

FILTRAZIONE A DISCHI A GRAVITÀ CON FDGIE PER IL TRATTAMENTO DI ACQUE REFLUE URBANE. IL CASO STUDIO DEL DEPURATORE DI PUTIGNANO (BA)

Gianluca Notarangelo^{1,*}, Vito Laera¹, Antonio Paciolla¹

¹ SERECO s.r.l., Noci (Ba).

Sommario – Si riportano i risultati delle prove di filtrazione terziaria, effettuate in scala reale, su filtro a dischi a gravità SERECO tipo FDGIE (Filtro a Dischi a Gravità con filtrazione dall’Interno verso l’Esterno) presso l’impianto di depurazione acque reflue urbane di Putignano (BA). Il filtro, avente superficie filtrante in acciaio inox AISI316L, è stato installato a valle della sedimentazione secondaria e prima della disinfezione. È stata effettuata una campagna di prove lunga 10 mesi (marzo-dicembre 2020) nelle più svariate condizioni reali di esercizio. I risultati ottenuti hanno mostrato valori di portata massica unitaria, trattati dal filtro, nettamente superiori a quelli tabulati nella letteratura tecnica di settore per filtri simili; ottimi risultati in termini di efficacia di contenimento di TSS in uscita con eccellente risposta anche in casi di picchi di TSS in ingresso sia impulsivi sia a gradino; perdite di carico in linea con le aspettative e leggermente inferiori ai valori tabulati nella letteratura tecnica di settore; portata persa per effetto del controlavaggio in linea con le aspettative e mediamente inferiori ai valori tabulati nella letteratura tecnica di settore; consumo energetico specifico in linea con i valori attesi.

Parole chiave: filtro, dischi, gravità, FDGIE, SERECO.

FILTRATION ON GRAVITY DISK FILTER FDGIE FOR WASTE WATER TREATMENT. CASE HISTORY PLANT OF PUTIGNANO (BA), ITALY

Abstract – The work reports the results of the tertiary filtration tests, carried out in full scale, on SERECO gravity disk filter type FDGIE (Gravity Disk Filter from Inside to Outside) at the municipal sewage treatment plant of Putignano (BA) Italy. The filter, with a filtering surface in stainless steel grade AISI316L, has been installed downstream secondary sedimentation tank and upstream disinfection. A 10-month long test campaign (March to December 2020) was carried out in the most varied real operating conditions. Results obtained show: specific mass flow values, treated by the filter, clearly higher than those reported in the technical literature for similar filters; excellent results in terms of effectiveness of containment of outlet TSS with excellent response even in cases of peaks of TSS at both impulsive and step type; head losses in line with expectations and slightly lower than the values tabulated in the specific technical literature; flow rate

loss due to backwashing in line with expectations, and on average lower than the values tabulated in the technical literature; specific energy consumption in line with the expected values.

Keywords: filter, disk filter, gravity, FDGIE, SERECO.

Ricevuto il 26-1-2021. Modifiche sostanziali richieste il 18-2-2021. Correzioni richieste il 19-3-2021. Accettazione il 2-4-2021.

1. INTRODUZIONE

La filtrazione è un trattamento fisico il cui scopo è ridurre la quantità di solidi sospesi in acqua.

In base alla tipologia di solidi sospesi, alla loro quantità e agli obiettivi si possono prevedere diverse tipologie di filtrazioni. Le due principali macro-categorie di filtrazione sono la filtrazione in volume e la filtrazione di superficie.

Nella filtrazione in volume l’acqua attraversa il volume del media filtrante, i solidi sospesi restano intrappolati nel media stesso, lasciando così defluire l’acqua depurata. In questo tipo di filtri il media filtrante è generalmente costituito dalla sabbia di quarzo la cui granulometria è determinata in base agli obiettivi e alla tipologia di solidi sospesi da rimuovere. Qualora all’interno dell’acqua siano presenti sostanze organiche disciolte da rimuovere durante la filtrazione, è possibile prevedere come mezzo filtrante il carbone attivo granulare. Tali filtri possono lavorare a gravità o in pressione.

