

COMUNE DI MADONNA DEL SASSO (VB)



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

Via Triggiani, 9 - 28100 NOVARA (NO)
Tel. 0321 413111 - Fax. 0321 458729
@mail: info@acquanovaravco.eu
@pec: segreteria@pec.acquanovaravco.eu

TITOLO COMMESSA:

EMERGENZA IDRICA
Potenziamento dei trattamenti di potabilizzazione Acquedotto ex Consorzio

OGGETTO:

Relazione idraulica

SCALA:

-

AVANZAMENTO PROGETTO:

Definitivo

Data Rev. N° 0:

NOVEMBRE 2022

Rev. N°	Modifiche	Data
1	—	-/-/-
2	—	-/-/-
3	—	-/-/-
4	—	-/-/-

Rif. N° Commessa:

Y02M - 10043194

Il Progettista

Ing. Matteo Ferrero

Elaborato N°:

B.01

CUP:

D98B22001080001

RUP:

Ing. Giuseppe Caranti

PROPRIETA' RISERVATA

**QUESTO DISEGNO NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO NE' COMUNICATO A TERZI SENZA
AUTORIZZAZIONE DI ACQUA NOVARA.VCO s.p.a.**



Sommario

Sommario	1
1. Premessa	1
2. Fabbisogni	1
3. Dimensionamento dei filtri	2
3.2 Verifica dell'idoneità dei filtri scelti – velocità di filtrazione	2
3.3 Autonomia dei filtri	4
3.4 Automatismi	5
4. Verifica delle perdite di carico	9
4.1 Perdite di carico all'interno del sistema.....	9

1. Premessa

La presente relazione idraulica riporta le valutazioni e le verifiche necessarie per il corretto dimensionamento delle componenti e degli impianti previsti dal progetto di potenziamento del trattamento di filtrazione denominato “Alpe Donzello” in comune di San Maurizio d’Opaglio.

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo impianto di filtrazione che si affiancherà al preesistente al fine di potenziarne l’efficacia e riuscire a trattare acque rese maggiormente torbide dalla riduzione di portata nei punti di captazione dovuta al periodo prolungato di siccità.

2. Fabbisogni

Nel caso specifico la valutazione delle portate di progetto può essere fatta, anziché sull’analisi dei fabbisogni dell’utenza alimentata dall’impianto, da una verifica dei valori storici rilevati da telecontrollo; ciò questo perché le portate in uscita dall’impianto vengono gestite e limitate da un gruppo di valvole azionate da attuatori pneumatici:

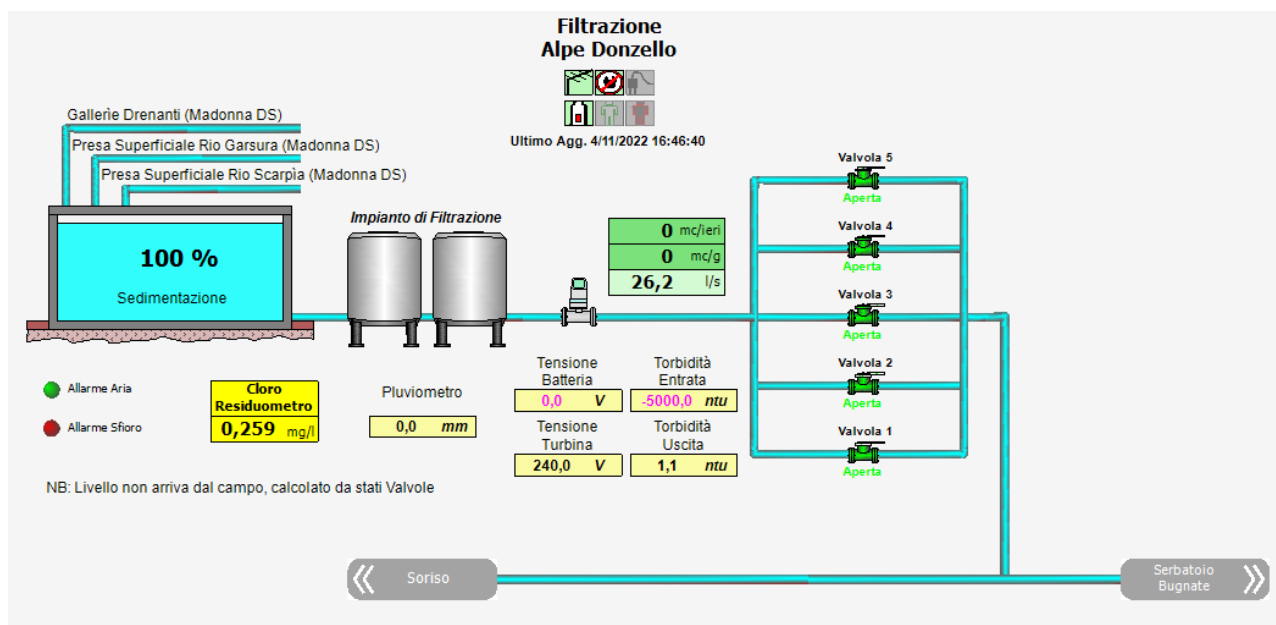


Figura 1 - schema della rete idrica del comune di Maggiore

Come è possibile desumere dal grafico del trend delle portate in uscita verso rete degli ultimi mesi, le portate complessive variano da 0 (a impianto fermo e con tutte le valvole chiuse) ad un massimo di circa 27 l/s:

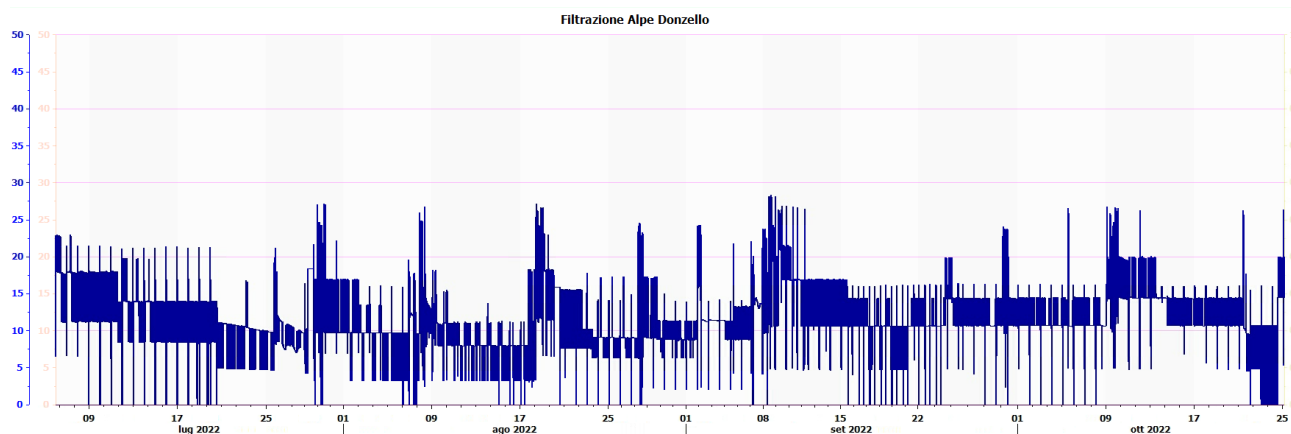


Figura 2: trend settimanale delle portate in uscita dall'impianto

In ragione di sicurezza si considererà, ai fini del dimensionamento del nuovo impianto, una portata da trattare complessiva pari a **30 l/s**.

Lo schema di funzionamento del nuovo impianto prevede unicamente la possibilità di un funzionamento in parallelo con quello preesistente; pertanto, la massima portata transitante dal nuovo gruppo filtrante sarà considerata pari a **15 l/s**.

3. Dimensionamento dei filtri

3.2 Verifica dell'idoneità dei filtri scelti – velocità di filtrazione

Come indicato in premessa, l'utilizzo di filtri è finalizzato a ridurre sensibilmente la torbidità delle acque prelevate da corpo idrico e da trincea drenante, torbidità che risulta essere accentuata in periodi di forte siccità con la riduzione delle portate dei corpi idrici.

Tale premessa di fatto implica 2 aspetti:

- La natura stessa delle fonti di captazione è assai variabile così come le portate derivate da esse;
- La torbidità dell'acqua è fortemente legata alle portate derivate e, come essere, risulta essere assai variabile;

Sulla base di quanto sopra risulta ovvio che il sistema che verrà predisposto dovrà prevedere un funzionamento "elastico" adattabile, di volta in volta, alle condizioni al contorno che le fonti verranno a comportare.

Nel suo complesso il sistema filtrante dovrà quindi prevedere la possibilità di gestire basse portate con torbidità elevata e alte portate con torbidità inferiore, l'attuale sistema prevede il funzionamento dei due filtri presenti sia in parallelo che in serie; il nuovo gruppo di filtri potrà funzionare parallelamente al primo nel medesimo modo.

Le due configurazioni vengono riportate nelle immagini sottostanti.

