

COMUNE DI GRAVELLONA TOCE



**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:

**ADEGUAMENTO PRESA IN ALVEO, IMPIANTO DI POTABILIZZAZIONE E
IMPERMEABILIZZAZIONE VASCHE DI ACCUMULO**

OGGETTO:

RELAZIONE TECNICA

SCALA:

AVANZAMENTO PROGETTO:

DEFINITIVO

Data Rev. N° 0:

Agosto 2022

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

Rif. N° Commessa:

Y04M - 10043320

Il Progettista

Ing. Matteo Ferrero

Elaborato N°:

B

CUP:

D48B22000570001

File:

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 |
| 3.1 Verifica dell'idoneità dei filtri scelti – velocità di filtrazione..... | 2 |
| 3.2 Autonomia dei filtri..... | 4 |
| 3.3 Automatismi..... | 6 |
| 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 realizzazione del trattamento di filtrazione del serbatoio Pedemonte in comune di Gravellona Toce.

2. Fabbisogni

Il sistema Presa Rio Vallone – serbatoio Pedemonte risulta coadiuvare i pozzi presenti sul territorio comunale nel servire la rete che alimenta il capoluogo e le varie località; unica rete completamente distinta e separata è quella a servizio della frazione Granerolo.

All'attualità lo schema dell'acquedotto di Gravellona Toce è il seguente:

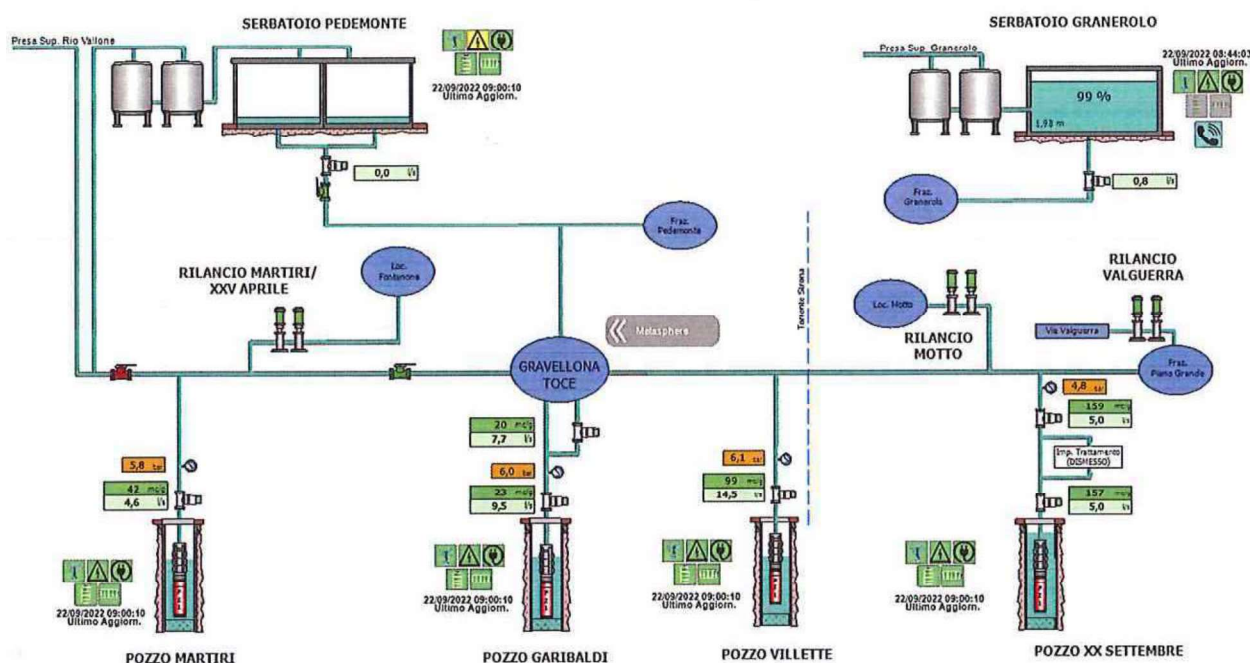


Figura 1 - schema della rete idrica del comune di Gravellona Toce

La valutazione dei fabbisogni, nel caso specifico, può essere fatta tramite l'analisi statistica delle portate in uscita dal serbatoio in un periodo sufficientemente lungo; a tal fine sono state prese in considerazione le portate misurate nel periodo Gennaio - Aprile 2022 (periodo in cui le portate non risentivano particolarmente dell'insufficienza idrica che ha coinvolto il territorio nella stagione calda).