Nella filtrazione di superficie il mezzo filtrante è costituito da una superficie filtrante (tela, feltro, rete, etc.) installata su diversi telai che, assemblati insieme, formano dei dischi o un tamburo. L’insieme di uno o più dischi (o il tamburo) viene installato su un albero rotante che impone al materiale filtrante il movimento. L’acqua, nell’attraversare il filtro, si depura dai solidi sospesi che, essendo trattenuti dalla superficie filtrante, ne intasano il passaggio libero generando un incremento del livello differenziale monte/valle. Tali filtri normalmente lavorano a gravità. I vantaggi della filtrazione di superficie sono principalmente le ridot-

* Per contatti: Via della Solidarietà e Volontariato 10, 70015 Noci (BA). Tel. 080 4970799, fax 080 4971324, e-mail: g.notarangelo@sereco.it.

te dimensioni d'ingombro dei filtri (a parità di portata) e il minore consumo energetico specifico rispetto a quelli in pressione.

Le prove di filtrazione, i cui risultati sono presentati in questa pubblicazione, sono state effettuate con filtro di superficie a gravità tipo FDGIE prodotto da SERECO.

L'azienda SERECO, fondata da Donato Ritella nel 1975 a Noci (BA), progetta e produce in un'ampia e modernamente attrezzata officina di proprietà, con una forte integrazione verticale del processo produttivo, la gamma più completa tra i produttori italiani del settore di impianti, apparecchiature e macchine di processo per potabilizzazione e impianti di depurazione, sia municipali che industriali, prese d'acqua da mare, fiumi e laghi. Ogni macchina è realizzata su progetto originale elaborato da un team interno di ingegneri.

Si rimanda al sito aziendale www.sereco.it per una completa panoramica dell'azienda e dei prodotti.

2. MATERIALI E METODI

2.1. L'impianto di depurazione di Putignano (BA)

L'impianto di depurazione acque reflue urbane di Putignano (BA) si compone di stazione di griglia-

tura, dissabbiatura, sedimentazione primaria, pre-denitrificazione, ossidazione-nitrificazione, sedimentazione secondaria, disinfezione. Sull'impianto è presente una stazione di filtrazione a gravità a sabbia di quarzo, però essa è dismessa già da tempo.

Per le prove, il filtro FDGIE è stato installato a valle della sedimentazione secondaria e prima della disinfezione.

2.2. Filtrazione di superficie mediante filtro a gravità FDGIE

Il filtro a dischi a gravità è generalmente impiegato nei trattamenti terziari di filtrazione delle acque reflue urbane ed industriali, nei casi in cui è necessario ottenere un effluente da riutilizzare, quindi particolarmente limpido e con ridotta presenza di sostanze organiche e solidi sospesi.

Il filtro a dischi a gravità tipo FDGIE è caratterizzato dal senso di filtrazione dall'interno verso l'esterno, dal materiale del mezzo filtrante in tela speciale di acciaio inox, dalla sua semplicità di funzionamento e dalle sue ridotte dimensioni di ingombro a parità di portata rispetto a metodi di filtrazione tradizionali e rispetto a modelli simili disponibili sul mercato.

Il filtro FDGIE è commercializzato in 2 versioni: una realizzata per installazione in vasca in calce-



Figura 1 – Filtro SERECO tipo FDGIE

struzzo ed una compatta e prefabbricata, con vasca fornita da SERECO, che nella versione con materiali standard è in acciaio inox. La gamma comprende modelli standard con portata nominale da un minimo di 67 m³ h⁻¹ a un massimo di 4760 m³ h⁻¹ (con luce nominale di filtrazione di 10 micron) e

modelli fuori standard adattati alle specifiche esigenze.

È possibile visualizzare un'animazione completa della macchina, e di tutti i dettagli di funzionamento, sul canale YouTube aziendale:

www.youtube.com/watch?v=4cWqm3IfpN8.



Figura 2 – Filtro SERECO tipo FDGIE installato sull'impianto di depurazione acque reflue di Putignano (BA) con particolare del gruppo di pompaggio acqua di controlavaggio e schermate HMI di monitoraggio

Il filtro lavora a gravità, con una perdita di carico minima tra monte e valle come meglio descritta nel paragrafo dedicato ai risultati delle prove. Durante il normale funzionamento i dischi sono in lenta rotazione e la pompa di controlavaggio è spenta. Il progressivo intasamento della superficie filtrante dovuta alla filtrazione provoca un progressivo incremento della differenza di livello tra monte e valle del filtro. Quando tale differenza di livello raggiunge il valore impostato, si avvia automaticamente il controlavaggio che, grazie alla pompa dedicata e opportuni ugelli spruzzatori, pulisce i dischi, scaricando il fango accumulatosi. La fase di controlavaggio non interrompe né modifica in nessun modo la normale filtrazione che continua inalterata con gli stessi identici parametri di filtrazione e superfici filtranti. Grazie al controlavaggio, la differenza di livello tra monte e valle si riduce velocemente ai valori minimi, tanto che, completato il controlavaggio, il filtro ritorna in normale funzionamento con lo spegnimento della pompa di controlavaggio.