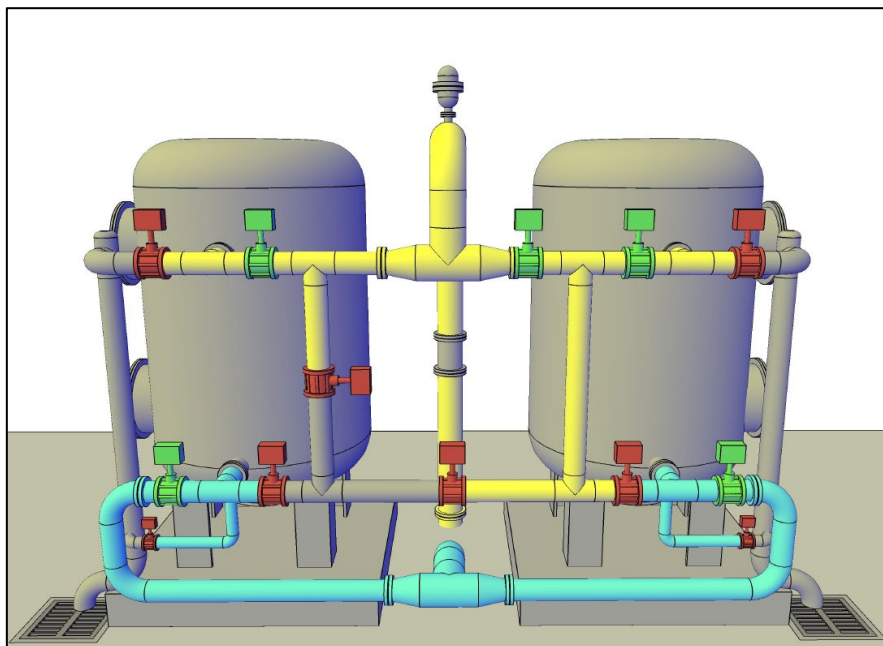


Figura 3: impianto di filtrazione - configurazione in parallelo

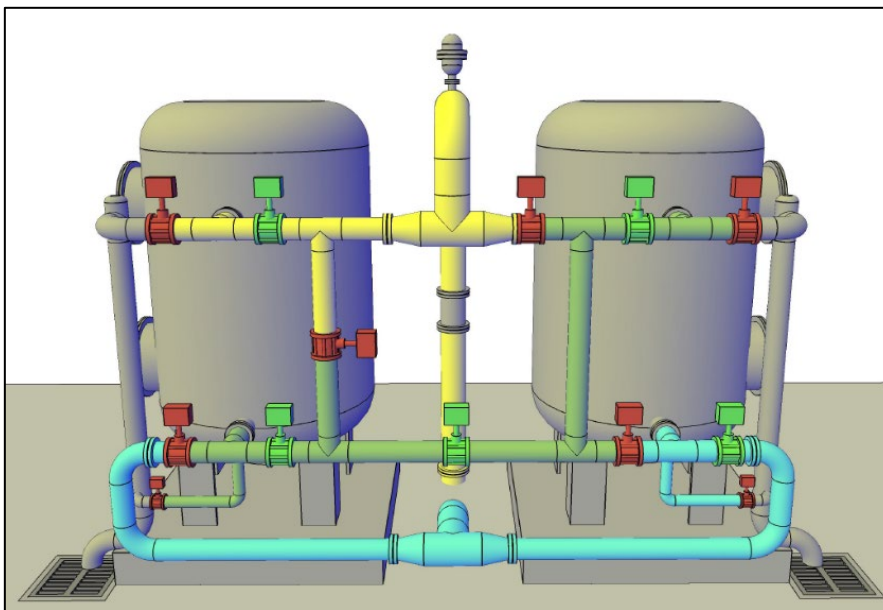


Figura 4 - impianto di filtrazione - configurazione in serie

Un misuratore di portata in ingresso e un torbidimetro in uscita potranno infine gestire l'avvio di un solo filtro (per portate troppo basse) o la possibilità di escludere entrambi i filtri (in caso di acque con torbidità troppo elevata).

Con una configurazione in parallelo (caso standard) ognuno dei due filtri tratterà la metà della portata complessiva per un totale di **7,5 l/s** per ogni singolo filtro, la portata di esercizio dei filtri sarà quindi posta ad un valore di **27 m³/h**.

Verificate le schede tecniche di diversi produttori è emerso che i corpi filtranti proposti per tali portate hanno diametri che vanno da 1300 mm a 1400 mm con raccordi DN80 – DN100.

Considerata l'eventualità di regimi a portate ridotte, ai fini di garantire velocità di filtrazione sempre idonee ($> 5\text{ m/h}$) si verificherà un sistema avente diametro pari a 1300mm con raccordi DN100 (in sede esecutiva sarà comunque possibile adottare sistemi differenti a patto che le velocità di filtrazione vengano garantite).

La velocità di filtrazione viene verificata applicando la formula:

$$V\left[\frac{\text{m}}{\text{h}}\right] = \frac{Q\left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right]}{S[\text{m}^2]}$$

Con:

V = velocità di filtrazione

Q = portata di progetto

S = superficie filtrante

Tale velocità, in caso di filtri a letto misto “rapidi” deve attestarsi a valori che vanno dai 5 m/h (per torbidità elevate) a 20 m/h (per bassi livelli di torbidità).

Per il funzionamento in parallelo ognuno dei due filtri a disposizione presenterebbe una velocità pari a:

$$\frac{27\left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right]}{(0,65^2\pi)[\text{m}^2]} = \frac{27\left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right]}{1,33[\text{m}^2]} = \mathbf{20,30\left[\frac{\text{m}}{\text{h}}\right]}$$

La velocità di filtrazione, in relazione all'entità della torbidità riscontrata, risulta essere idonea.

Volendo infine individuare la portata minima di attivazione del sistema in parallelo è possibile valutare il funzionamento del sistema con portata complessiva pari a **10 l/s** (2,5 l/s per filtro).

Nello scenario appena descritto si avrebbe:

$$\frac{9\left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right]}{(0,65^2\pi)[\text{m}^2]} = \frac{9\left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right]}{1,33[\text{m}^2]} = \mathbf{6,76\left[\frac{\text{m}}{\text{h}}\right]}$$

In tutte le configurazioni previste la velocità di filtrazione è risultata idonea, per il nuovo comparto filtrante si prevede quindi l'installazione di 2 filtri a letto misto aventi diametro pari a 1300 mm che funzioneranno singolarmente (in alternanza) per portate complessive inferiori a **10 l/s** e funzionamento in parallelo per portate maggiori.

3.3 Autonomia dei filtri

Com'è naturale è impossibile prevedere quale sia l'autonomia dei filtri tra un lavaggio e l'altro perché tale dato è fortemente legato alla presenza di materiale in sospensione nell'acqua sollevata e quindi al valore di torbidità.

Al fine di garantire l'efficienza del sistema, l'automatismo del controlavaggio dovrà basarsi sui dati di perdita di carico tra monte e valle del filtro e avviare la procedura con perdite superiori a **1 bar** e in condizioni di basso consumo (periodo notturno).

In termini quantitativi comunque, è possibile stimare, almeno come volume approssimativo, la quantità di solidi sospesi che ciascuno dei filtri può trattenere nell'intervallo tra due lavaggi.

In primo luogo, occorre considerare che lo sporco si ferma nello spazio tra i granuli di cui la massa filtrante è costituita e il volume di questo spazio si desume, con le dovute, modeste approssimazioni, dal rapporto:

$$L_{\%} = \left(1 - \frac{M}{M_A}\right) \times 100$$

Con:

$L_{\%}$ = percentuale di spazio intergranulare

M = massa volumica del materiale costituente una massa filtrante

M_A = massa volumica apparente della stessa nel filtro

Da questa relazione, considerato che:

- la massa volumica del quarzo è 2,6 ton/m³ e quella apparente della sabbia di quarzo è circa 1,6 ton/m³
- la massa volumica dell'antracite è 1,9 ton/m³ e quella apparente dell'antracite da 1-2 mm è circa 1,0 ton/m³

risulta uno spazio intergranulare del 40 % circa per la sabbia e del 45 % circa per l'antracite, cioè i due materiali che costituiscono gli strati del filtro, nei quali materialmente si fermano le sostanze filtrate.

Sulla base di questi calcoli disporremmo quindi di uno spazio intergranulare di circa:

- $1,33 \text{ m}^2 \times 40 \text{ cm} \times 40\% = 0,21 \text{ m}^3$ per la sabbia di quarzo (viene considerato solo lo strato superficiale con pezzatura 0,4-0,7 mm)
- $1,33 \text{ m}^2 \times 25 \text{ cm} \times 45\% = 0,15 \text{ m}^3$ per l'antracite

Naturalmente questo spazio non può essere occupato tutto dalle sostanze che il filtro trattiene infatti la sabbia si sporca per meno di 1/3 della profondità del letto l'antracite invece, al massimo carico, oltre che sporcarsi completamente può accumulare anche qualche centimetro di pannello di impurità sopra il letto filtrante.

