

A.T.I. N°1 - A.T.I. N°2



UMBRA ACQUE S.p.a.
Via G. Benucci, 167 - 06087 Ponte San Giovanni (PG)

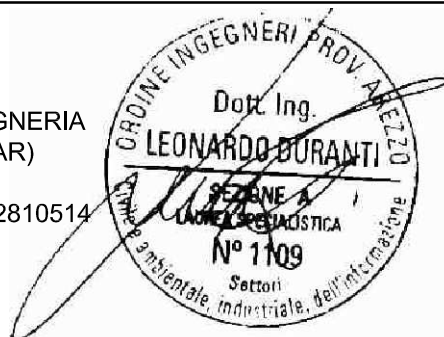
RACCOLTA E DEPURAZIONE DELL'AGGLOMERATO DI DERUTA, TORGIANO, BETTONA POTENZIAMENTO DEPURATORE LOC. COMUNANZA (PAR-FSC 2007-2013)

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTISTA



STUDIO ASSOCIATO ATRE INGEGNERIA
Via Lucca, 12 - San Giustino V.no (AR)
Tel. 055476528 - Fax 0553986924
info@atreingegneria.net P.IVA 01932810514



DOTT. ING. LEONARDO DURANTI

INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

DOTT. ING. LUISA BRACCESI

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE DI PROCESSO

CODICE PROGETTO
L398_S_Erasmo-Deruta

DATA
MARZO 2015

REVISIONE N.

SCALA
F.S.

N. ELABORATO

AII. B

**PROVINCIA DI PERUGIA
COMUNE DI DERUTA**

UMBRA ACQUE S.p.A.

*RACCOLTA E DEPURAZIONE DELL'AGGLOMERATO DI DERUTA,
TORGIANO, BETTONA
POTENZIAMENTO DEPURATORE LOC. COMUNANZA
(PAR-FSC 2007-2013)*

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI PROCESSO

MARZO 2015

INDICE

1	PREMESSA	2
2	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO NELLO STATO ATTUALE	3
2.1	Linea Liquami	5
2.1.1	Grigliatura	5
2.1.2	Sollevamento	5
2.1.3	Dissabbiatura, Preareazione e disoleatura	5
2.1.4	Denitrificazione	5
2.1.5	Ossidazione-Nitrificazione	6
2.1.6	Sedimentazione finale	6
2.1.7	Defosfatazione chimica	6
2.1.8	Disinfezione di emergenza	6
2.2	Linea fanghi	6
2.2.1	Ricircolo fanghi	6
2.2.2	Stabilizzazione mediante digestione aerobica del fango	7
2.2.3	Ispessimento del fango	7
2.2.4	Disidratazione meccanica	7
2.2.5	Letti di essiccamento	7
3	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO NELLO STATO DI PROGETTO	7
3.1	Misuratori di portata	9
3.2	Grigliatura fine	9
3.3	Filtrazione meccanica	10
3.4	Disinfezione con UV	13
3.5	Clorazione	13

1 PREMESSA

Il progetto di *“Raccolta e depurazione dell'agglomerato di Deruta, Torgiano, Bettona Potenziamento depuratore Loc. Comunanza (PAR-FSC 2007-2013)”* si configura come modifica di un impianto esistente già autorizzato con potenzialità superiore a 10.000 AE.

Tale modifica risulta necessaria per il rispetto degli obiettivi di tutela qualitativa e quantitativa dei sistemi idrici previsti dal Piano di Tutela delle Acque.

In particolare il PTA prevede la realizzazione di sistemi di abbattimento della carica batterica fecale, combinati a sistemi di pretrattamento per l'eliminazione dei solidi sospesi, in tutti gli impianti di trattamento dei reflui urbani aventi potenzialità di progetto > 2.000 A.E., misura che diviene obbligatoria per gli impianti di trattamento dei reflui urbani aventi potenzialità di progetto >10.000 A.E..

L'attuale filiera di depurazione ha una capacità depurativa di 16150 AE, con potenzialità massima di 25000 AE, e subirà delle modifiche atte a ottimizzare il processo e migliorare il monitoraggio dello stesso che prevedono l'introduzione di trattamenti terziari quali la filtrazione e la disinfezione mediante UV.

Nell'ambito dell'intervento l'impianto sarà dotato di strumenti di misurazione delle portate in ingresso, in uscita e in prossimità del by-pass.