Il modello installato per le prove è la versione compatta con vasca prefabbricata in acciaio inox, con diametro nominale del disco di 2100 mm e numero di dischi 2 (FDGIE21_02).

La vasca prefabbricata integra al suo interno uno stramazzo di troppopieno che permette lo scarico dell'eventuale portata aggiuntiva non trattabile dal filtro.

L'apparecchiatura è stata equipaggiata con il set completo di sonde e sensori necessari per effettuare in completa attendibilità le prove di filtrazione:

- Misuratore di portata acqua filtrata (in uscita dal filtro);
- Misuratore di TSS in ingresso (acqua da filtrare);
- Misuratore di TSS in uscita (acqua filtrata);
- Misuratore livello vasca di monte (acqua da filtrare);
- Misuratore livello vasca di valle (acqua filtrata);
- Misuratore di livello differenziale tra monte e valle;
- Misuratore di portata eventuale acqua scaricata dal troppopieno;
- Inverter installato sulla pompa di controlavaggio per variazione della portata di controlavaggio;
- Minimo livello in aspirazione pompa di controlavaggio;
- Vacuostato in aspirazione alla pompa di controlavaggio;
- Misuratore di portata sulla mandata della pompa di controlavaggio;
- Misuratore di pressione su mandata della pompa di controlavaggio;

- Manometro su mandata della pompa di controlavaggio;
- Misuratore portata sull'uscita delle acque esauste di controlavaggio;
- Sensore di rotazione alberi dischi;
- Soft starter su motoriduttore rotazione dischi;
- Variatore di velocità sul motoriduttore rotazione dischi;
- Sensore di monitoraggio continuo della corrente assorbita dal motoriduttore rotazione dischi;
- Finecorsa di sicurezza per apertura coperchi;
- Data Logger per la registrazione dei dati.

2.3. Modalità di prova

Le prove sono state effettuate per un periodo di circa 10 mesi (marzo-dicembre 2020) e sono state divise in un primo periodo di settaggio dell'apparecchiatura e dell'impianto e un secondo periodo di acquisizione dati. Durante il lungo periodo di prove si è potuto testare il funzionamento del filtro in svariate condizioni di esercizio. Occorre ricordare che il filtro utilizzato nasce specificatamente per la filtrazione terziaria di impianti di depurazione, quindi è previsto un valore di TSS in ingresso mediamente di $25 \div 40 \text{ mg L}^{-1}$, con un valore in uscita inferiore o uguale a 10 mg L^{-1} .

Le condizioni di prova hanno evidenziato il comportamento del filtro anche a valori in ingresso di 100 mg L^{-1} e oltre.

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

3.1. Portata massica unitaria

La portata idraulica del filtro FDGIE testato, come per la maggior parte dei filtri terziari, dipende essenzialmente dal valore di TSS in ingresso (Solidi Sospesi Totali). Il parametro significativo, infatti, è definito come portata massica unitaria, pari alla portata di solidi per unità di superficie filtrante che il filtro riesce a trattare. Esso si esprime in $\text{kg}_{\text{TSS}} \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ (dove la superficie è intesa come superficie filtrante realmente immersa in acqua).

Il valore massimo puntuale ottenuto durante tutte le prove è di $5.12 \text{ kg}_{\text{TSS}} \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$.

Il valore massimo costante, ottenuto con funzionamento continuo del controlavaggio, è di $2.15 \text{ kg}_{\text{TSS}} \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$.

Il valore medio ottenuto durante tutte le prove è di $0.54 \text{ kg}_{\text{TSS}} \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ con deviazione standard di $0.225 \text{ kg}_{\text{TSS}} \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$.

I valori ottenuti sono sensibilmente più elevati dei valori dichiarati dalla letteratura tecnica di settore pari al $0.195 \div 0.24 \text{ kg}_{\text{TSS}} \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ (Metcalf & Eddy AECOM, 2014).

In base ai valori ottenuti si consiglia di utilizzare il valore cautelativo di $0.60 \text{ kg}_{\text{TSS}} \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ in fase di progettazione o selezione del filtro (riferito sempre alla superficie filtrante realmente immersa in acqua).