Inoltre prima che lo sporcamento delle masse arrivi a fermare il flusso d'acqua il pressostato differenziale interviene a comandare un controlavaggio, sicché possiamo ragionevolmente ipotizzare che il deposito non occupi mai più del 50 % dello spazio interstiziale, quindi avremo:

- per la sabbia $0,21 \text{ m}^3 \times 1/3 \times 1/2 = 0,035 \text{ m}^3$
- per l'antracite $0,15 \text{ m}^3 \times 1/2 = 0,075 \text{ m}^3$

per un totale di circa **0,11 m³** per singolo filtro e tenendo conto di 2 - 3 cm di pannello sopra le masse superiamo il valore di **0,3 m³** di capacità teorica di trattenimento su entrambi i filtri in parallelo.

Per il controlavaggio dei filtri occorre prevedere una portata pari ad almeno 1,5 volte quella trattata, al fine di garantire tale vincolo i filtri verranno controlavati uno alla volta alternando il ciclo.

3.4 Automatismi

Il funzionamento del sistema di filtrazione è regolato da un gruppo di valvole a farfalla attivate da attuatori pneumatici a loro volta gestiti da elettrovalvole comandate da un PLC dedicato.

Complessivamente sono presenti 13 valvole che vengono aperte e chiuse di volta in volta sulla base del funzionamento del sistema di filtrazione:

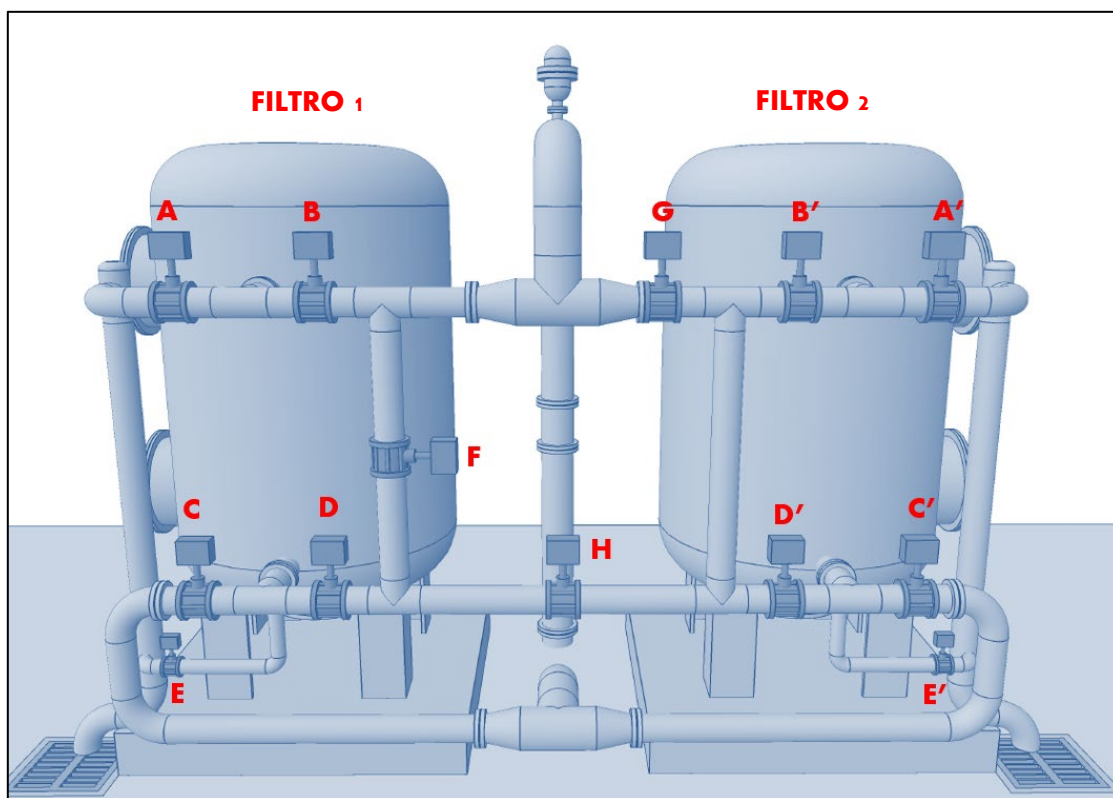
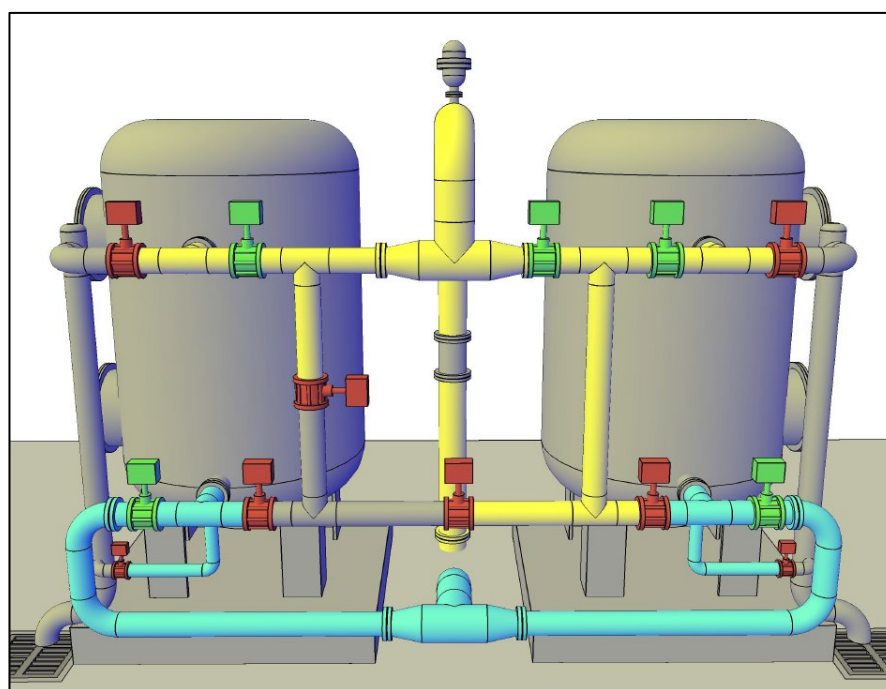


