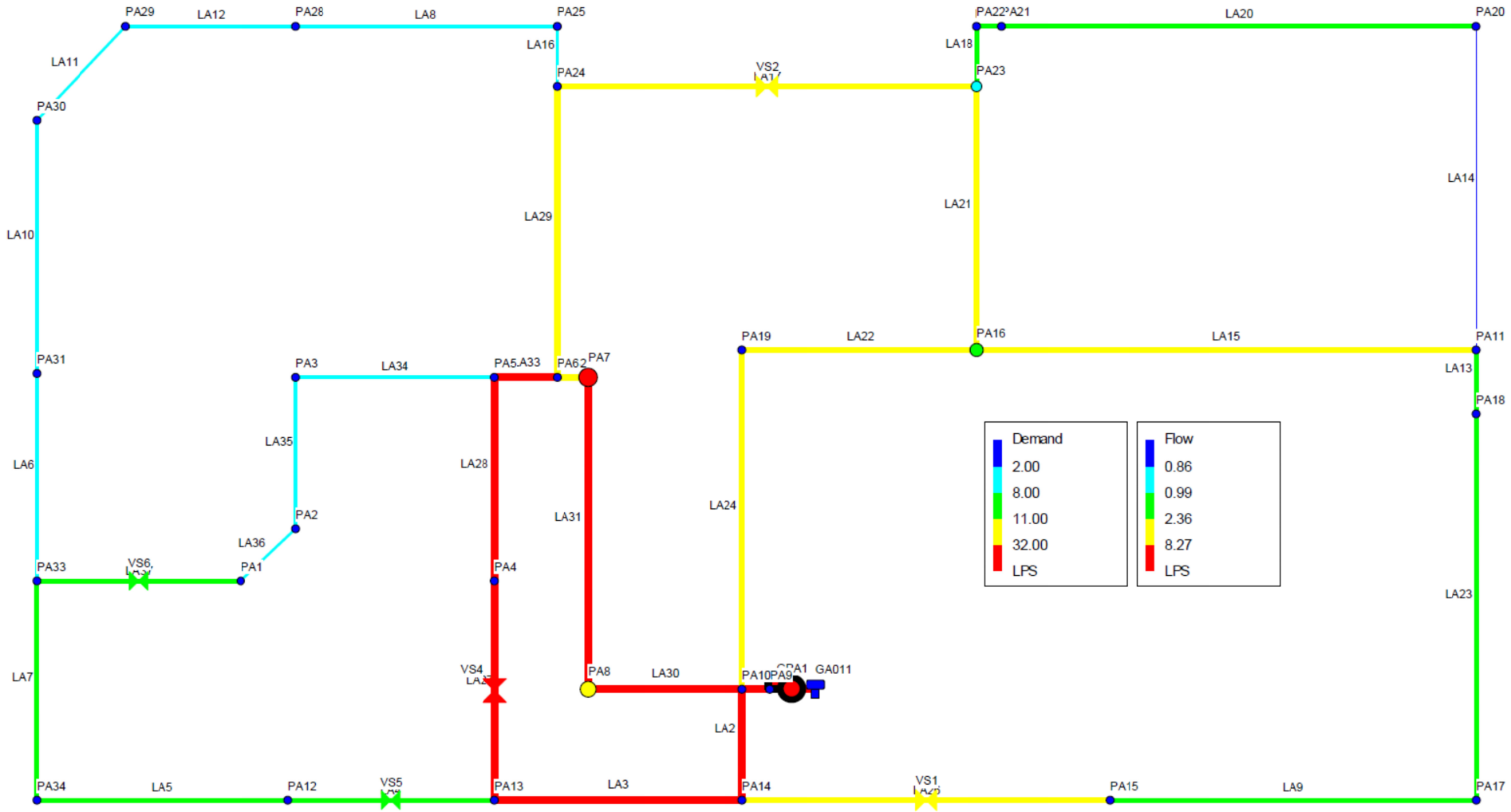


Figura 3: Modello della rete - Output dei risultati in termini di domanda nei nodi e di portate nelle condotte.

13. CONCLUSIONI

La verifica, effettuata attraverso il software EPANET 2.0, ha dimostrato come il dimensionamento delle condotte adduttrici soddisfi il corretto transito di portata ed i livelli di pressione richiesti.