3.2. Rimozione TSS

Il compito principale del filtro a dischi è quello della rimozione dei solidi sospesi (TSS). Per quanto riguarda i valori di TSS durante il periodo di prove si è appurato il loro fisiologico regime variabile (dovuto alle condizioni operative dell'impianto di depurazione che alimenta il filtro) e si è constatata un'eccellente risposta del filtro FDGIE in termini di contenimento dei picchi di TSS in uscita e quindi efficace filtrazione in termini di ritenzione dei TSS.

Durante tutto il periodo di prove il valore medio dei TSS in ingresso si è attestato a 21.4 mg L^{-1} con deviazione standard di 12.14 mg L^{-1} ; di contro il valore medio dei TSS in uscita si è attestato a 8.38 mg L^{-1} con deviazione standard di 2.62 mg L^{-1} .

La risposta del filtro FDGIE in termini di contenimento dei picchi di TSS in uscita è ben rappresentata nei grafici successivi.

In Figura 3 sono rappresentati tutti i valori rilevati nel periodo di osservazione, correlando puntualmente il valore TSS a monte (UPSTREAM TSS) con il relativo valore TSS a valle (DOWNSTREAM TSS), sempre riferito allo stesso istante temporale. Sono rappresentati in totale circa 15000 osservazioni.

Si nota come il filtro sia in grado non solo di abbassare il valore medio di TSS, ma anche di contenere notevolmente la variabilità (abbassamento della deviazione standard) nonostante il campo di lavoro estremamente variabile (valori di TSS in ingresso misurati da 10 a 90 mg L^{-1}).

In Figura 4, invece, si è filtrato sul range di funzionamento previsto del filtro (TSS in ingresso $< 40 \text{ mg L}^{-1}$). Si consideri che sono stati eliminati solo 850 campioni, meno del 6% dei 15000 analizzati.

Il comportamento del filtro, in questo range, risulta essere ulteriormente performante, con una leggera riduzione del valore medio, ma un'importante abbassamento della deviazione standard.

In Figura 5 sono stati plottati i valori di TSS prima e dopo la filtrazione, ed è possibile apprezzare qualitativamente la performance del filtro.