Figura 5 - gruppo valvole dell'impianto di filtrazione

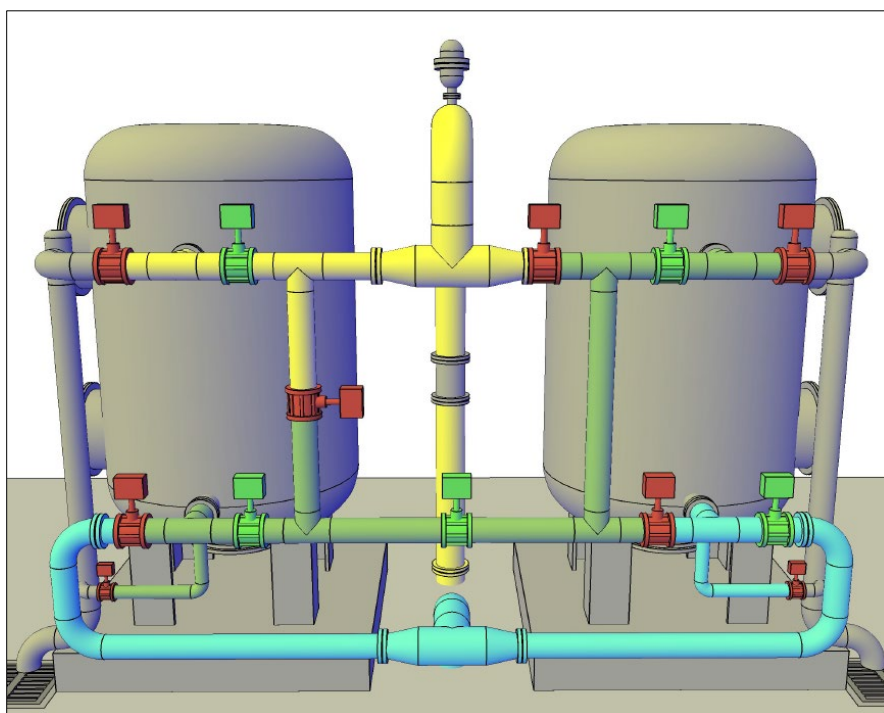
- In condizioni di filtraggio attivo con filtri in parallelo si ha:



VALVOLA	STATO
A	CHIUSA
B	APERTA
C	APERTA
D	CHIUSA
E	CHIUSA
A'	CHIUSA
B'	APERTA
C'	APERTA
D'	CHIUSA
E'	CHIUSA
F	CHIUSA
G	APERTA
H	CHIUSA

Figura 6 - schema di attivazione valvole per funzionamento in parallelo

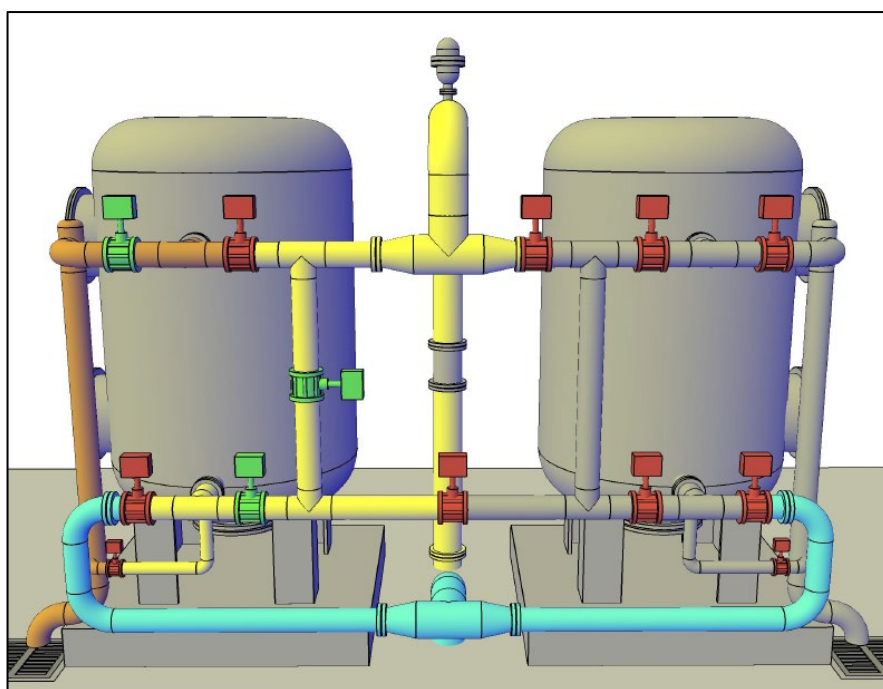
- In condizioni di filtraggio attivo con filtri in serie si ha:



VALVOLA	STATO
A	CHIUSA
B	APERTA
C	CHIUSA
D	APERTA
E	CHIUSA
A'	CHIUSA
B'	APERTA
C'	APERTA
D'	CHIUSA
E'	CHIUSA
F	CHIUSA
G	CHIUSA
H	APERTA