In particolare, grazie alle capacità dei serbatoi di accumulo che alimentano le reti idriche, la durata di alimentazione è ampiamente garantita.

Il complesso di tubazioni e gruppi di pressurizzazione risultano in grado di garantire le portata e le pressioni richieste dalla normativa vigente come si evince dai risultati della simulazione, per quanto concerne la rete idrica antincendio, e garantiscono il transito ed il recapito delle portate richieste dai vari comparti relativamente alla rete acqua servizi.

14. VERIFICA DELLE TUBAZIONI DI CONVOGLIAMENTO DEL BIOGAS

Utilizzando le medesime metodologie di calcolo applicate per la verifica delle tubazioni dell'aria, sono state quantificate anche le perdite di carico attraverso le tubazioni di convogliamento del biogas dai digestori fino ai cogeneratori ed alla caldaia.

Dette perdite di carico sono state calcolate sempre mediante la formula di Colebrook adottando densità e viscosità stimate per il biogas nelle condizioni di esercizio. La scabrezza delle tubazioni è assunta pari a 0,1 mm.

Cautelativamente, sono state considerate le massime produzioni di biogas, tenuto conto dell'incremento conseguibile attraverso l'impiego del trattamento di idrolisi dei fanghi.

La seguente tabella riassume i risultati ottenuti. Le portate si intendono riferite alle singole tubazioni: in caso di più linee parallele, la portata complessiva di biogas è stata quindi suddivisa su queste ultime.

Linea	Qmax [m^3/h]	DN [mm]	Vmax [m/s]	L [m]	scabrezza [mm]	imbocco	sbocco	n. curve	n. valvole	n. tee	Perdita [mbar]
tubazioni estrazioni biogas da digestori	167.00	150	2.6	55	0.0001	1	0	12	5	1	0.84
distribuzione a filtri	167.00	200	1.5	50	0.0001	0	0	0	0	0	0.08
linee filtri	167.00	150	2.6	4	0.0001	0	0	6	7	2	0.23
perdite di carico sui filtri	167.00										10.00
collettore valle filtri	666.70	150	10.5	15	0.0001	0	0	2	0	0	1.61
TOTALE PERDITE DIGESTORI-GASOMETRO											**12.76**
collettore alimentazione soffianti	666.70	150	10.5	15	0.0001	0	0	4	3	0	2.33
aspirazione soffianti	167.00	100	5.9	1	0.0001	0	0	0	1	1	0.31
TOTALE PERDITE DIGESTORI-SOFFIANTI											**15.40**
mandata soffianti	141.95	100	5.0	1	0.0001	0	0	0	1	1	0.28
alimentazione cogeneratori	283.90	100	10.0	30	0.0001	0	1	6	1	0	6.96
TOTALE PERDITE SOFFIANTI-COGENERATORI											**7.25**
mandata soffianti	141.95	100	5.0	1	0.0001	0	0	0	1	1	0.28
alimentazione caldaie	283.90	100	10.0	55	0.0001	0	1	6	1	0	11.20
TOTALE PERDITE SOFFIANTI-CALDAIA											**11.49**

Come si può notare, le perdite di pressione previste tra i digestori e le soffianti di compressione del biogas sono compatibili con una pressione, nella cupola dei digestori, variabile tra 20 e 50 mbar.

Inoltre, anche a valle delle soffianti, le perdite di carico appaiono trascurabili ai fini dell'alimentazione ai bruciatori degli utilizzatori finali.