Nella presente relazione vengono descritte le modifiche introdotte al processo di depurazione della linea liquami.

2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO NELLO STATO ATTUALE

L'impianto di depurazione è costituito da un trattamento biologico a fanghi attivi completo di digestione anaerobica e tratta i reflui provenienti dai Comuni di Torgiano, Deruta e Bettona, ad eccezione delle frazioni di Torgiano-Miralduolo e Deruta-Casilina. Attualmente all'impianto vengono recapitati 16150 AE e l'impianto ha una capacità depurativa massima di 25000 A.E.

L'impianto scarica l'effluente nel Fosso Pisciarellino con recapito finale nel Fiume Tevere, come da autorizzazione allo scarico n. 152/13 rilasciata dalla Provincia di Perugia il 13/03/2013.

Il medesimo impianto è inoltre autorizzato, ai sensi dell'art. 110 comma 3, a smaltire reflui non canalizzati quali fanghi liquidi provenienti da altri impianti di depurazione delle acque reflue urbane e stasamenti fognari.

I dati di dimensionamento dell'impianto sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 1: Dati di dimensionamento dell'impianto

Parametro	Udm	Valore
Abitanti Equivalenti	A.E.	16152
Sistema di Fognatura		Mista
Dotazione idrica per abitanti serviti	lt A.E. ⁻¹ g ⁻¹	300
Dotazione idrica per abitanti equivalenti	lt A.E. ⁻¹ g ⁻¹	270
Coefficiente di afflusso in fognatura	%	0.80
Portata di calcolo in tempo secco	m ³ g ⁻¹	3876
Portata media oraria nelle 24h (Qm)	m ³ h ⁻¹	161
Portata di punta tempo secco (Q18)	m ³ h ⁻¹	215
Portata ammessa ai trattamenti primari (4Qm) in tempo di pioggia (Qpp)	m ³ h ⁻¹	644
Portata ammessa ai trattamenti biologici (2,5Qm = Qp)	m ³ h ⁻¹	402
Carico organico specifico BOD	g A.E. ⁻¹ g ⁻¹	65
BOD5 complessivo	Kg g ⁻¹	1050
Carico specifico NTK	g A.E. ⁻¹ g ⁻¹	12
NTK complessivo	Kg g ⁻¹	194
Carico specifico fosforo	g A.E. ⁻¹ g ⁻¹	4
Fosforo complessivo	Kg g ⁻¹	64

L'impianto di depurazione è articolato su due linee di processo:

Linea liquami

- Grigliatura grossolana;
- Sollevamento liquami;
- Grigliatura meccanica fine;
- Dissabbiatura – Preareazione;
- Pre-denitrificazione;

- Ossidazione – Nitrificazione;
- Sedimentazione finale;
- Disinfezione di emergenza mediante clorazione dell'effluente (attualmente non in uso ma attivabile in casi di emergenza e rischi sanitari).

Linea fanghi

- Ricircolo fanghi;
- Stabilizzazione mediante digestione aerobica dei fanghi di supero;
- Bacino post ispessimento fanghi;
- Stazione di disidratazione dei fanghi mediante centrifugazione;
- Letti di essiccamento;

L'impianto di depurazione è articolato su due linee di processo.

In Tabella 2 sono riportati i valori medi mensili relativi alle concentrazioni in ingresso ed in uscita dall'impianto di depurazione dei parametri di qualità del refluo. Si riportano anche le efficienze medie di rimozione ottenute nel corso dell'anno 2014.

Tabella 2: Parametri caratteristici impianto anno 2014

Parametro	Unità	Ingresso		Out		Rimozione (%)
		Medio	Max	Medio	Max	
BOD5	mg L-1	70.81	405	9.95	19	85.9
COD	mg L-1	174.58	1060	26.49	49	84.8
SST	mg L-1	140.00	680	15.53	30	88.9
N tot	mg L-1	26.04	44.7	10.63	20.3	59.2
N ammo	mg L-1	19.02	48.15	2.06	12	89.1
N nitroso	mg L-1	0.37	1.05	0.19	1.34	48.3
N nitrico	mg L-1	5.95	11.8	7.55	21.5	-26.8
P totale	mg L-1	2.07	4.84	1.97	3.65	5.1
E. Coli	CFU L-1	16584619.26	72700000	256916.67	1553000	98.5

Per quanto attiene al campionamento del refluo influente ed effluente sono in fase di installazione dei campionatori automatici refrigerati in grado di prelevare 24 campioni nell'arco delle 24 ore posizionati rispettivamente a monte della grigliatura grossolana e a valle del comparto di clorazione. Per ogni postazione è previsto oltre all'attacco alla linea elettrica (220 v) anche un sistema di protezione della strumentazione dagli agenti atmosferici.