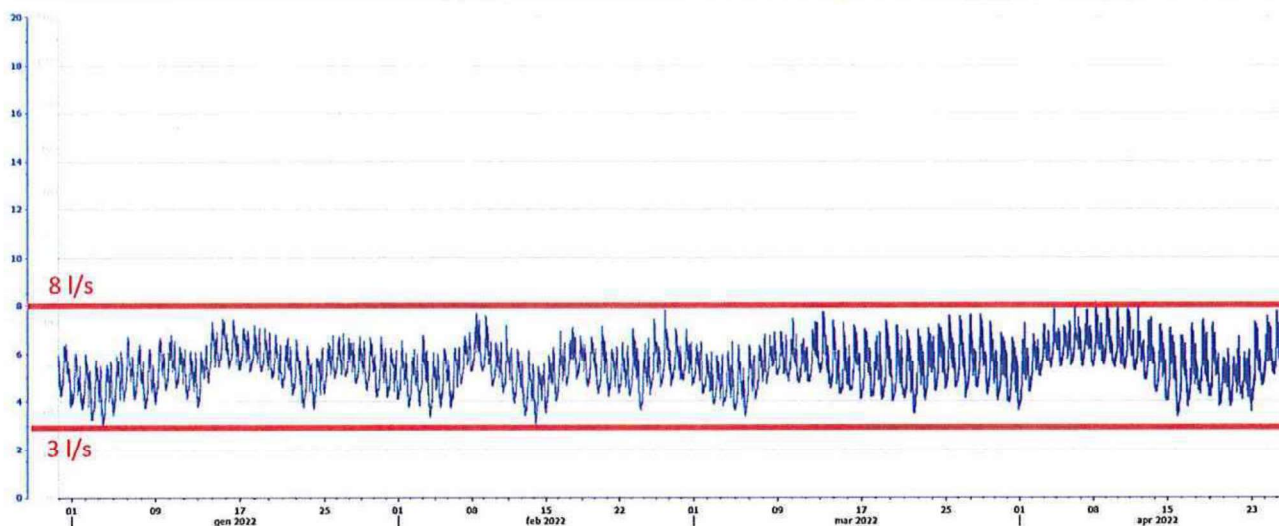


Figura 2: portate in uscita dal serbatoio Pedemonte nel periodo Gennaio-Aprile 2022

Risulta evidente come le portate complessivamente rientrino in un range che va da **3 a 8 l/s**; considerando che la presa Rio Vallone sarà oggetto di manutenzione e volendo assumere un margine di sicurezza per la progettazione dei filtri la portata considerata in sede progettuale sarà pari a **10 l/s**.

Il serbatoio Pedemonte viene alimentato direttamente dall'opera di presa situata ad una quota di circa 30 metri superiore (quota serbatoio 307 m.s.l.m., quota presa 335 m.s.l.m), in condizioni statiche la pressione in ingresso al serbatoio risulta quindi pari a circa **3 bar**.

3. Dimensionamento dei filtri

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

L'impianto presenta un accumulo a doppia vasca attualmente alimentato direttamente dall'acqua proveniente dalla presa; ad oggi l'accumulo permette la sedimentazione dei solidi sospesi, ciò, unito all'impianto di clorazione presente in ingresso alle vasche, permette l'erogazione di acqua idonea al consumo.

Ovviamente l'efficacia del sistema è fortemente dipendente dalla torbidità in ingresso all'impianto che, se eccessiva, potrebbe rendere il trattamento insufficiente, motivo per cui risulta necessario ripristinare il corretto funzionamento del sistema di filtrazione presente in loco che prevedeva il funzionamento di due filtri a letto misto funzionanti in parallelo.

Trattandosi di captazione da fonte superficiale la qualità dell'acqua potrebbe non essere costante, occorre pertanto un sistema flessibile, scalabile e che consenta di interrompere l'ingresso di acqua nel caso in cui i livelli di torbidità dovessero raggiungere valori eccessivi.