ALLEGATO A

Nodi - Rete antincendio

Elenco Punti Antincendio (PA)						
Node ID	**X [m]**	**Y [m]**	**Z [m]**	**Base demand [l/s]**	**Pressione [m]**	**NOTE**
PA1	24,40	26,23	2,50	0,00	60.25	
PA2	30,65	32,14	2,50	0,00	60.25	UNI70 soprasuolo
PA3	30,65	49,49	2,50	0,00	60.26	
PA4	53,45	26,23	2,50	0,00	60.27	UNI70 soprasuolo
PA5	53,45	49,49	2,50	0,00	60.27	
PA6	60,57	49,49	2,50	0,00	60.27	
PA7	64,13	49,49	2,50	0,00	60.27	
PA8	64,13	13,84	2,50	0,00	60.29	
PA9	84,87	13,84	2,50	0,00	60.30	Vasca di accumulo
PA10	81,71	13,84	2,50	0,00	60.29	
PA11	27,78	1,22	2,50	0,00	60.27	UNI70 soprasuolo
PA12	29,65	1,22	2,50	0,00	60.27	UNI70 in cassetta
PA13	53,45	1,22	2,50	0,00	60.27	UNI70 soprasuolo
PA14	81,71	1,22	2,50	0,00	60.29	UNI70 soprasuolo
PA15	123,60	1,22	2,50	0,00	60.29	UNI70 soprasuolo
PA16	125,48	1,22	2,50	0,00	60.29	UNI70 in cassetta
PA17	165,49	1,22	2,50	0,00	60.27	UNI70 soprasuolo
PA18	165,49	45,37	2,50	0,00	60.25	UNI70 in cassetta
PA19	165,49	47,25	2,50	0,00	60.25	UNI70 soprasuolo
PA20	165,49	89,53	2,50	5,00	60.23	UNI70 soprasuolo
PA21	111,27	89,53	2,50	0,00	60.23	UNI70 in cassetta
PA22	108,47	89,53	2,50	5,00	60.23	UNI70 soprasuolo
PA23	108,47	82,65	2,50	0,00	60.23	
PA24	60,57	82,65	2,50	0,00	60.23	
PA25	60,57	89,53	2,50	0,00	60.23	
PA26	54,57	89,53	2,50	0,00	60.23	UNI70 soprasuolo
PA27	33,42	89,53	2,50	0,00	60.23	UNI70 in cassetta
PA28	30,62	89,53	2,50	0,00	60.23	UNI70 soprasuolo
PA29	11,17	89,47	2,50	0,00	60.23	
PA30	1,18	78,80	2,50	5,00	60.23	UNI70 soprasuolo
PA31	1,18	49,98	2,50	0,00	60.24	UNI70 soprasuolo
PA32	1,18	48,11	2,50	0,00	60.24	UNI70 in cassetta
PA33	1,18	26,23	2,50	0,00	60.25	UNI70 soprasuolo
PA34	1,18	1,22	2,50	5,00	60.25	UNI70 soprasuolo

Nodi - Rete acqua servizi

Elenco Punti Acqua Servizi (PA)						
Node ID	**X [m]**	**Y [m]**	**Z [m]**	**Demand [l/s]**	**Pressioni [m]**	**NOTE**
PA1	24,40	26,23	2,00	0.00	27.24	
PA2	30,65	32,14	9,50	0.00	20.74	
PA3	30,65	49,49	9,50	0.00	20.73	
PA4	53,45	26,23	2,00	0.00	27.33	
PA5	53,45	49,49	9,50	0.00	20.73	
PA6	60,57	49,49	9,50	0.00	20.73	
PA7	64,13	49,49	9,50	38.34	20.72	$Q_{DIS.FANGHI+BOTTINI}$: 38,34 l/s
PA8	64,13	13,84	2,00	11.94	27.36	$Q_{ISPESSIMENTOFANGHI}$: 11,94 l/s
PA9	84,87	13,84	2,00	0.00	27.54	
PA10	81,71	13,84	2,00	0.00	27.49	
PA11	165,49	52,55	2,00	0.00	27.18	
PA12	29,65	1,22	2,00	0.00	27.33	
PA13	53,45	1,22	2,00	0.00	27.33	
PA14	81,71	1,22	2,00	0.00	27.47	
PA15	123,60	1,22	2,00	0.00	27.47	
PA16	108,47	52,55	2,00	8.30	27.02	$Q_{DISSABIATURA}$: 8,30 l/s
PA17	165,49	1,22	2,00	0.00	27.33	
PA18	165,49	45,37	2,00	0.00	27.32	
PA19	81,71	52,55	2,00	0.00	27.25	
PA20	165,49	89,53	2,00	1.94	27.18	$Q_{CHIARIFICAZIONE}$: 1,94 l/s
PA21	111,27	89,53	2,00	0.00	27.19	
PA22	108,47	89,53	2,00	0.00	27.19	
PA23	108,47	82,65	2,00	3.20	27.19	$Q_{GRIGLIATURA\ FINE}$: 3,20 l/s
PA24	60,57	82,65	9,50	0.00	20.69	
PA25	60,57	89,53	2,00	0.00	27.19	
PA28	30,62	89,53	2,00	0.00	27.21	
PA29	11,17	89,47	2,00	0.00	27.21	
PA30	1,18	78,80	2,00	0.00	27.21	
PA31	1,18	49,98	2,00	0.00	27.21	
PA33	1,18	26,23	2,00	0.00	27.24	
PA34	1,18	1,22	2,00	0.00	27.24	