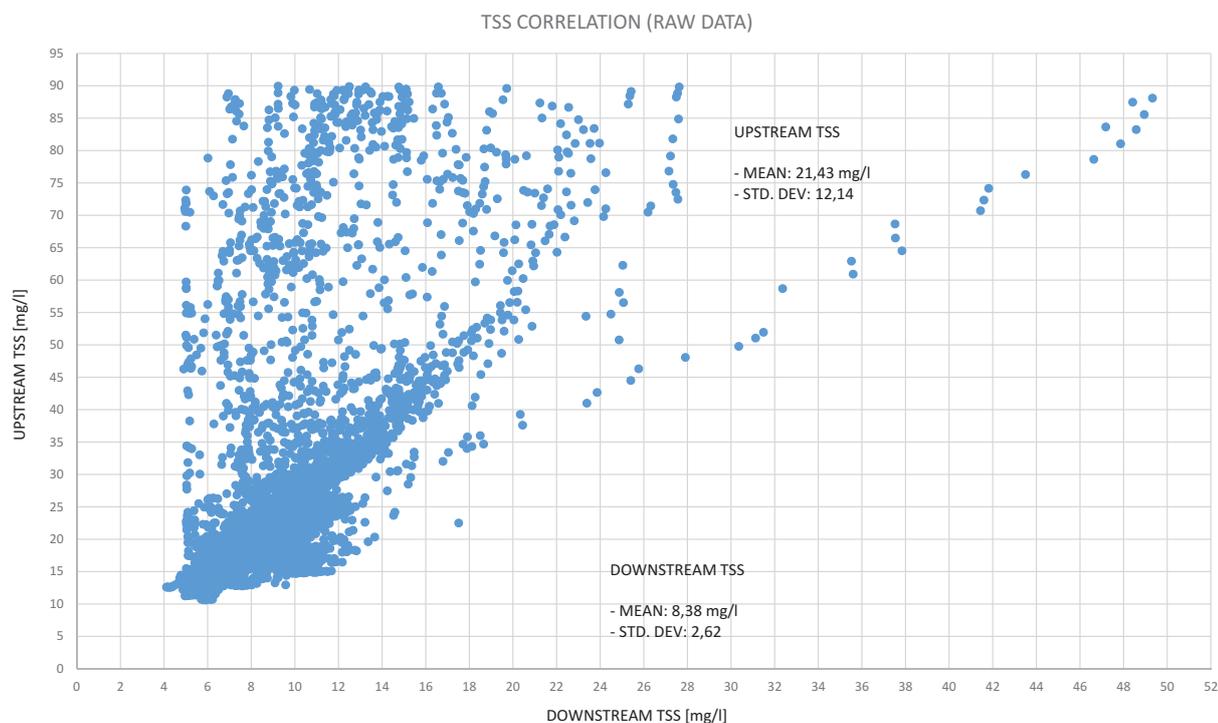


Figura 3 – Correlazione tra TSS a monte e TSS a valle del filtro SERECO tipo FDGIE21_02

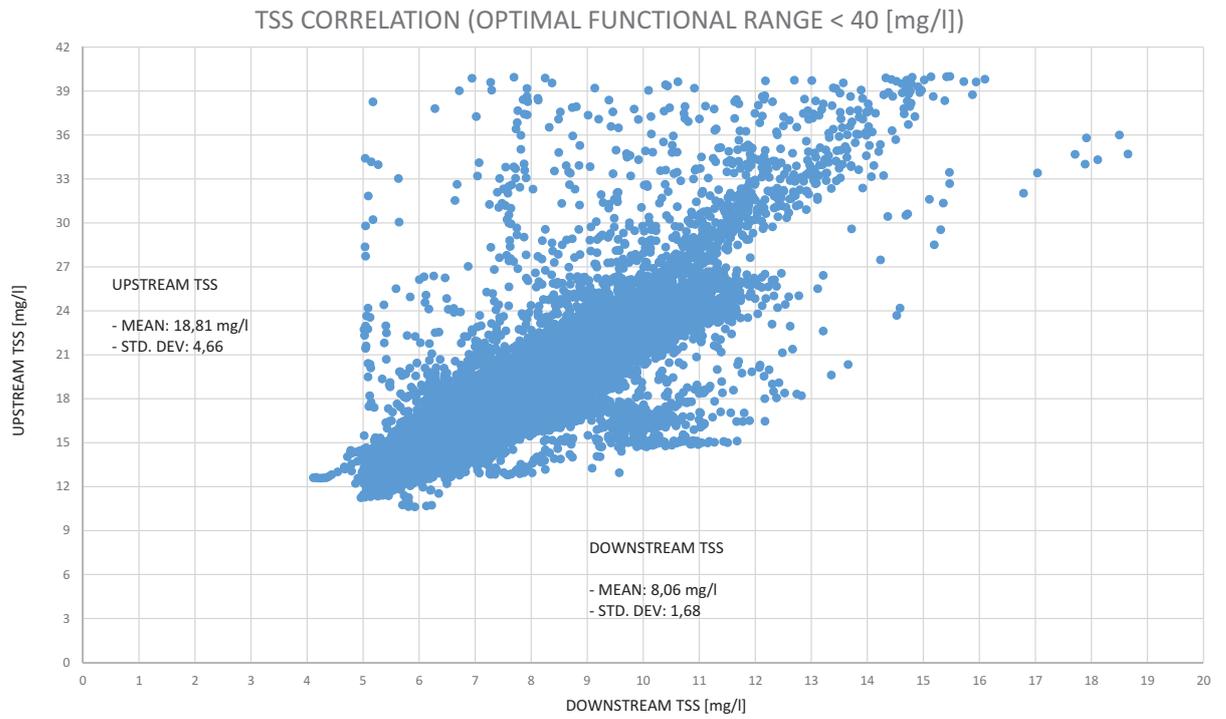


Figura 4 – Correlazione tra TSS a monte e TSS a valle nelle condizioni ottimali di funzionamento (<40 mg L⁻¹ di UPSTREAM TSS)