Per i motivi di cui sopra il sistema di filtrazione dovrà prevedere l'installazione di due filtri che potranno funzionare nelle seguenti modalità:

- Singolarmente (esclusione di uno dei due filtri) nel caso in cui le portate in ingresso risultino eccessivamente basse.

- In parallelo per portate medio/alte.
- In serie nel caso in cui la torbidità in ingresso dovesse risultare elevata.

Come indicato sopra dovrà essere possibile bloccare l'ingresso all'impianto in caso di torbidità eccessivamente elevata, in tal caso le portate in ingresso dovranno essere dirottate direttamente in scarico.

Oltre agli aspetti idraulici, vincolo fondamentale è rappresentato dagli spazi disponibili nell'attuale locale filtri, l'area utilizzabile dall'intero gruppo risulta avere dimensioni pari a 1,50 m x 5,50 m per un'altezza di 3,30 m.

La migliore configurazione individuata è la seguente:

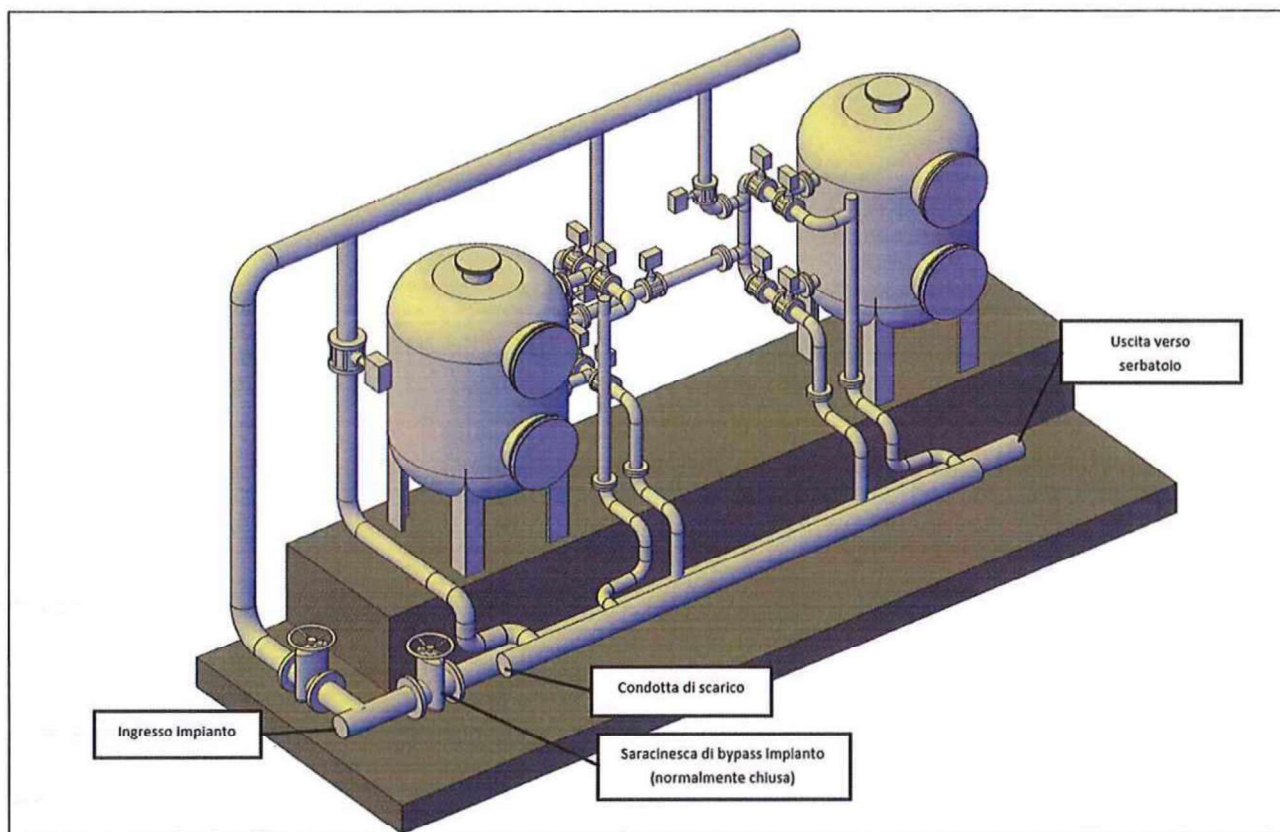


Figura 3: configurazione impianto con relativo piping

Con una configurazione in parallelo ognuno dei due filtri tratterà la metà della portata complessiva per un totale di 5 l/s per ogni singolo filtro.