ALLEGATO B

Tubazioni - Rete antincendio

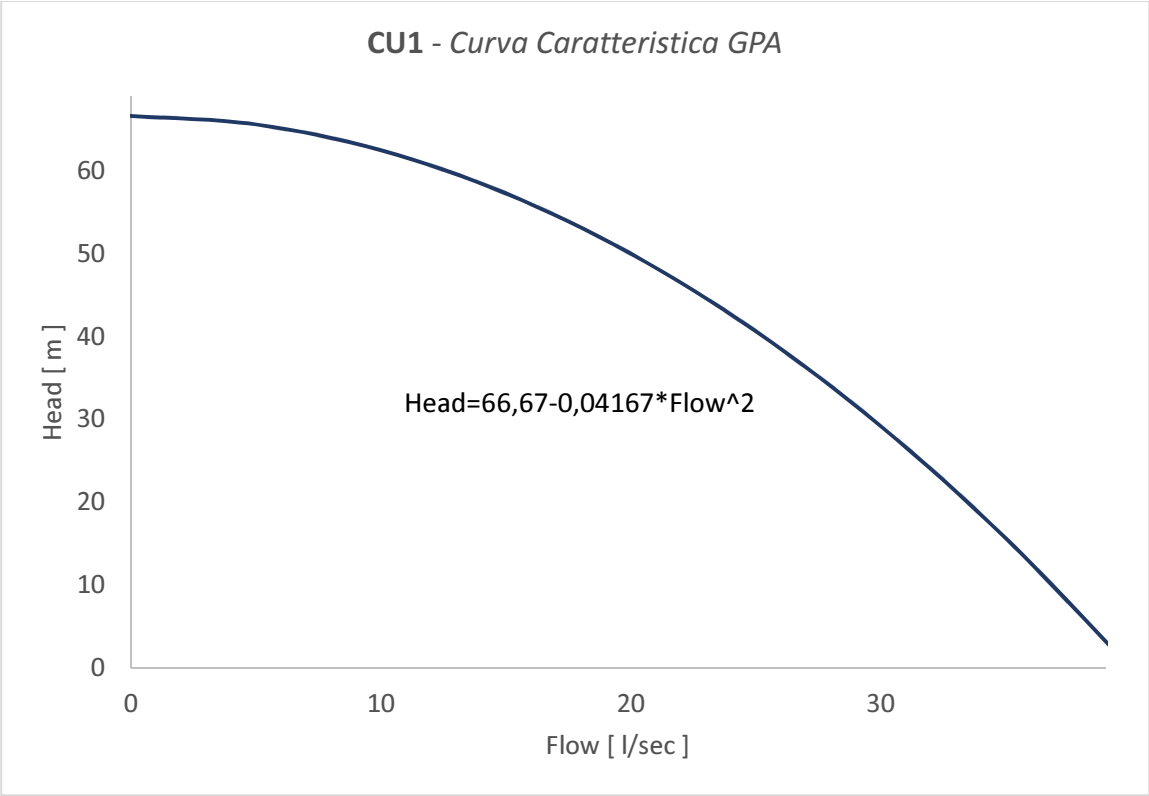
Link ID	Lunghezza [m]	DN [mm]	Scabrezza	Portata [LPS]	Velocità [m/s]	Perdite di carico unitarie [m/km]
Pipe LA1	3.16	200	150	20,00	0.64	1.80
Pipe LA2	12.62	200	150	10.21	0.32	0.52
Pipe LA3	28.26	150	150	5.78	0.33	0.74
Pipe LA4	23.80	150	150	0.01	0.00	0.00
Pipe LA5	1.87	150	150	5.08	0.29	0.58
Pipe LA6	26.60	150	150	5.08	0.29	0.58
Pipe LA7	25.01	150	150	0.08	0.00	0.00
Pipe LA8	21.88	150	150	3.84	0.22	0.35
Pipe LA9	1.87	150	150	3.84	0.22	0.35
Pipe LA10	28.82	150	150	3.84	0.22	0.35
Pipe LA11	14.62	150	150	1.16	0.07	0.04
Pipe LA12	19.45	150	150	1.16	0.07	0.04
Pipe LA13	2.80	150	150	1.16	0.07	0.04
Pipe LA14	21.15	150	150	1.16	0.07	0.04
Pipe LA15	6.00	150	150	0.01	0.00	0.00
Pipe LA16	6.88	150	150	1.16	0.07	0.04
Pipe LA17	47.90	150	150	0.01	0.00	0.00
Pipe LA18	6.88	150	150	5.57	0.32	0.69
Pipe LA19	2.80	150	150	0.57	0.03	0.01
Pipe LA20	54.22	150	150	0.57	0.03	0.01
Pipe LA21	42.28	150	150	4.43	0.25	0.45
Pipe LA22	1.88	150	150	4.44	0.25	0.45
Pipe LA23	44.15	150	150	4.45	0.25	0.45
Pipe LA24	40.01	150	150	4.46	0.25	0.45
Pipe LA25	1.88	150	150	4.47	0.25	0.45
Pipe LA26	41.89	150	150	0.01	0.00	0.00
Pipe LA27	25.01	150	150	0.01	0.00	0.00
Pipe LA28	23.26	150	150	0.70	0.04	0.01
Pipe LA29	33.16	150	150	6.73	0.38	0.97
Pipe LA30	17.58	200	150	9.79	0.31	0.48
Pipe LA31	35.65	200	150	9.79	0.31	0.48
Pipe LA32	3.56	200	150	9.79	0.31	0.48
Pipe LA33	7.12	200	150	3.06	0.10	0.06
Pipe LA34	22.80	150	150	3.76	0.21	0.33
Pipe LA35	17.35	150	150	3.76	0.21	0.33
Pipe LA36	8.60	150	150	3.76	0.21	0.33
Pipe LA37	23.22	150	150	0.01	0.00	0.00
Pump				20.00		