Gli strumenti di campionamento automatici refrigerati sono del tipo WATEC-ISCO 5800, costruiti in accordo alle richieste delle normative ISO 5667-10 ed EPA con le seguenti caratteristiche costruttive:

- le parti elettroniche sono completamente separate dalle parti umide e le schede sono protette in modo stagno;
- Controllore ed elettronica: protezione IP 67, con pannello di controllo e tastiera avente l'elettronica riscaldata per evitare condense pericolose per i componenti elettronici;
- Resistenza all'umidità: 0 – 100%;
- corpo del campionatore: in polietilene antigraffio, realizzati in un unico pezzo con fusione rotazionale. L'isolamento termico è garantito anche in ambienti caldi ed umidi, da una doppia parete con isolante;
- Temperatura di lavoro: da -29° a $+49^{\circ}$ C.

2.1 Linea Liquami

2.1.1 Grigliatura

I liquami provenienti dalla rete fognaria, prima del sollevamento, vengono sottoposti ad un trattamento di grigliatura grossolana tramite griglia verticale meccanizzata con spaziatura pari a 40 mm per solidi di grandi e medie dimensioni. Il materiale grigliato viene compattato e inviato in apposito contenitore.

2.1.2 Sollevamento

Il liquame grigliato viene poi convogliato all'interno dell'impianto mediante n.3 pompe sommergibili più una di riserva.

2.1.3 Dissabbiatura, Preareazione e disoleatura

La fase di dissabbiatura e disoleatura è costituita da un comparto realizzato in vasca circolare dotata di insufflazione di aria compressa in modo da tenere in sospensione le sostanze organiche, far flottare grassi e oli, e consentire la sedimentazione della sabbia sul fondo.

Le sabbie vengono estratte mediante air-lift e gli oli vengono raccolti in un pozzetto separato per la successiva asportazione. Le sabbie estratte vengono trattate in un classificatore in acciaio inox e le acque vengono riportate in testa all'impianto di depurazione.

2.1.4 Denitrificazione

Il liquame proveniente dalla dissabbiatura-disoleatura viene caricato nel bacino di denitrificazione ($V = 432 \text{ m}^3$) assieme al mixed liquor nitrificato riciclato dal bacino di ossidazione e ai fanghi biologici provenienti dal sedimentatore secondario. In assenza di apporto di ossigeno

dall'esterno, i fanghi biologici sono in grado di utilizzare l'ossigeno dei nitrati per supportare il metabolismo. Per fare ciò necessitano di una fonte di carbonio biodegradabile rappresentato dal BOD del liquame in ingresso. In questo bacino il mixed liquor è costantemente agitato e non si ha rifornimento di ossigeno allo scopo di garantire condizioni anossiche e permettere la riduzione dei nitrati e dei nitriti ad azoto gassoso che si libera in atmosfera.

Per garantire la miscelazione del liquame e per omogeneizzare la massa liquida la zona di denitrificazione è dotata di un agitatore sommerso.

2.1.5 Ossidazione-Nitrificazione

La fase di ossidazione e nitrificazione avviene in bacini a pianta rettangolare ed è costituita da n.2 unità in serie per un volume totale di 1500 m³. Il comparto è costituito da reattori biologici in cui il fango è mantenuto in sospensione ed areato mediante due turbine galleggianti.

2.1.6 Sedimentazione finale

La fase di sedimentazione viene realizzata in n.2 sedimentatori circolari con una superficie di sedimentazione complessiva pari a 226 m² nei quali avviene la separazione tra il liquido depurato (effluente) ed i fanghi (le formazioni fioccosi) che sedimentano sul fondo.

Il fango depositato sul fondo dei sedimentatori viene addotto al manufatto sollevamento fanghi e per gravità arriva al pozzetto ove sono situate le pompe di ricircolo e di supero dei fanghi.

2.1.7 Defosfatazione chimica

Nell'impianto è presente un trattamento di defosfatazione consistente nel dosaggio in linea di FeCl₃ (attualmente non in uso).