Considerando che il funzionamento dell'impianto è garantito dalla prevalenza della presa a fiume si è preferito optare per condotte aventi diametri sovradimensionati rispetto alle reali necessità al fine di garantire basse perdite di carico, il piping del sistema sarà composto pertanto da condotte in acciaio inox DN100.

Per quanto concerne il dimensionamento dei due filtri si è provveduto ad individuare delle soluzioni presenti sul mercato atte a sopperire alle necessità dell'impianto individuando fusti con diametro esterno pari a 1300 mm e altezza pari a 1500 mm (esclusi i supporti).

Sarà possibile valutare la velocità di filtrazione applicando la formula:

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

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 15 m/h (per bassi livelli di torbidità).

Ognuno dei due filtri a disposizione presenterebbe una velocità pari a:

$$\frac{18[\frac{m^3}{h}]}{(0,65^2\pi)[m^2]} = \frac{18[\frac{m^3}{h}]}{1,33[m^2]} = 13,53[\frac{m}{h}]$$

Nelle ipotesi progettuali la velocità di filtrazione è prossima al limite superiore suggerito dai manuali, occorre evidenziare però il fatto che la portata risulta essere assai variabile e i 10 l/s complessivi sopra verificati risultano essere la portata massima prevista.

In condizioni di portata minima e con singolo filtro funzionante si avrebbe:

$$\frac{10,8[\frac{m^3}{h}]}{(0,65^2\pi)[m^2]} = \frac{10,8[\frac{m^3}{h}]}{1,33[m^2]} = 8,12[\frac{m}{h}]$$

Ben al di sotto del limite massimo ma comunque al di sopra del limite minimo.

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

Nello scenario appena descritto si avrebbe:

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

In tutte le configurazioni previste la velocità di filtrazione è risultata idonea, si prevede quindi l'installazione di 2 filtri a letto misto aventi diametro pari a 1300 mm che funzioneranno singolarmente (in alternanza) per portate < **5 l/s** e funzionamento in parallelo per portate maggiori.

3.2 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, per ogni filtro, disporremo quindi di uno spazio intergranulare di circa:

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

- o per la sabbia $0,21 \text{ m}^3 \times 1/3 \times 1/2 = 0,035 \text{ m}^3$
- o 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, la portata di lavaggio verrà gestita mediante inverter installato sulle pompe di rilancio a servizio dei filtri.

3.3 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 11 valvole che vengono aperte e chiuse di volta in volta sulla base del funzionamento del sistema di filtrazione a cui si aggiunge la valvola che permette lo scarico diretto dell'acqua in ingresso all'impianto:

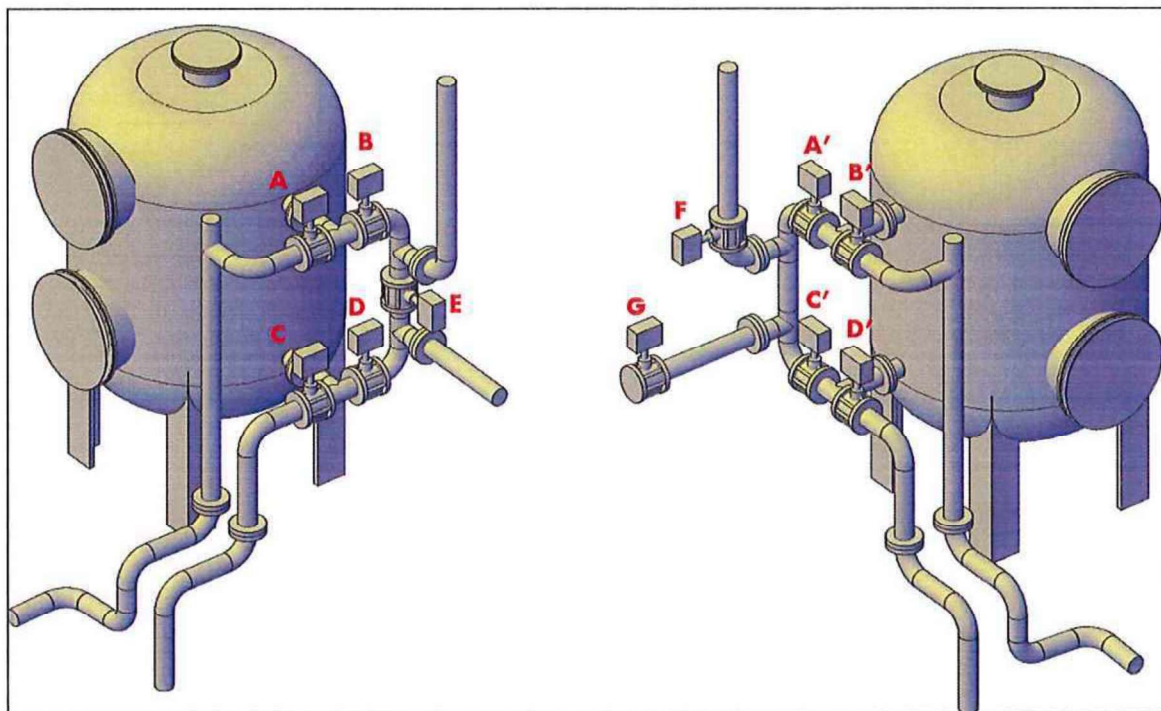


Figura 4 - gruppo valvole dell'impianto di filtrazione

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

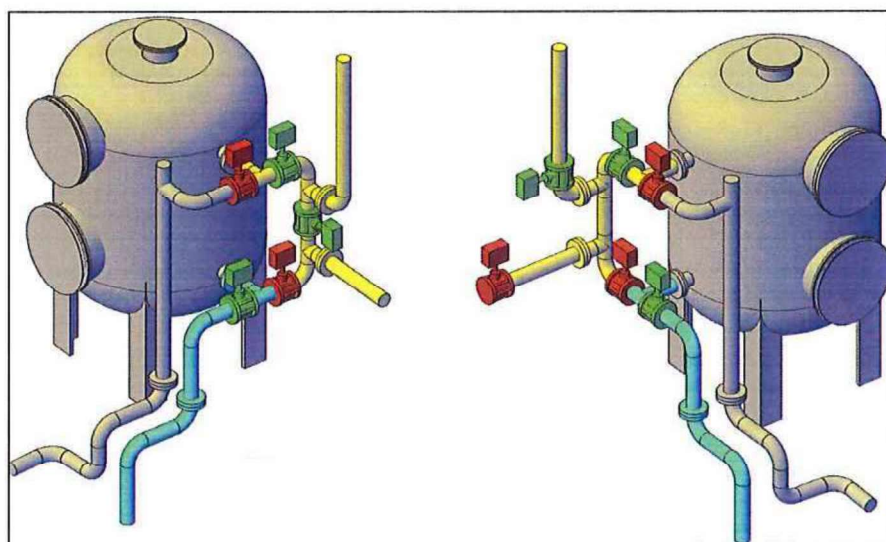
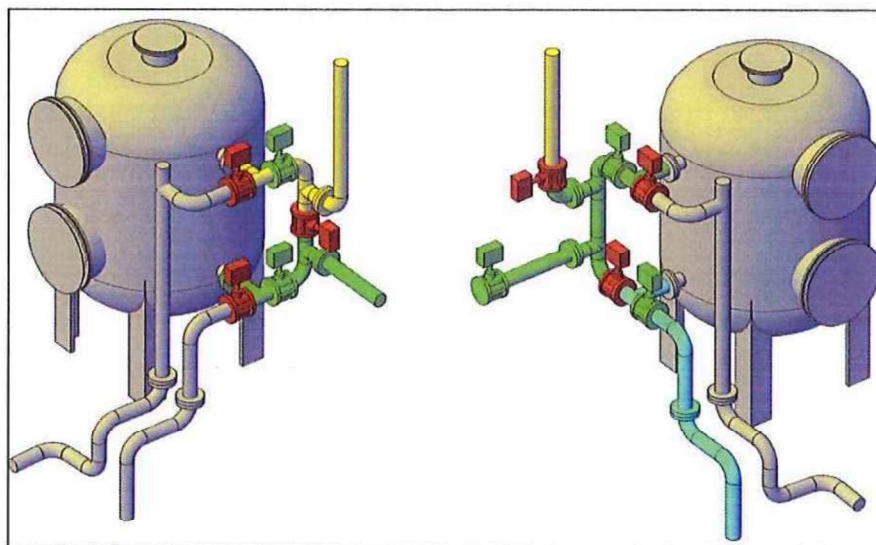