Tubazioni - Rete acqua servizi

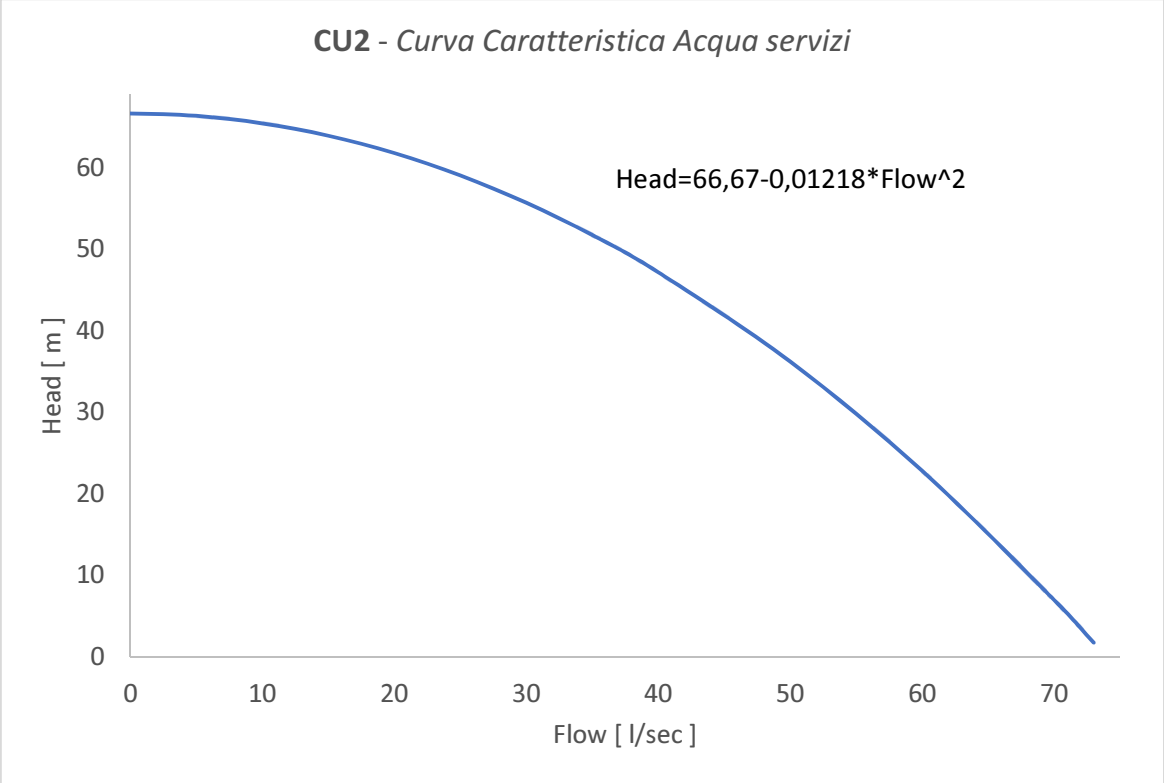
Link ID	Lunghezza [m]	DN [mm]	Scabrezza	Portata [LPS]	Velocità [m/s]	Perdite di carico unitarie [m/km]
Pipe LA1	3.16	200	150	63.72	2.03	15.42
Pipe LA2	12.62	200	150	18.59	0.59	1.58
Pipe LA3	28.26	150	150	16.23	0.92	4.98
Pipe LA4	23.80	150	150	0.02	0.00	0.00
Pipe LA5	1000	150	150	1.85	0.10	0.09
Pipe LA6	1000	150	150	0.86	0.05	0.02
Pipe LA7	25.01	150	150	1.85	0.10	0.09
Pipe LA8	1000	150	150	0.86	0.05	0.02
Pipe LA9	1000	150	150	2.36	0.13	0.14
Pipe LA10	28.82	150	150	0.86	0.05	0.02
Pipe LA11	14.62	150	150	0.86	0.05	0.02
Pipe LA12	19.45	150	150	0.86	0.05	0.02
Pipe LA13	1000	150	150	2.36	0.13	0.14
Pipe LA14	1000	150	150	0.20	0.01	0.00
Pipe LA15	1000	150	150	2.56	0.14	0.16
Pipe LA16	6.88	150	150	0.86	0.05	0.02
Pipe LA17	47.90	150	150	0.02	0.00	0.00
Pipe LA18	6.88	150	150	2.14	0.12	0.12
Pipe LA19	2.80	150	150	2.14	0.12	0.12
Pipe LA20	54.22	150	150	2.14	0.12	0.12
Pipe LA21	1000	150	150	2.63	0.15	0.17
Pipe LA22	1000	150	150	3.11	0.18	0.23
Pipe LA23	44.15	150	150	2.36	0.13	0.14
Pipe LA24	1000	150	150	3.11	0.18	0.23
Pipe LA26	41.89	150	150	0.02	0.00	0.00