2.1.8 Disinfezione di emergenza

La disinfezione di emergenza delle acque di scarico avviene mediante il dosaggio di ipoclorito di sodio direttamente nella vasca di clorazione (attualmente non in uso).

2.2 Linea fanghi

2.2.1 Ricircolo fanghi

Considerato che la depurazione del liquame avviene mediante l'utilizzo di fanghi attivi, è necessario ricircolare i fanghi depositati nei sedimentatori finali al fine di equilibrare in continuo il carico di massa. Il ricircolo dei fanghi dal sedimentatore alla denitrificazione e della miscela areata dalla nitrificazione alla denitrificazione è assicurata da pompe sommerse. Quota parte del fango di ricircolo viene inviata alla fase di digestione (fango di supero).

2.2.2 Stabilizzazione mediante digestione aerobica del fango

I fanghi di supero vengono scaricati periodicamente nelle vasche di stabilizzazione della capacità complessiva di 940 m³ con una superficie di 244 m² (n. 2 vasche 10x10 m e 12x12 m).

In questi bacini avviene la digestione aerobica del fango di supero: il sistema di ossigenazione è assicurato da turbine superficiali.

A vasca di digestione aerobica è simile a quella di ossidazione, così come il processo. La differenza consiste nel fatto che non essendo presente altra sostanza organica oltre al fango di supero, la biomassa subisce processi di decadimento endogeno promuovendo il processo di stabilizzazione mediante l'ossidazione dei solidi sospesi volatili.

2.2.3 Ispessimento del fango

Il fango digerito aerobicamente viene inviato all'ispessitore statico con il duplice scopo di ridurre ulteriormente l'umidità dei fanghi e di accumularli per la successiva fase di disidratazione meccanica.

2.2.4 Disidratazione meccanica

I fanghi stabilizzati e ispessiti vengono periodicamente disidratati meccanicamente in una centrifuga previa dosaggio di polielettrolita preparato in continuo in un apposito preparatore. Il fango prodotto, con un 25-26% di sostanza secca, è idoneo al recupero. Le acque reflue di risulta ritornano in testa all'impianto (linea liquami) per essere depurate. La quantità di fanghi disidratati prodotti dall'impianto ammonta a circa 700 tonn/anno.

2.2.5 Letti di essiccamento

L'impianto è dotato di n.4 letti di essiccamento di cui n.2 dedicati alla disidratazione naturale (essiccazione) del fango di supero e n.2 di sabbia proveniente dalla fase di dissabbiatura dell'impianto stesso e dalla pulizia del fondo delle autobotti utilizzate per gli stasamenti fognari.

Tutti i rifiuti prodotti dall'impianto di depurazione vengono, prima dello smaltimento/recupero, classificati mediante analisi di caratterizzazione.

3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO NELLO STATO DI PROGETTO

L'adeguamento dell'impianto di depurazione di Deruta si inserisce nell'ambito di interventi ammissibili previsti dal P.A.R.-F.S.C. 2007-2013 (Programma Attuativo Regionale del Fondo per lo Sviluppo e la Coesione già fondo per le aree sottoutilizzate).

L'attuale filiera di depurazione ha una capacità depurativa di 16150 AE e subirà delle modifiche atte a ottimizzare il processo e migliorare il monitoraggio dello stesso che prevedono l'introduzione di trattamenti terziari quali la filtrazione e la disinfezione mediante UV.

Attualmente la concentrazione media di E.Coli in uscita dalla sedimentazione è pari a 25700 UFC/100 mL pertanto è necessario un abbattimento della carica batterica prima dello scarico finale ed il raggiungimento dei limiti previsti dalla normativa e pari a 5000 UFC di E.coli per 100 mL.

Per l'abbattimento dei coliformi si prevede la disinfezione dell'effluente mediante radiazioni UV con un pretrattamento che prevede la rimozione dei solidi sospesi, oltre che essere propedeutica all'abbattimento dei coliformi, contribuisce essa stessa direttamente al miglioramento della qualità ambientale dei corsi d'acqua recettori.

Con la realizzazione delle opere in progetto i benefici ambientali ed i risultati attesi sono tali da consentire il rispetto dei limiti di legge allo scarico dell'impianto previsti dalla normativa.