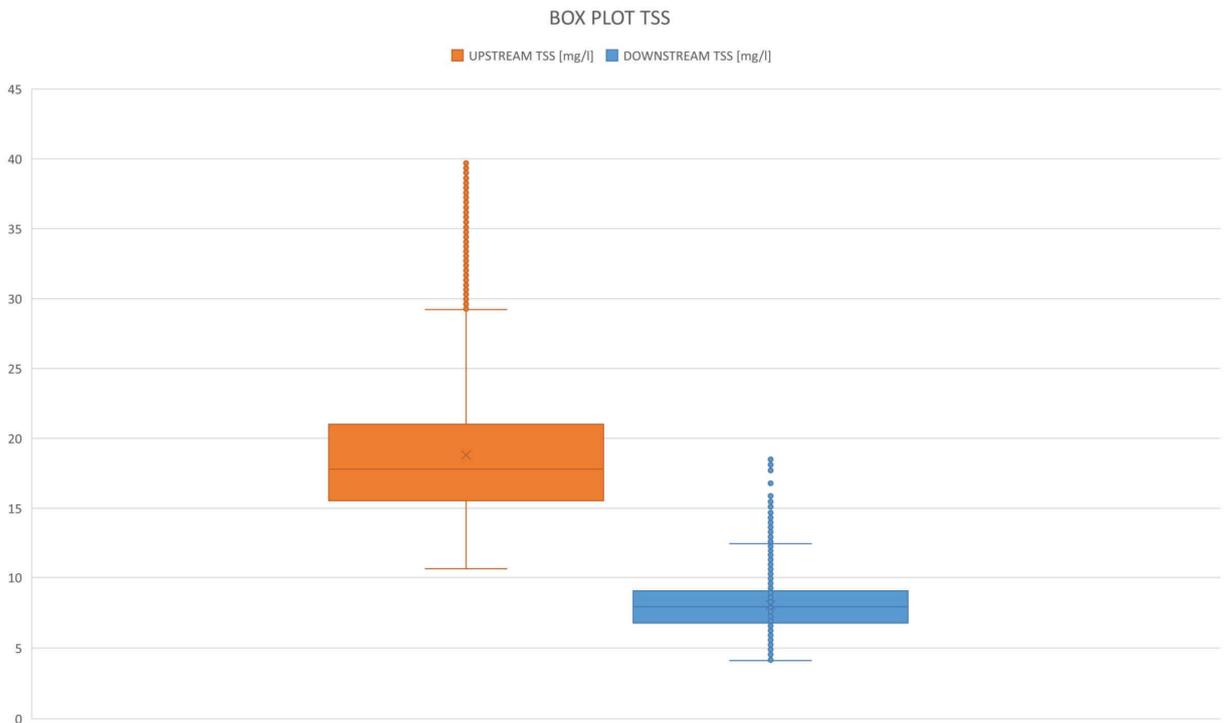


Figura 5 – Performance complessiva di rimozione TSS del filtro SERECO tipo FDGIE21_02



Figura 6 – Monitoraggio continuo del livello di monte e di valle



Figura 7 – Valore massimo di 3.1%: portata di controlavaggio $2.31 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ su portata filtrata di $75.2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$

3.3. Perdite di carico

Come già detto il filtro lavora a gravità. Le perdite di carico complessive attraverso il filtro sono somma di tre contributi:

- perdita di carico nella vasca di monte;
- perdita di carico attraverso la superficie filtrante;
- perdite di carico nella vasca di valle.

Durante le prove si è constatato che le perdite di carico nella vasca di monte sono praticamente trascurabili (nell'ordine di qualche millimetro).

Le perdite di carico attraverso la superficie filtrante cambiano continuamente in base al grado di intasamento della superficie filtrante stessa. In particolare, esse si attestano nel range $30 \div 350 \text{ mm}$ (con valori minimi in corrispondenza della superficie filtrante pulita e valori massimi in corrispondenza della partenza del controlavaggio).

Le perdite di carico nella vasca di valle, invece, tengono conto della presenza in essa di uno stramazzo, in particolare la presenza dello stramazzo a valle è necessaria per far lavorare i dischi con un'immersione non inferiore ad un valore minimo. Infatti, anche in condizioni di portata nulla, nella vasca di valle c'è sempre un livello di acqua che garantisce aspirazione alla pompa di controlavaggio. La presenza di tale stramazzo comporta le normali perdite di carico dovute all'altezza d'acqua al di sopra di esso e il franco di sicurezza a valle dello stesso necessario per scongiurare il funzionamento affogato dello stramazzo. Passando ai valori numerici risulta che l'altezza d'acqua sullo stramazzo si attesta nel range $0 \div 66 \text{ mm}$ (dipendentemente dalla portata), mentre il franco di sicurezza a valle dello stesso

si fissa pari a 100 mm (valore ingegneristicamente in sicurezza).

Sommando tutti i contributi, la perdita di carico complessiva del filtro si è attestata durante le prove nel range $100 \div 516 \text{ mm}$.

I valori ottenuti sono mediamente più bassi dei valori dichiarati dalla letteratura tecnica di settore pari al 650 mm ("Wastewater Engineering – Treatment and Reuse Recovery – Fifth Edition; METCALF & EDDY).