Figura 7 - schema di attivazione valvole per funzionamento in serie

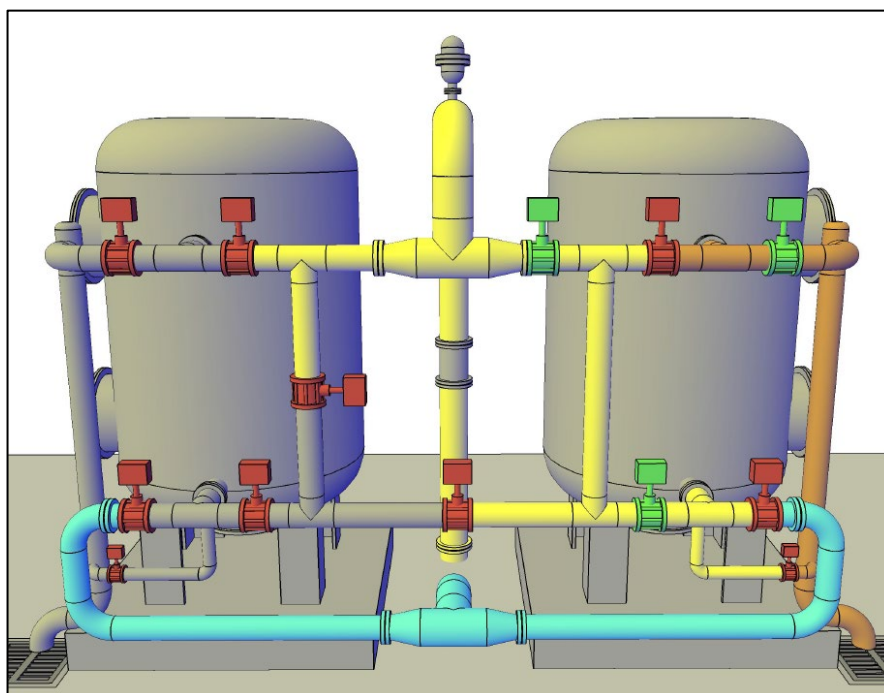
- In condizioni di controlavaggio del filtro 1 si ha:



VALVOLA	STATO
A	APERTA
B	CHIUSA
C	CHIUSA
D	APERTA
E	CHIUSA
A'	CHIUSA
B'	CHIUSA
C'	CHIUSA
D'	CHIUSA
E'	CHIUSA
F	APERTA
G	CHIUSA
H	CHIUSA

Figura 8 - schema di attivazione valvole per controlavaggio filtro 1

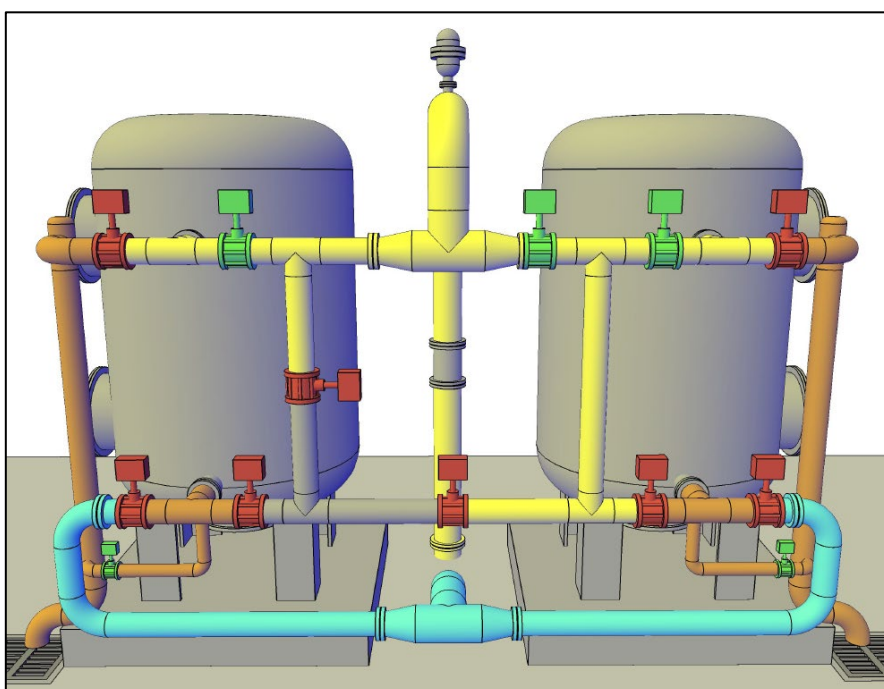
- In condizioni di controlavaggio del filtro 2 si ha:



VALVOLA	STATO
A	CHIUSA
B	CHIUSA
C	CHIUSA
D	CHIUSA
E	CHIUSA
A'	APERTA
B'	CHIUSA
C'	CHIUSA
D'	APERTA
E'	CHIUSA
F	CHIUSA
G	APERTA
H	CHIUSA

Figura 9 - schema di attivazione valvole per controlavaggio filtro 2

Al termine di ogni singolo controlavaggio si avvierà una fase di scarico delle acque in ingresso all'impianto di filtrazione che comprenderà entrambi i filtri:



VALVOLA	STATO
A	CHIUSA
B	APERTA
C	CHIUSA
D	CHIUSA
E	APERTA
A'	CHIUSA
B'	APERTA
C'	CHIUSA
D'	CHIUSA
E'	APERTA
F	CHIUSA
G	APERTA
H	CHIUSA

Figura 10: fase di scarico al termine del controlavaggio

Gli ultimi due scenari da considerare sono:

- Quello relativo al funzionamento del singolo filtro per portate basse, in tal caso si adotterà la configurazione del funzionamento in parallelo, ma per il filtro di cui si sospende il funzionamento dovrà essere prevista la chiusura di tutte le valvole con tutte le valvole.
- Quello relativo al blocco del gruppo filtrante per torbidità in uscita elevata, in tal caso tutte le saracinesche del gruppo si chiuderanno contemporaneamente.

4. Verifica delle perdite di carico

Come indicato nel capitolo 2 l'intero impianto viene alimentato da gallerie drenanti e dalle prese del Rio Garsura e del Rio Scarpia, le portate vengono quindi convogliate in una vasca di sedimentazione, la pressione in ingresso all'impianto filtrante è quindi quella data dalla prevalenza geometrica di tale vasca rispetto ai filtri al netto delle perdite di carico.

I due impianti sono ubicati a quote che presentano una differenza di circa 25 m, le perdite di carico distribuite lungo la condotta di adduzione possono essere determinate in via tabellare:

CONDOTTA IN ACCIAIO DN200	
PORTATA [l/s]	PERDITA DI CARICO [m/km]
30	4,67

Il ramo di adduzione ha una lunghezza complessiva di circa 100 m con una conseguente perdita di carico stimata inferiore a 0,5 m, si può quindi definire la perdita di carico tra serbatoio e impianto di filtrazione trascurabile; la pressione in ingresso al serbatoio risulta quindi pari a **2,5 bar** anche in condizioni di esercizio.

4.1 Perdite di carico all'interno del sistema

Sostanzialmente a livello idraulico occorre verificare che le perdite complessive dovute al transito dei filtri (in condizioni di massa filtrante sporca), localizzate nei pezzi speciali e distribuite nel piping d'impianto non superino i 1,5 bar (in modo tale da avere una pressione in uscita di almeno 1 bar).

Come già indicato precedentemente al fine di garantire una perdita di carico ridotta tutto il piping a servizio dell'impianto di filtrazione sarà composto da condotte e pezzi speciali aventi diametro pari a DN100, le condotte in ingresso all'impianto e di carico filtri/uscita in rete saranno DN200 mentre il piping di carico e uscita dal gruppo filtrante sarà un DN150; tutti i tubi saranno in acciaio inox AISI 304 spess. 3mm.

Le perdite di carico di tali condotte sono riportate nella tabella sottostante:

CONDOTTA IN ACCIAIO INOX/PEAD		
DIAMETRO INTERNO [mm]	PORTATA [l/s]	PERDITA DI CARICO [m/km]
100	7,5 (15 l/s divisa su due filtri)	10,60
150	15	4,74
130,8 (PEAD DE160)	15	9,23

Per quanto riguarda le perdite concentrate si ha:

LUNGHEZZA EQUIVALENTE (m) COMPONENTI IN ACCIAIO INOX DN100				
CURVE 45°	CURVE 90°	TEE	SARACINESCA / CONTATORE	VALV. RITEGNO
2,1	3,0	6,0	0,6	6,6

Per quanto concerne il tratto di carico del gruppo filtrante:

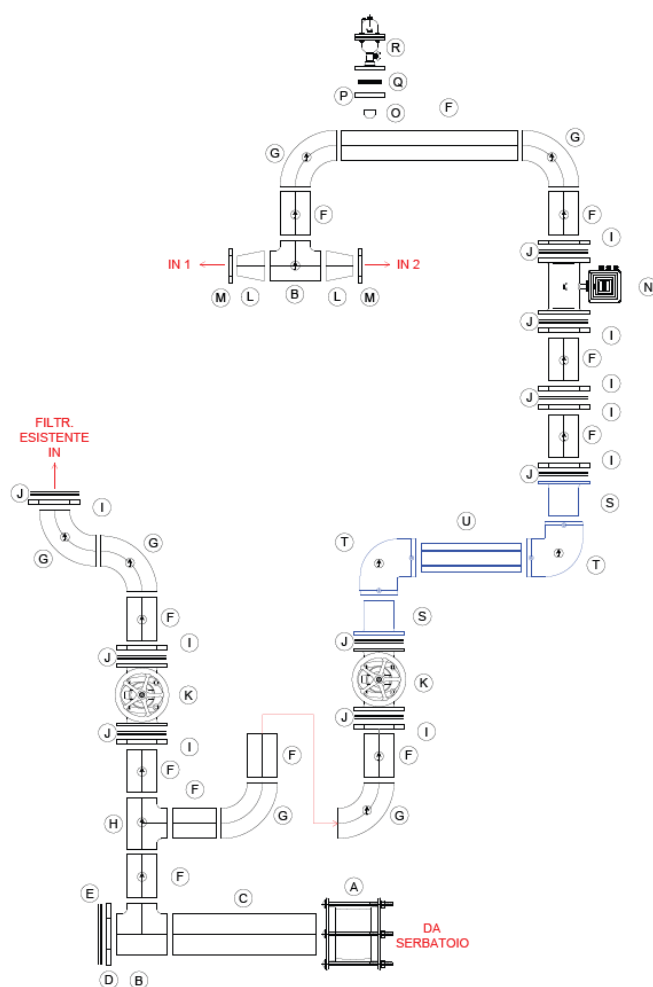


Figura 11: schema piping a monte del gruppo di filtrazione

TIPO PERDITA DI CARICO	LUNGHEZZA x J	PERDITA DI CARICO
GEODETICA	I punti di partenza e arrivo dei piping sono complanari	---
DISTRIBUITA A 15 l/s	INOX : 0,010 km x 4,74 m/km	0,05 m
	PEAD: 0,010 km x 9,23 m/km	0,09 m
CONCENTRATA A 15 l/s	INOX: (4x6) + (4x3) + (2x0,6) =0,038 km x 4,74 m/km	0,17 m
	PEAD: (2x3) =0,006 km x 9,23 m/km	0,06 m
TOTALE		0,37 m

Complessivamente il piping del sistema di filtrazione presenta invece le seguenti componenti:

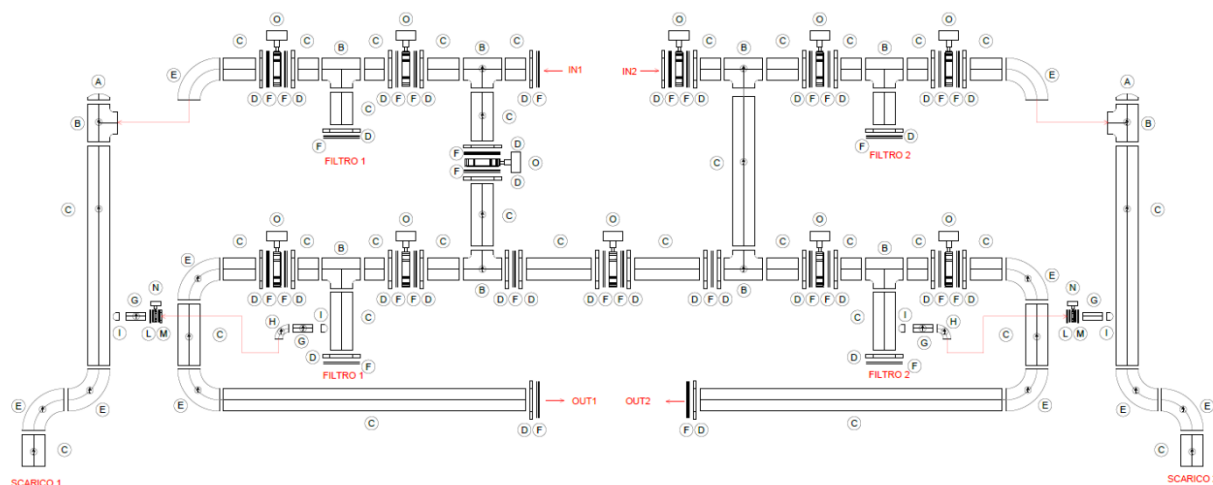


Figura 12: schema del piping del gruppo di filtrazione

Verranno considerate unicamente le perdite di carico su uno dei due filtri (lavorando in parallelo le perdite non si sommano):

TIPO PERDITA DI CARICO	LUNGHEZZA x J	PERDITA DI CARICO
GEODETICA		m
DISTRIBUITA A 7,5 l/s	0,010 km x 10,60 m/km	0,11 m
CONCENTRATA A 7,5 l/s	(4x6) + (2x3) + (3x0,6) =0,032 km x 10,60 m/km	0,34 m
FILTRO (OCCLUSO)		10 m
TOTALE		10,45 m

Per quanto concerne infine il tratto in uscita dai filtri verso rete:

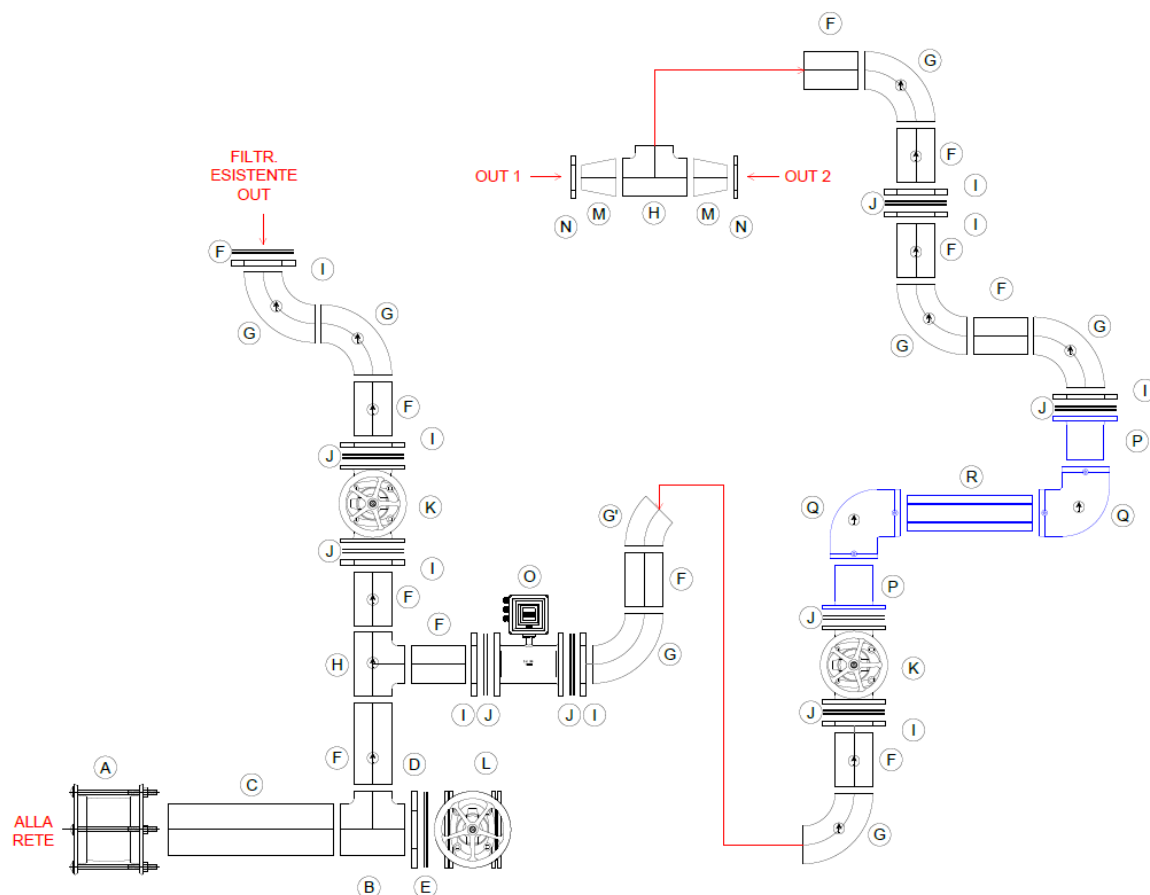


Figura 13: schema piping a valle del gruppo di filtrazione

TIPO PERDITA DI CARICO	LUNGHEZZA x J	PERDITA DI CARICO
GEODETICA	I punti di partenza e arrivo dei piping sono complanari	---
DISTRIBUITA A 15 l/s	INOX : 0,005 km x 4,74 m/km	0,03 m
	PEAD: 0,009 km x 9,23 m/km	0,09 m
CONCENTRATA A 15 l/s	INOX: (4x6) + (5x3) + (2x0,6) = 0,040 km x 4,74 m/km	0,19 m
	PEAD: (2x3) = 0,006 km x 9,23 m/km	0,06 m
TOTALE		0,37 m

Il totale complessivo delle perdite di carico (in condizioni di filtro occluso) è pari a **11,19 m** e quindi circa **1,1 bar**.

La perdita di carico complessiva all'interno del sistema risulta di poco superiore a **1 bar**, la pressione residua in uscita dai filtri è prossima a **1,5 bar**.

La pressione a monte dell'impianto di filtrazione risulta sufficiente a garantirne correttamente il funzionamento.