Nel dettaglio gli interventi in progetto consistono in:

- inserimento di **misuratori di portata** per il monitoraggio del totale dei volumi in **ingresso** all'impianto e del totale di quelli inviati al **by-pass** del processo biologico e sostituzione del **misuratore di portata dell'effluente**;
- Inserimento di una **grigliatura fine** a valle della grigliatura esistente e a monte della dissabbiatura;
- Inserimento di una fase di **filtrazione meccanica** dell'effluente della sedimentazione secondaria prima dell'ingresso alla nuova fase di disinfezione;
- inserimento di una fase di **disinfezione con UV**;
- **ripristino della fase di disinfezione** tramite dosaggio di ipoclorito di sodio da utilizzarsi unicamente in caso di emergenza;
- realizzazione di tettoia a protezione dei serbatoi di stoccaggio del polielettrolita;
- inserimento paratoie murali per sezionamento nuove fasi di impianto.

Le modifiche apportate alla filiera di trattamento delle acque comporteranno un incremento delle efficienze depurative relativamente in primo luogo ai solidi sospesi e ai coliformi.

La presenza di una fase di grigliatura fine permetterà di ridurre l'afflusso di solidi al comparto biologico, aumentare l'efficienza delle diverse fasi del processo e salvaguardare le diverse componenti meccaniche presenti nella filiera di trattamento.

L'inserimento del comparto di filtrazione permetterà di raggiungere concentrazioni di solidi nell'effluente inferiori a 10 mg SSS L-1.

La disinfezione mediante dosaggio di radiazione ultraviolette garantirà una riduzione minima del 95% dei coliformi totali attualmente presenti nel refluo in uscita dall'impianto di depurazione garantendo una concentrazione nell'influente di 1400 CFU 100mL-1.

3.1 Misuratori di portata

Per la misura della portata in ingresso al trattamento biologico si prevede l'installazione di un di un misuratore di portata elettromagnetico sulla tubazione di alimentazione della vasca di denitrificazione date le ridotte dimensioni delle canalette nel manufatto di ripartizione delle portate a valle del sollevamento che non consentono l'installazione nel manufatto stesso.

Nell'impianto di Deruta è presente una linea di by-pass per salvaguardare il comparto biologico, su tale linea, in idoneo pozzetto delle dim. interne di 100x100 cm, verrà installato un misuratore di portata del tipo area/velocity, il calcolo della portata è determinato dalla relazione $Q = V \times A$, dove l'area bagnata corrispondente ad ogni livello di battente liquido è determinato per interpolazione lineare tra i singoli punti editati nella tabella di proporzionalità configurata.

Per la misura della portata in uscita dall'impianto si prevede la sostituzione del misuratore di portata esistente non funzionante con un misuratore a ultrasuoni da posizionare sulla canaletta in uscita dal manufatto di clorazione a monte del pozzetto di scarico.

3.2 Grigliatura fine

L'attuale configurazione del manufatto dei trattamenti preliminari prevede la possibilità di inserire una fase di grigliatura fine a valle del sollevamento e a monte della fase di dissabbiatura. La presenza di una fase di grigliatura ulteriore a quella prevista a valle del sollevamento permetterà di ridurre l'afflusso di solidi al comparto biologico, aumentare l'efficienza delle diverse fasi del processo e salvaguardare le diverse componenti meccaniche presenti nella filiera di trattamento. Allo stato attuale sono previsti due canali in parallelo di lunghezza, larghezza e profondità pari, rispettivamente, a 1.70 m, 0.50 m e 1.0 m. Il manufatto in cui installare la griglia è alimentato dalle pompe del sollevamento iniziale attraverso n.4 tubazioni che scaricano a circa 80 cm dal piano del canale della grigliatura. Al fine di alimentare correttamente la griglia, occorre alzare le tubazioni in arrivo di circa 55cm e realizzare al di sotto una canaletta di raccolta dei liquami in acciaio INOX sp 5mm delle dimensioni di 2.4x1x0.6m.

Nel progetto si prevede l'installazione di griglia fine a tamburo rotante costituita da un corpo in acciaio inox, al suo interno un filtro rotante realizzato in acciaio inox AISI 304 con speciale profilo a "V" tipo wedge wire in acciaio inox avvolto a spirale con una distanza fra le spire equivalente alla luce di filtrazione desiderata.

Il liquame da trattenere entra in una vasca di alimentazione, costituita in modo da permettere al liquame stesso di distribuirsi su tutta la lunghezza del cilindro filtrante. Le particelle, contenute nel liquame, vengono a contatto con il cilindro filtrante il quale, girando lentamente, le porta verso l'esterno dove vengono quindi eliminate da una lama scolmatrice. L'acqua filtrata passa all'interno del cilindro, per uscire nuovamente attraverso la parte filtrante inferiore, agendo così da pulitrice della superficie filtrante. E' previsto, comunque, un sistema di controlavaggio interno del cilindro

filtrante per mezzo di ugelli spruzzatori. La parte filtrante si presenta ad ogni giro all'alimentazione priva di particelle e pronta a ripetere il ciclo.

Si riportano, di seguito le caratteristiche tecniche della griglia:

- Portata: 260 m³/h;
- Diametro tamburo : Ø628 mm;
- Lunghezza cestello: 400 mm;
- Lunghezza totale: 1.045 mm;
- Altezza: 1.362 mm;
- Larghezza: 1.134 mm;
- Luce di filtrazione :5 mm perforato foro tondo;
- Tubazione di ingresso: DN100 PN10;
- Tubazione di uscita: DN200 PN10;
- Troppo pieno: DN100 PN10;
- Motore 0,25 kW 400V 50hz trifase, IP55, classe F;
- Riduttore a vite senza fine, 9 rpm.

3.3 Filtrazione meccanica

Per quanto riguarda i trattamenti terziari di depurazione di nuova realizzazione, si prevede l'installazione di un filtro meccanico a disco autopulente a valle della sedimentazione finale. Tale tipologia di filtri effettua una rimozione spinta dei solidi sospesi, grazie all'elevata superficie filtrante, migliorando sensibilmente la qualità dell'effluente consentendo al contempo un ingombro contenuto.

I filtri a disco sono costituiti da una serie di dischi paralleli che fungono da supporto per il materiale filtrante. Ogni disco è collegato al tubo di alimentazione centrale, il materiale filtrante è costituito da poliestere con diverse dimensioni di apertura della tela.

Il refluo da trattare fluisce per gravità dal centro del tamburo verso gli elementi filtranti che trattengono i solidi. Il progressivo accumulo di solidi provoca un aumento del livello idrico di monte fino a provocare l'intervento di un sensore di livello che dà inizio alla rotazione del filtro e alle operazioni di controlavaggio. L'acqua di controlavaggio, immessa ad alta pressione, rimuove i solidi dai pannelli filtranti allontanandoli tramite una linea separata. Il controlavaggio, effettuato con acqua già filtrata, richiede una portata variabile tra lo 0,5 ed il 2% della portata in ingresso.

Per l'alimentazione del filtro si prevede la realizzazione di un nuovo pozzetto di derivazione tra il misuratore di portata e il canale di clorazione esistente nel quale verranno installate paratoie per l'eventuale esclusione dei trattamenti terziari di nuova realizzazione. Inoltre, a monte del sistema di

filtrazione, verranno posizionate le paratoie per consentire il by-pass della sola filtrazione e l'invio dell'effluente al canale di disinfezione con UV (TAV. 9).

Il dimensionamento della superficie filtrante richiesta è stato eseguito sulla portata di punta di tempo secco, pari a $215 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Le capacità filtranti dell'impianto sono definite dal Carico Idraulico Superficiale applicato (velocità di attraversamento per metro quadrato di superficie filtrante). Nel caso specifico, il fornitore definisce il un valore medio di $22.5 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$.

E' dunque possibile definire la superficie di filtrazione richiesta, pari a 11 m^2 .

Si propone l'installazione del filtro a dischi multipli ognuno costituito da una serie di pannelli filtranti. Tale schema impiantistico determina un incremento nell'area di filtrazione riducendo al contempo la superficie occupata.

L'acqua da trattare fluisce per gravità all'interno del tamburo centrale e filtra attraverso i pannelli dall'interno verso l'esterno dei dischi. I solidi sono separati dall'acqua per mezzo dei pannelli filtranti montati su ambo i lati dei settori che compongono il disco. I solidi sono trattiene all'interno dei dischi filtranti mentre l'acqua depurata fluisce all'esterno del disco nella vasca di contenimento della macchina stessa.

Durante il normale funzionamento, i dischi rimangono fermi fino a che, a causa dell'intasamento dei pannelli per l'accumulo di solidi, il livello dell'acqua nel canale di alimentazione raggiunge un valore prefissato. A questo punto, il ciclo di controlavaggio è avviato automaticamente ed i solidi sono rimossi e scaricati all'interno della tramoggia di raccolta mentre il disco è posto in rotazione. Il flusso controcorrente e gli ugelli assicurano la pulizia del mezzo filtrante con un consumo minimo d'acqua (si utilizza l'acqua filtrata). I supporti degli ugelli per il controlavaggio sono realizzati in modo tale da facilitare la manutenzione e la sostituzione degli stessi.

I pannelli filtranti modulari sono composti da reti filtranti a geometria piana realizzate in acciaio AISI 316 e tenute in posizione da un telaio in materiale plastico. Il design dei pannelli filtranti, ancorati alla struttura di sostegno, ne permette la rimozione in modo semplice e rapido, consentendo tempi di intervento ridotti senza la necessità di svuotare la vasca o di rimuovere il filtro. Se vi fosse la necessità di modificare le condizioni di esercizio o i rendimenti, la struttura permette inoltre di passare facilmente ad un mezzo filtrante con aperture differenti.

La struttura del filtro a dischi, è costituita dall'unità filtrante, da una pompa per il controlavaggio e da un'unità di controllo costituita da:

- quadro elettrico di controllo che comprende la protezione per il motore del filtro ed il motore della pompa di lavaggio, rilevatore di livello e timer;
- inverter per il comando della rotazione dei dischi;
- sistema di avviamento della pompa di controlavaggio;
- asta di livello conduttimetrica per l'avviamento del controlavaggio;

Il filtro presenta le specifiche riportate in Tabella 3.

Tabella 3: Caratteristiche filtro meccanico

Numero dischi	4
Superficie filtrante effettiva	22.4 m ²
Dimensioni tubazioni ingresso/uscita	250 mm
Potenza pompa di contro lavaggio	kW 4 (380 V - 50 Hz)
Controlavaggio	0.5-2 % della portata filtrata
Spraybars	1
Numero di ugelli per spraybar	20
Numero di pompe di contro lavaggio	1
Pressione di contro lavaggio	7.7 bar
SST in uscita (valore tipico)	< 5 mg L ⁻¹
Dimensione dei pori	10 µm
Materiale dei filtri	Poliestere
Diametro dei dischi	2.2 m
Velocità di rotazione	Variabile
Potenza Motore	kW 1,1 (380 V - 50 Hz)

Il filtro sarà installato in prossimità del manufatto di clorazione, in apposita vasca in cls (TAV. 8), e verrà alimentato con il refluo chiarificato in arrivo dalla fase di sedimentazione, mentre l'uscita scaricherà nella nuova vasca di disinfezione con UV. La portata di controlavaggio verrà inviata sulla linea di ricircolo in testa all'impianto dei flussi liquidi prodotti dalle fasi di ispessimento e disidratazione dei fanghi e dai letti di essiccamento

Nella configurazione prevista il fondo della struttura in cls contenente il filtro dovrà essere posizionata a 1.60 m al di sotto del piano di campagna. Questo permetterà, una corretta alimentazione dei filtri, il ricircolo per caduta del flusso di controlavaggio nel pozzetto per il ritorno in testa all'impianto e lo scarico a valle della clorazione prima del misuratore di portata in uscita dall'impianto.

L'alimentazione del filtro potrà essere possibile realizzando un pozzetto di intercettazione delle dim. interne di 120x120 cm, a monte del pozzetto di alimentazione della vasca di clorazione, nel quale verranno installate delle paratoie che permetteranno il by-pass della nuova fase di depurazione inviando l'effluente al canale di clorazione esistente (TAV. 8-9).

3.4 Disinfezione con UV

Per l'abbattimento della carica batterica prima dello scarico finale ed il raggiungimento dei limiti previsti dalla normativa (5000 UFC di E.coli per 100 mL) si prevede l'inserimento di una fase di disinfezione a raggi ultravioletti con lunghezza d'onda di 254 nm.

Le principali condizioni al contorno per l'impianto di disinfezione sono di seguito riportati:

- Concentrazione media di E.Coli in uscita dalla sedimentazione pari a 25700 UFC/100 mL;
- Concentrazione limite di E.Coli: 5000 UFC/100 mL;
- Rimozione minima richiesta: 81%.

In riferimento ai valori massimi di concentrazione di E.Coli in uscita dal comparto biologico registrati nell'anno 2013 (155300 UFC/100 mL), è necessario prevedere una rimozione percentuale del 94%. E' stata quindi calcolato l'impianto di disinfezione per ottenere una rimozione di progetto maggiore o uguale al 95%.

Per l'inattivazione del 95% dell'E.Coli è necessari prevedere una dose di UV a 254 nm pari a $4.8 \text{ mW}\cdot\text{s}/\text{m}^2$.

Considerando un fattore di sicurezza pari a 1,5 si determina la dose necessaria per raggiungere il limiti di normativa, che è pari a $7.2 \text{ mW}\cdot\text{s}/\text{m}^2$.

L'impianto di disinfezione verrà installato all'interno di un manufatto dedicato costruito ex-novo costituito da un unico canale di lunghezza complessiva pari a 9,50m e larghezza 1,0 m disposto a fianco del labirinto di clorazione. Per garantire il corretto deflusso il fondo del canale dovrà essere posizionato a circa 1.75 metri al di sotto del piano di campagna e verrà garantito un battente, in prossimità delle lampade, di circa 1.1 metri mediante la costruzione di una soglia. In ingresso al canale verrà realizzato una depressione, con uno scalino di circa 80cm al fine di garantire un deflusso uniforme all'interno dello stesso. L'effluente disinfettato verrà recapitato immediatamente a valle delle paratoie prima del misuratore di portata, e quindi a caduta, nel pozzetto per lo scarico nel Fosso del Pisciarelllo. La gestione delle paratoie permetterà anche l'isolamento idraulico del manufatto. (TAV. 9).

3.5 Clorazione

L'inserimento del comparto di disinfezione mediante dosaggio di radiazioni UV permetterà di ridurre al minimo il dosaggio di composti clorurati per la riduzione della carica batterica dell'effluente. Il dosaggio di cloro nel labirinto di disinfezione verrà attivato esclusivamente in condizioni di emergenza o in concomitanza con le operazioni di manutenzione alle lampade UV.

Sulla base della filiera di trattamento dell'impianto di depurazione di Deruta, la concentrazione di cloro attivo in fase di disinfezione deve essere compreso tra 2-8 mg/l. Il dosaggio di cloro attivo scelto è di 5 mg/l, con riferimento alla portata di punta ($215 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$).

Il dosaggio massimo di cloro attivo risulta perciò:

$$C_{MAXClattivo} = C_{Clattivo} \cdot Q_{pMAX} = 5 \text{ mg / l} \cdot 215 \text{ m}^3 / \text{h} = 1100 \text{ gr / h}$$

Adottando ipoclorito di sodio in soluzione acquosa con concentrazione del 15% in volume di cloro attivo (CCl ipoclorito=15%), la portata massima di soluzione $Q_{MAXipoclorito}$ da immettere ammonta a:

$$Q_{MAXipoclorito} = C_{MAXClattivo} / C_{Cl} = \left[\frac{\left(\frac{1100 \text{ gr / h}}{1000} \right)}{0.15} \right] = 7.2 \text{ L / h}$$

I volumi di stoccaggio scelti (pari a 1000 L) permettono, in condizioni di attività della fase di clorazione, di lavorare senza ricambio della soluzione per circa 6 giorni.

L'erogazione di ipoclorito viene effettuato con pompe dosatrici eventualmente regolate tramite un sistema temporizzato.

Per valutare la dimensione della vaschetta di miscelazione rapida si assume un tempo di contatto (TMR) di 30 secondi, riferito alla portata massima di $215 \text{ m}^3/\text{h}$. Date le dimensioni dei canali del labirinto del manufatto di clorazione (Larghezza = 0.925 m, profondità = 2.2 m) si prevede di costruire una parete verticale lungo il primo tratto del labirinto a 1 metro dal pozzetto di ripartizione del refluo a monte della clorazione.

- Volume vasca di miscelazione = 2 m^3 ;

Relativamente alla vasca di clorazione si è provveduto a verificare il tempo di contatto del cloro con il liquame in condizioni di portata massima ($T > 10$ minuti).

- Tempo di contatto = 24 minuti;

Il contenitore dell'ipoclorito dovrà essere mantenuto su una piattaforma di cemento armato e sarà installato all'interno di un bacino di accumulo per il contenimento di sversamenti accidentali di volume utile pari a 1.35 m^3 maggiori di quelle del contenitore stesso.

A lato del bacino di stoccaggio/accumulo verrà installata una doccia di emergenza per eventuali contatti con la sostanza chimica da parte degli operatori.

Firenze, Marzo 2015

Il Progettista
Ing. Leonardo Duranti