Figura 5 - schema di attivazione valvole per funzionamento in parallelo

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

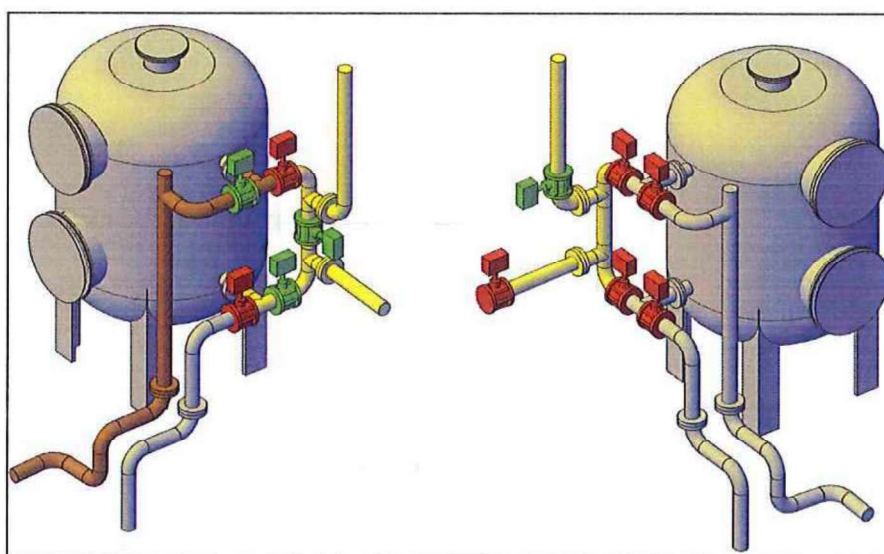
- In condizioni di filtraggio attivo con filtri in serie si ha:



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

Figura 6 - 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 |
| A' | CHIUSA |
| B' | CHIUSA |
| C' | CHIUSA |
| D' | CHIUSA |
| E | APERTA |
| F | APERTA |
| G | CHIUSA |

Figura 7 - schema di attivazione valvole per controlavaggio filtro 1

- In condizioni di controlavaggio del filtro 2 si ha:

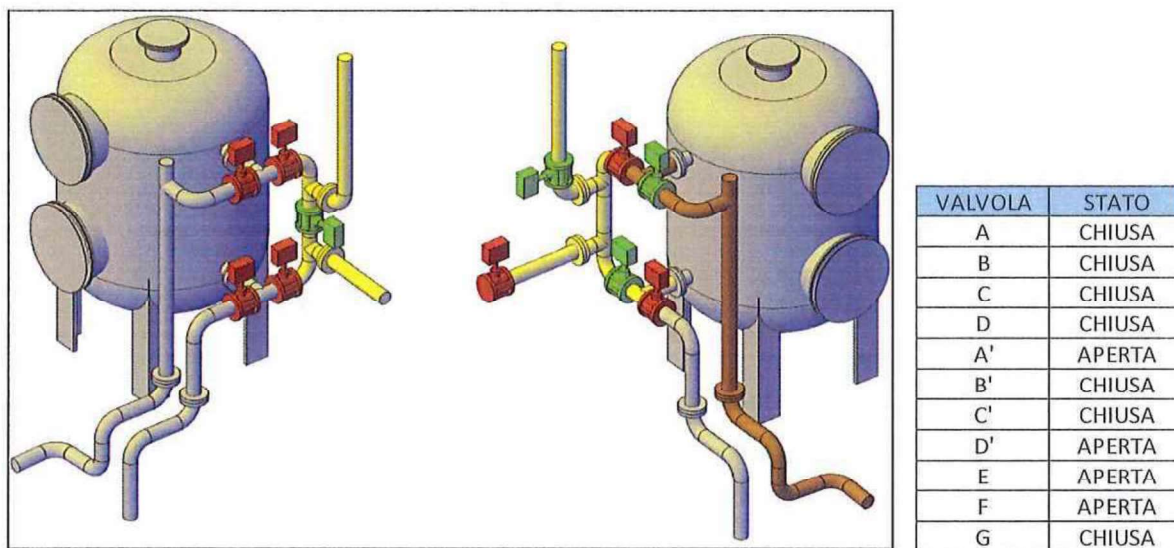


Figura 8 - schema di attivazione valvole per controlavaggio filtro 2

Infine, come già indicato precedentemente, in caso di torbidità con valori superiori ad un dato valore massimo la portata in ingresso verrà convogliata direttamente verso lo scarico mediante l'apertura della valvola sita a monte dei filtri e la chiusura di tutte le valvole del piping dei filtri:

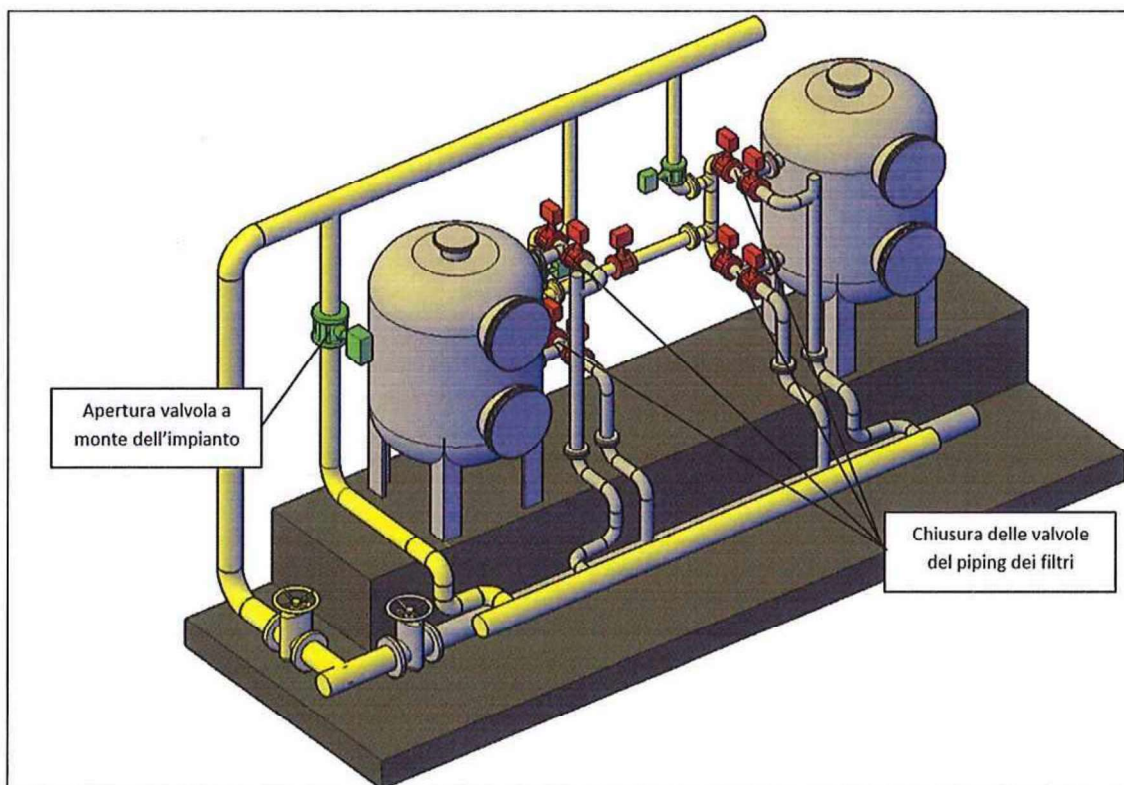


Figura 9: schema di chiusura dell'impianto in caso di torbidità elevata

4. Verifica delle perdite di carico

Come indicato nel capitolo 2 l'intero impianto viene alimentato dalla presa Rio Vallone direttamente a gravità con una piezometrica di circa 3 bar in ingresso all'impianto in condizioni statiche.

Data la dimensione della condotta di adduzione (8" in acciaio) e le basse portate in circolo (10 l/s) è possibile valutare su base tabellare la perdita di carico lineare complessiva:

| CONDOTTA IN ACCIAIO INOX DN150 | |
|--------------------------------|--------------------------|
| PORTATA [l/s] | PERDITA DI CARICO [m/km] |
| 10 | 0,61 |

Il ramo di adduzione ha una lunghezza complessiva di circa 700 m con una conseguente perdita di carico stimata inferiore a 0,5 m, si può quindi definire la perdita di carico tra presa fiume e serbatoio del tutto trascurabile; la pressione in ingresso al serbatoio risulta quindi pari a **3 bar** anche in condizioni di esercizio.

4.1 Perdite di carico all'interno del sistema

Considerando il dislivello tra l'uscita dei filtri e l'ingresso del serbatoio, al fine di poter alimentare le vasche occorre che a valle dell'impianto vi sia una prevalenza residua di almeno **5 m** (0,5 bar).

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 2,5 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 a servizio delle vasche sarà 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 | | |
|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| DIAMETRO INTERNO [mm] | PORTATA [l/s] | PERDITA DI CARICO [m/km] |
| 100 | 5 (10 l/s divisa su due filtri) | 6,11 |
| 150 | 10 | 2,24 |
| 200 | 10 | 0,61 |

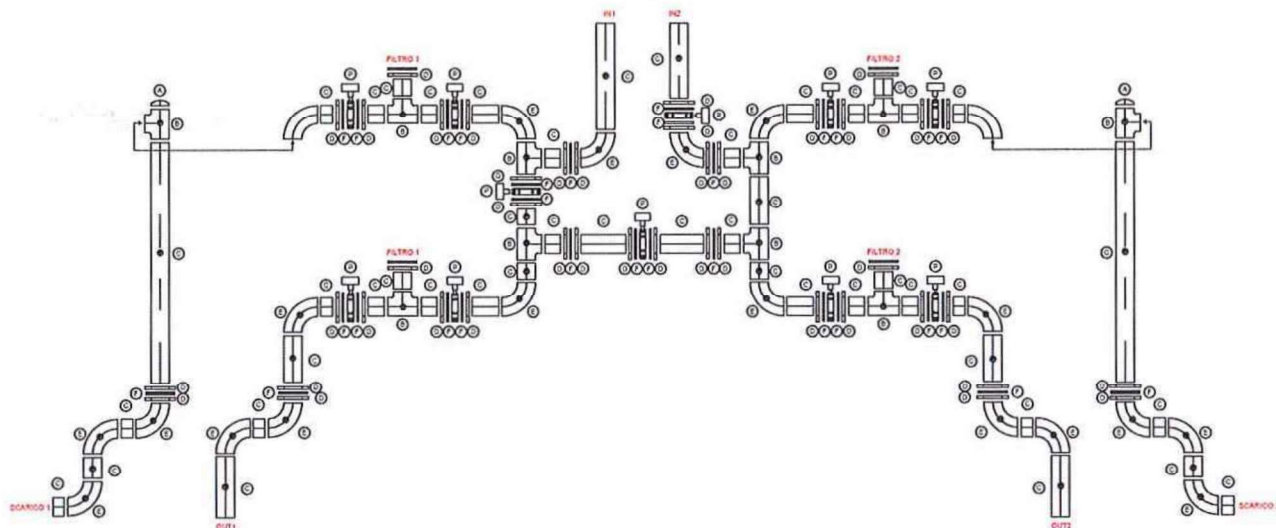
Come risulta immediatamente evidente per i diametri più grossi, data l'estensione delle tubazioni all'interno dell'impianto, la perdita di carico risulta pressoché irrilevante, in ragione di sicurezza per le condotte DN200 e DN150 si considera una perdita di carico totale pari a **0,5 m**.

L'analisi si concentrerà, quindi, unicamente sulle condotte DN100.

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 |

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



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 5 l/s | 0,006 km x 6,11 m/km | 0,04 m |
| CONCENTRATA A 5 l/s | $(4 \times 6) + (4 \times 3) + (3 \times 0,6) = 0,038$ km x 6,11 m/km | 0,23 m |
| FILTRO (OCCLUSO) | | 10 m |
| TOTALE | | 10,27 m |

Il totale complessivo delle perdite di carico (in condizioni di filtro occluso) è pari a **10,77 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 2 bar e quindi ben superiore alla minima indispensabile per vincere il dislivello geodetico tra uscita filtri e ingresso serbatoio.