In base al range di valori ottenuto si consiglia di utilizzare il valore cautelativo di 600 mm in fase di progettazione o selezione del filtro.

3.4. Portata di controlavaggio

Per quanto riguarda il monitoraggio della portata di controlavaggio, il filtro utilizzato durante le prove è stato appositamente equipaggiato con misuratore di portata sia sulla mandata della pompa di controlavaggio sia sull'uscita delle acque esauste di controlavaggio. Tali due portate infatti sono sensibilmente diverse perché non tutta la portata pompata viene scaricata con le acque esauste, una parte di essa ritorna (ancora pulita) nella vasca di valle. Questo fenomeno è fisiologico perché la superficie filtrante (essendo molto fitta) riflette una parte considerevole della portata spruzzata dagli ugelli. Tale portata riflessa (ancora pulita) ritorna nella vasca di accumulo delle acque filtrate.

Ai fini pratici il valore significativo è la portata di uscita delle acque esauste di controlavaggio (portata persa per effetto del controlavaggio), mentre la portata pompata ha effetti solo sul consumo energetico, come meglio descritto nel prossimo paragrafo.

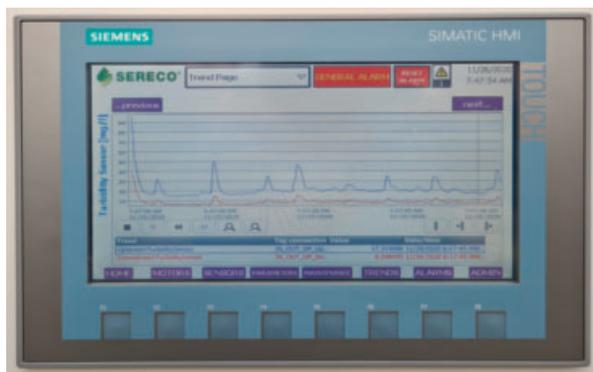


Figura 8 – Reazione al disturbo istantaneo di TSS, il filtro assorbe completamente il picco di TSS limitandone l'uscita



Figura 9 – Reazione al disturbo continuativo di TSS, il filtro contiene il valore di TSS limitandone l'uscita

Durante tutto il periodo di prove il valore medio della portata persa per effetto del controlavaggio si è attestata al 1.1% della portata trattata con deviazione standard di 0.55%.

Inoltre il valore massimo è stato del 3.1% della portata trattata, nelle condizioni di controlavaggio continuamente attivo.

I valori ottenuti sono mediamente più bassi dei valori dichiarati dalla letteratura tecnica di settore pari al 2÷4% (“Wastewater Engineering – Treatment and Reuse Recovery – Fifth Edition; METCALF & EDDY”).

In base ai valori ottenuti si consiglia di utilizzare il valore ingegneristicamente valido del 1.5% in fase di progettazione o selezione del filtro.

3.5. Consumo energetico specifico

Il consumo energetico del filtro è dovuto a vari fattori:

- energia richiesta dalla rotazione dei dischi;
- energia richiesta per la pompa di controlavaggio;
- energia richiesta per il motore di brandeggio del collettore di lavaggio;
- energia richiesta dalla strumentazione.

In realtà il valore richiesto dalla strumentazione è ingegneristicamente trascurabile, sia per il suo basso valore assoluto sia per il fatto che gran parte della strumentazione è stata installata sul filtro appositamente ai fini di prova e raccolta dati e potrebbe non essere necessaria in condizioni reali di esercizio.

Come risulta corretto in questi casi, non è significativo il valore numerico dell'energia consumata, quanto il consumo energetico specifico: energia rapportata alla portata trattata (Wh m^{-3}).

Durante tutto il periodo di prove il valore medio del consumo energetico specifico si è attestato a 20.2 Wh m^{-3} .

Inoltre, il valore massimo è stato di 26.3 Wh m^{-3} nelle condizioni di controlavaggio continuamente attivo.

I valori ottenuti sono in linea con i risultati attesi. In base ai valori ottenuti si consiglia di utilizzare il valore ingegneristicamente valido di 25 Wh m^{-3} in fase di progettazione o selezione del filtro.

3.6. Singolarità

Come detto nei capitoli precedenti, durante il lungo periodo di prove si è potuto testare il funzionamento del filtro in svariate condizioni di esercizio. Ce ne sono alcune degne di nota.