Pipe LA27	25.01	150	150	0.02	0.00	0.00
Pipe LA28	23.26	150	150	14.39	0.81	3.98
Pipe LA29	33.16	150	150	7.10	0.40	1.08
Pipe LA30	17.58	200	150	42.01	1.34	7.13
Pipe LA31	35.65	200	150	30.07	0.96	3.84
Pipe LA32	3.56	200	150	8.27	0.26	0.35
Pipe LA33	7.12	200	150	15.37	0.49	1.11
Pipe LA34	22.80	150	150	0.99	0.06	0.03
Pipe LA35	17.35	150	150	0.99	0.06	0.03
Pipe LA36	8.60	150	150	0.99	0.06	0.03
Pipe LA37	23.22	150	150	0.02	0.00	0.00
Pump				63.72		

ALLEGATO C

Curva caratteristica - Rete antincendio



Curva caratteristica - Rete antincendio



ALLEGATO D

Valvole - Rete antincendio

Elenco Valvole Antincendio (VS)					
ID VS	**PA In.**	**PA Fin.**	**DN**	**TIPO**	**Loss C.**
VS 1	PA14	PA15	150	TCV	0,2
VS 2	PA23	PA24	150	TCV	0,2
VS 3	PA25	PA26	150	TCV	0,2
VS 4	PA4	PA13	150	TCV	0,2
VS 5	PA12	PA13	150	TCV	0,2
VS 6	PA1	PA33	150	TCV	0,2

Valvole - Rete acqua servizi

Elenco Valvole Acqua Servizi (VS)					
ID VS	**PA In.**	**PA Fin.**	**DN**	**TIPO**	**Loss C.**
VS 1	PA14	PA15	150	TCV	0,2
VS 2	PA23	PA24	150	TCV	0,2
VS 4	PA4	PA13	150	TCV	0,2
VS 5	PA12	PA13	150	TCV	0,2
VS 6	PA1	PA33	150	TCV	0,2