Nei grafici seguenti si evidenzia che anche con valori elevati e altalenanti di TSS in ingresso, il valore di TSS in uscita si è mantenuto basso e stabile (quasi imperturbato dall'anomalo valore in ingresso).

In particolare, la Figura 8 mostra la reazione del filtro a perturbazioni del tipo impulsivo di TSS in ingresso (linea blu): il valore di TSS in uscita resta quasi del tutto imperturbato (linea rossa).

La Figura 9, invece, mostra la reazione del filtro a perturbazioni del tipo a gradino di TSS in ingresso (linea blu): il valore di TSS in uscita resta quasi del tutto imperturbato (linea rossa).

In Figura 10 si mostrano i valori istantanei di TSS ingresso (in condizioni estreme di funzionamento) e TSS in uscita nello stesso istante.

4. CONCLUSIONI

La filtrazione terziaria è una sezione dell'impianto di trattamento acque reflue oramai imprescindibile.



Figura 10 – Reazione al disturbo di TSS, valori puntuali di TSS IN (sinistra) e TSS OUT (destra)

bile in tutti i casi in cui si vuole riutilizzare l'acqua trattata a fini irrigui in agricoltura e giardinaggio. Il massimo contenuto di solidi sospesi, infatti, nelle acque riutilizzate a tale scopo è raggiungibile solo con l'utilizzo di una dedicata sezione di filtrazione.

La filtrazione terziaria è, inoltre, fortemente consigliata in tutti i casi in cui si vuole un effluente con ridotto contenuto di solidi sospesi e COD per impattare il meno possibile sul corpo ricettore.

Le prove effettuate sulla filtrazione terziaria attraverso il filtro a dischi a gravità SERECO tipo FDGIE21_02 sull'impianto di depurazione acque reflue civili di Putignano (BA) hanno mostrato dei valori di portata massica unitaria nettamente superiori a quelli tabulati nella letteratura tecnica di settore per filtri simili. Sono stati raggiunti ottimi risultati in termini di efficacia di contenimento di TSS in uscita con eccellente risposta anche in casi di picchi di TSS in ingresso sia impulsivi sia a gradino. Le perdite di carico sono state in linea con le aspettative e leggermente inferiori ai valori tabulati nella letteratura tecnica di settore. La portata persa per effetto del controllavaggio è stata in linea con le aspettative e mediamente inferiori ai valori tabulati nella letteratura tecnica di settore. Infine, il consumo energetico specifico è risultato in linea con i valori attesi.

La scelta quindi di utilizzare il filtro FDGIE prodotto da SERECO unisce ai vantaggi della filtrazione di superficie i vantaggi di un'apparecchiatura di robusta concezione, progettata specificatamente per la filtrazione terziaria di acque reflue, con funzionamento efficace e stabile anche al variare delle caratteristiche delle acque in ingresso e

performance di filtrazione nettamente superiori a filtri simili disponibili sul mercato.

L'azienda produttrice ha un'attenzione specifica allo sviluppo continuo del prodotto e grazie alla sua ampia proposta a catalogo e alla conoscenza approfondita dei processi di depurazione, si propone oltre che come fornitore di prodotti anche come un vero partner tecnico in grado di ottimizzare le scelte e integrare le soluzioni migliori per ciascun impianto di depurazione.

Per scelta aziendale vi è sempre la possibilità di adattare i prodotti alle esigenze di depurazione e del cliente, sia in termini di accessori, che di comando e controllo, che di materiali di costruzione, e di adeguamento a normative anche più stringenti per applicazione in ambiti speciali, sempre nel rispetto di quelle Europee. Questo ha portato SERECO ad avere notevole successo sui mercati extra-europei, dove si pone come "solution provider" riconosciuto e scelto dai più grandi e prestigiosi gruppi del settore trattamento acque e per progetti conosciuti e anche premiati per qualità, affidabilità e tempistica.

5. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Metcalf & Eddy, AECOM, (2014) Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery, edited by: Tchobanoglous G., Stensel H.D., Tsuchihashi R., Burton F., Abu-Orf M., Bowden G., Pfrang W.; McGraw Hill, ISBN: 0073401188 – Fifth Edition.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia la disponibilità di Acquedotto Pugliese S.p.A. (gestore dell'impianto di depurazione acque reflue di Putignano (BA) presso cui sono state effettuate le prove).



INGEGNERIA DELL'AMBIENTE

per il 2021 è sostenuta da:

