

A.T.I. N°1 - A.T.I. N°2



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

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DEL CICLO DEPURATIVO IMPIANTO DI PONTE SAN GIOVANNI

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
L462_UA Ponte San Giovanni

DATA
FEBBRAIO 2016

REVISIONE N.

SCALA
F.S.

N. ELABORATO

AII. B

**COMUNE DI PERUGIA
LOC. PONTE SAN. GIOVANNI**

UMBRA ACQUE S.p.A.

*INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO
DEL CICLO DEPURATIVO ACQUE -
IMPIANTO DI PONTE SAN GIOVANNI*

RELAZIONE DI PROCESSO

FEBBRAIO 2016

INDICE

| | | |
|---|--|----|
| 1 | PREMESSA..... | 2 |
| 2 | DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO NELLO STATO ATTUALE | 2 |
| | 2.1 Linea Liquami | 5 |
| | 2.1.1 Grigliatura grossolana..... | 5 |
| | 2.1.2 Sollevamento liquami..... | 6 |
| | 2.1.3 Grigliatura fine automatica | 6 |
| | 2.1.4 Dissabbiatura, preareazione, disoleatura..... | 6 |
| | 2.1.5 Sedimentazione primaria | 6 |
| | 2.1.6 Pre-Denitrificazione e Ossidazione-Nitrificazione..... | 6 |
| | 2.1.7 Sedimentazione secondaria..... | 6 |
| | 2.1.8 Disinfezione di emergenza..... | 7 |
| | 2.2 Linea fanghi | 7 |
| | 2.2.1 Ricircolo fanghi | 7 |
| | 2.2.2 Pre-Ispessimento del fango | 8 |
| | 2.2.3 Stabilizzazione anaerobica del fango (attualmente non in uso)..... | 8 |
| | 2.2.4 Disidratazione meccanica | 9 |
| | 2.2.5 Letti di essiccamento | 9 |
| | 2.3 Linea biogas (attualmente non in uso) | 9 |
| | 2.4 Campionamento del refluo in ingresso ed in uscita | 10 |
| 3 | DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO NELLO STATO DI PROGETTO | 12 |
| | 3.1 Misura delle portate | 12 |
| | 3.2 Filtrazione meccanica | 12 |
| | 3.3 Disinfezione a raggi UV | 15 |

1 PREMESSA

Il progetto per gli “*Interventi per il miglioramento del ciclo depurativo acque- Impianto di Ponte San Giovanni*” 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 potenzialità depurativa di 30.000 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 meccanica e la disinfezione mediante UV.

L'impianto è dotato di strumenti di misurazione delle portate in ingresso ed in uscita e in nell'ambito dell'intervento sarà dotato di strumento per la misura della portata sulla condotta di by-pass.

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.

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 ed è dimensionato per trattare i reflui urbani provenienti da una parte del territorio del Comune di Perugia per un numero totale di 30.000 abitanti equivalenti con portata massima ammessa ai trattamenti biologici pari a 875 m³/h.

All'impianto vengono inoltre conferiti i reflui derivanti da un mattatoio posto nelle sue vicinanze, previa equalizzazione e pretrattamento degli stessi mediante biodischi.

L'effluente trattato viene scaricato nel Fiume Tevere, come da autorizzazione allo scarico n. 1084/11 rilasciata dalla Provincia di Perugia il 17/10/2011.

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. | 30000 |
| Sistema di Fognatura | | Mista |
| Dotazione idrica per abitanti serviti | lt/(A.E. * g) | 300 |
| Dotazione idrica per abitanti equivalenti | lt/(A.E. * g) | 350 |
| Coefficiente di afflusso in fognatura | % | 0,8 |
| Portata di calcolo in tempo secco | m ³ /g | 8400 |
| Portata media oraria nelle 24h (Qm) | m ³ /h | 350 |
| Portata di punta tempo secco (Qm *1,75) | m ³ /h | 612,5 |
| Portata ammessa ai trattamenti primari (4Qm) in tempo di pioggia (Qpp) | m ³ /h | 1400 |
| Portata ammessa ai trattamenti biologici (2,5Qm = Qp)) | m ³ /h | 875 |
| Carico organico specifico BOD | g/(A.E. * g) | 70 |
| BOD5 complessivo | Kg/g | 2100 |
| Carico specifico NTK | g/(A.E. * g) | 13 |
| NTK complessivo | Kg/g | 390 |
| Carico specifico fosforo | g/(A.E. * g) | 3 |
| Fosforo complessivo | Kg/g | 90 |

L'impianto di depurazione è costituito dalle seguenti sezioni:

Linea liquami

- Grigliatura grossolana manuale;
- Sollevamento liquami grezzi;
- Grigliatura fine automatica;
- Dissabbiatura, disoleatura, pre-aerazione;
- Sedimentazione primaria;
- Trattamento biologico a fanghi attivi composto da
 - o Predenitrificazione
 - o Aerazione – nitrificazione;
- Sedimentazione finale e ricircolo dei fanghi;
- Disinfezione con cloro (normalmente non in uso, ma attivabile in caso di emergenza).

Linea fanghi

- Ispessimento;
- Digestione anaerobica (attualmente non in uso)
 - o Digestione primaria

- Digestione secondaria;
- Disidratazione meccanica;
- Letti di essiccamento;

Linea biogas

- Gasometro
- Caldaia
- Torcia



Figura 1: Vista aerea dell'impianto di depurazione di Ponte San Giovanni.

In tabella sono riportati i valori medi e massimi 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 del biennio 2014-2015.

| PARAMETRO | UNITA' DI MISURA | INGRESSO MEDIO | USCITA MEDIO | RIMOZIONE % |
|--------------------|------------------|----------------|--------------|-------------|
| B.O.D.5 | mg/l | 202,35 | 10,54 | 94,8% |
| C.O.D. | mg/l | 534,48 | 22,10 | 95,9% |
| Escherichia coli | CFU/100 ml | 15031707 | 129897 | 99,1% |
| Azoto ammoniacale | mg/l | 37,55 | 3,50 | 90,7% |
| Azoto nitroso | mg/l | 0,21 | 0,10 | 53,0% |
| Azoto nitrico | mg/l | 1,44 | 2,52 | - |
| Azoto totale | mg/l | 40,35 | 6,85 | 83,0% |
| Fosforo totale | mg/l | 3,16 | 1,77 | 44,0% |
| Solidi sospesi SST | mg/l | 193,26 | 10,96 | 94,3% |

Tabella 2: Parametri caratteristici dell'impianto di depurazione di S.Giovanni

I valori riportati nella tabella precedente risultano coerenti con i limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane riportati nella Tabella 1 allegato V Parte Terza D.Lgs 152/06.

| Parametro | Unità di misura | Concentrazione | % rimozione |
|-----------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| BOD5 (senza nitrificazione) | mg/L | ≤ 25 | 80 |
| COD | mg/L | ≤ 125 | 75 |
| Solidi Sospesi | mg/L | ≤ 35 | 90 |

Tabella 3: Limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane
(Tabella 1 allegato V Parte Terza D.Lgs 152/06.)

L'impianto oggetto di intervento ricade nel bacino idrografico della tavola 15 del PTA, pertanto risulta necessario adeguare tale impianto per raggiungere valori massimi di fosforo e azoto più restrittivi di quelli previsti dalla tabella 3 dell'allegato V del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. per gli scarichi di acque reflue urbane e industriali.

I valori limite sono i seguenti:

| Rif. N.tabella | Parametro | Unità di misura | Scarico in acque superficiali |
|----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------------|
| 32 | Fosforo totale (come P) | mg/L | < 5 |
| 33, 34, 35 | Azoto Totale (come N) | mg/L | < 18 (**) |

Tabella 4: Parametri di fosforo e azoto allegato V D.Lgs 152/06.

2.1 Linea Liquami

2.1.1 Grigliatura grossolana

I liquami provenienti dalla rete fognaria, prima del sollevamento, vengono sottoposti ad un trattamento di grigliatura grossolana tramite griglia a maglia larga per solidi di grandi dimensioni. La griglia viene periodicamente pulita manualmente ed il materiale viene stoccato in appositi contenitori.



Figura 2: Grigliatura grossolana

2.1.2 Sollevamento liquami

Il liquame dopo la grigliatura grossolana viene poi convogliato alla grigliatura fine tramite n.3 elettropompe sommerse GROcomandate da interruttori di livello posizionati nella vasca di carico delle pompe.

2.1.3 Grigliatura fine automatica

I liquami sollevati sono di seguito sottoposti ad un trattamento di grigliatura fine. Il materiale grigliato viene scaricato in una coclea che trasferisce il rifiuto in un apposito contenitore (big-bag)

2.1.4 Dissabbiatura, preareazione, disoleatura

La fase di dissabbiatura e disoleatura è costituita da un comparto realizzato in vasca circolare con diametro pari a 5 m, superficie pari a 20 m^2 ed un volume utile pari a 62 m^3 . La vasca è dotata di insufflazione di aria di aria compressa in grado di tenere in sospensione le sostanze organiche, di far flottare grassi ed oli e di consentire la sedimentazione della sabbia sul fondo.

Le sabbie vengono estratte mediante air-lift e convogliate in un'apposita vasca posta a fianco della struttura. Le acque di risulta vengono convogliate in testa all'impianto.

Gli oli vengono raccolti in un pozzetto separato per la successiva asportazione.

2.1.5 Sedimentazione primaria

Una volta subiti i trattamenti primari, il liquame viene inviato alla vasca di sedimentazione primaria. Il bacino è circolare con fondo troncoconico con diametro pari a 22 m e superficie di sedimentazione pari a 380 m^2 . Il carroponete con lama raschia fanghi consente di convogliare i fanghi verso la tramoggia centrale e quindi estratti dal fondo mediante pompaggio ed inviati alla linea fanghi.

2.1.6 Pre-Denitrificazione e Ossidazione-Nitrificazione

Il liquame proveniente dalla sedimentazione primaria viene inviato al bacino di prede nitrificazione avente forma rettangolare delle dimensioni paria $20.5 \times 10 \text{ m}$ ed altezza utile pari a 5 m. Per garantire la miscelazione del liquame e per omogeneizzare la massa liquida la zona di denitrificazione è dotata di un agitatore sommerso.

La fase di ossidazione e nitrificazione avviene in un bacino a pianta rettangolare ed è costituita da un'unità delle dimensioni paria $20.5 \times 10.5 \text{ m}$ ed altezza utile pari a 5 m. per un volume totale di 1070 m^3 . Il comparto è costituito da reattori biologici in cui il fango è mantenuto in sospensione ed areato mediante insufflazione di ossigeno liquido attraverso diffusori posti sul fondo della vasca.

2.1.7 Sedimentazione secondaria

La fase di sedimentazione viene realizzata in n.2 sedimentatori circolari di circa 18 metri di diametro con una superficie di sedimentazione complessiva pari a 508 m^2 nei quali avviene la

separazione tra il liquido depurato (effluente) e i fanghi che sedimentano sul fondo. Il fango depositato sul fondo dei sedimentatori viene addotto al manufatto del sollevamento fanghi e per gravità arriva al pozzetto ove sono situate le pompe di ricircolo e di supero dei fanghi.

2.1.8 *Disinfezione di emergenza*

La disinfezione di emergenza delle acque di scarico avviene mediante clorazione, attivabile in casi di emergenza e rischi sanitari. Il dosaggio di ipoclorito di sodio nella vasca di clorazione avviene mediante pompa dosatrice elettromagnetica SEKO mod. INVIKTA KFC633LVW00. La pompa ha un contenitore plastico esterno in PP con grado di protezione IP65.

La testa della pompa ha una valvola di adescamento manuale e la portata è regolabile manualmente da 0 (arresto pompa) al 100 % della portata massima. L'alimentazione è di 100 ÷ 240 VAC.

La pompa e l'ipoclorito sono alloggiati all'interno di un armadietto di protezione a lato del canale di clorazione come riportato nella figura seguente.



Figura 3: Posizionamento pompa di dosaggio ipoclorito di sodio – Bacino di clorazione

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 è assicurato da pompe sommerse.

2.2.2 *Pre-Ispessimento del fango*

Il fango di supero viene inviato all'ispessitore costituito da n.1 vasca circolare meccanizzata di circa 8 m di diametro e superficie pari a 50.24 m² con il duplice scopo di ridurre ulteriormente l'umidità dei fanghi e di accumularli per la successiva fase di disidratazione meccanica.

2.2.3 *Stabilizzazione anaerobica del fango (attualmente non in uso)*

I fanghi di supero ispessiti vengono inviati alla fase successiva di digestione aerobica ad opera di due pompe volumetriche. La stabilizzazione del fango viene condotta per via anaerobica mediante processo di digestione mesofila (35°C) bistadio, la digestione anaerobica avviene attraverso una serie di tre reazioni a catena attuate da batteri diversi:

- 1) fase idrolitica in cui si ha la degradazione della sostanza organica in molecole più piccole
- 2) fase acida in cui si ha la produzione di acidi volatili e alcoli
- 3) fase metanigenica o alcanina in cui si ha la produzione di metano e anidride carbonica utilizzando gli acidi volatili ed alcoli prodotti nella fase precedente.

Come residuo della fermentazione anaerobica si ottiene il fango digerito con una notevole riduzione percentuale dei solidi volatili ed un gas composto principalmente da metano e anidride carbonica (Biogas).

Nell'impianto è presente un primo serbatoio riscaldato e miscelato (digestione primaria) del volume di 480 m³ (attualmente non in uso) ove avviene la vera e propria stabilizzazione dei fanghi. Il secondo stadio non riscaldato della digestione, preposto all'affinamento delle reazioni biologiche del primo stadio, viene realizzato in una seconda vasca di volume pari a 250 m³ (attualmente non in uso). Nel medesimo serbatoio avviene anche l'ispessimento del fango stabilizzato.

Il mantenimento della temperatura costante all'interno del digestore primario avviene mediante un sistema di riscaldamento del fango di ricircolo costituito da una caldaia dotata di bruciatore alimentato sia a gasolio che a biogas, da uno scambiatore di calore a cui sono alimentati i fanghi di ricircolo e l'acqua riscaldata dal gruppo termico (attualmente non in uso).

Nello specifico, parte dei fanghi del digestore primario vengono estratti ed inviati ad uno scambiatore di calore esterno. I fanghi così riscaldati vengono nuovamente alimentati al digestore. I fanghi digeriti vengono inviati per gravità al digestore secondario. Nel digestore secondario (attualmente non in uso) i fanghi vengono anche ispessiti, il surnatante separato dal fango viene inviato per gravità alla linea liquami e il fango ispessito viene periodicamente estratto e ispessito nel comparto esterno ai digestori. Le emissioni dei residui post combustione della caldaia vengono convogliate all'esterno tramite idonee tubazioni. Il camino della caldaia si trova sul tetto del locale ed ha un'altezza dal suolo di circa 6 m.

2.2.4 Disidratazione meccanica

I fanghi ispessiti vengono periodicamente disidratati meccanicamente in una centrifuga con l'utilizzo di polielettrolita con preparatore in continuo installato all'interno di un locale chiuso.

Il fango disidratato prodotto, con un 25-26% circa di sostanza secca, viene scaricato mediante coclea in cassoni per essere successivamente smaltito in impianto autorizzato. I cassoni di raccolta del fango disidratato sono posizionati in una platea di cls. Le acque reflue di risulta della centrifuga tornano in testa all'impianto (linea liquami) per essere depurate. La quantità di fanghi disidratati prodotti dall'impianto di depurazione di Ponte San Giovanni ammonta a circa 1000 tonn./anno.



Figura 4: Cassoni raccolta fanghi

2.2.5 Letti di essiccamento

L'impianto di depurazione è inoltre dotato di n.2 letti di essiccamento delle dimensioni di circa 15x6 m per altezza utile di 0.35 m e della superficie totale pari a circa 180 m² di cui n.1 dedicati alla disidratazione naturale (essiccazione) del fango di supero e n.1 di sabbia proveniente dalla fase di dissabbiatura dell'impianto stesso.

2.3 Linea biogas (attualmente non in uso)

Il biogas prodotto nei due stadi di digestione anaerobica viene stoccato nel gasometro fino alla sua capacità massima. La quota in eccesso non utilizzata dal gruppo termico è bruciata nella torcia (attualmente non in uso).

Il biogas prodotto viene così impiegato:

- Ricircolato per la miscelazione del fango stoccato nel digestore primario tramite compressore rotativo a pale che lo invia nelle lance. Prima dell'utilizzo viene deumidificato mediante passaggio su filtro a ghiaia, le condense separate sono rinviate in testa all'impianto (attualmente non in uso)

- Utilizzato per l'alimentazione del gruppo termico caldaia (attualmente non in uso) utilizzando una soffiante per l'innalzamento della pressione. Prima dell'utilizzo viene deumidificato mediante passaggio su filtro a ghiaia, le condense separate sono rinviate in testa all'impianto (attualmente non in uso).

2.4 Campionamento del refluo in ingresso ed in uscita

Per quanto attiene al campionamento del refluo influente ed effluente sono stati recentemente installati n.2 campionatori automatici refrigerati in grado di prelevare 24 campioni nell'arco delle 24 ore posizionati rispettivamente a monte della grigliatura fine e a valle del comparto di clorazione.

Il campionamento consente quindi l'attivazione di un sistema di autocontrollo.

Gli strumenti di campionamento automatici refrigerati sono del tipo WATEC-ISCO 5800, costruiti in accordo alle richieste delle normative ISO 5667-10 ed EPA ed hanno 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° C.



Figura 5: Campionatore automatico portate in ingresso al trattamento biologico.



Figura 6: Campionatore automatico delle portate in uscita dall'impianto di depurazione

Una volta terminate le lavorazioni previste nel presente progetto il campionatore per le portate in uscita verrà installato nel pozzetto che verrà realizzato a valle dei trattamenti terziari come indicato nella figura sottostante.

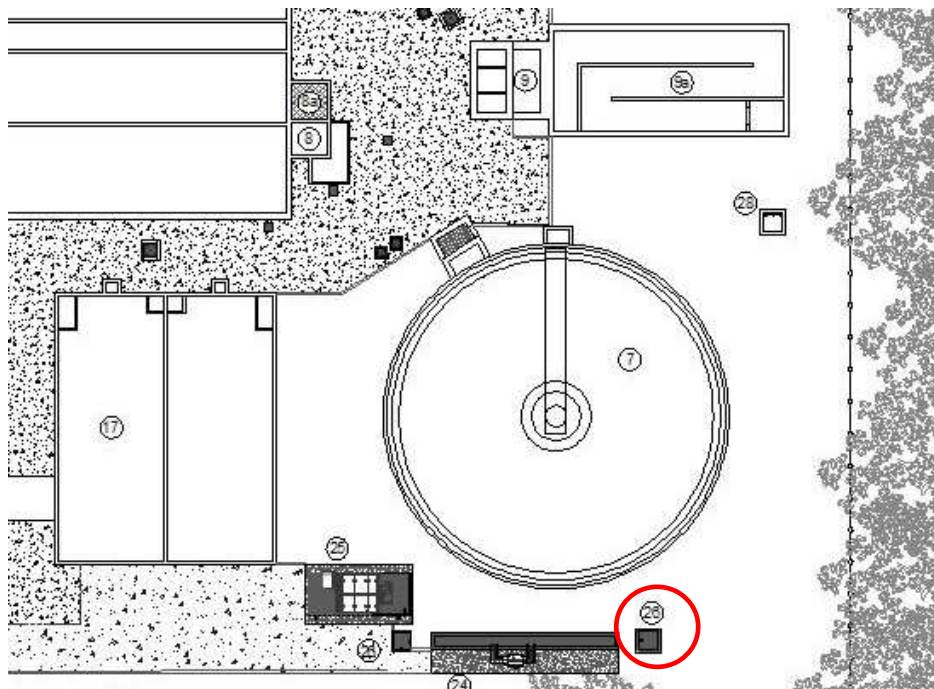


Figura 7: Nuovo posizionamento del campionatore automatico delle portate in uscita dall'impianto di depurazione

3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO NELLO STATO DI PROGETTO

L'attuale filiera di depurazione ha una potenzialità depurativa di 30.000 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 circa 130000 UFC/100 mL, pertanto è necessario un abbattimento della carica batterica prima dello scarico finale ed il raggiungimento dei limiti previsti dalla normativa (5000 UFC di E.coli per 100 mL).

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

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 che influiscono con il sistema depurativo consistono in:

- inserimento di **misuratore di portata** per il monitoraggio del totale dei volumi inviati al **by-pass** del processo biologico;
- 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**;
- inserimento paratoie murali per sezionamento nuove fasi di impianto e sostituzione della paratoia sul canale in ingresso al trattamento biologico.

I principali interventi previsti la potenzialità dell'impianto e le rese depurative verranno meglio specificati nei paragrafi successivi.

3.1 Misura delle portate

Nell'impianto di Ponte San Giovanni è presente una linea di by-pass interno, a valle dei pretrattamenti in ingresso, a salvaguardare il comparto biologico.

Come meglio descritto nella relazione tecnica-illustrativa nell'impianto sono già presenti i misuratori di portata in ingresso ed in uscita e verrà installato un nuovo misuratore di portata sulla condotta di by-pass del comparto biologico.

3.2 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 ed una grande superficie filtrante ed un elevato grado di filtrazione.

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, mentre il carter è costituito da acciaio inossidabile.

Nel filtro a disco il liquido 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.

Il dimensionamento della superficie filtrante richiesta è stato eseguito sulla portata di punta di tempo secco, pari a 612,5 m³/h. Le capacità filtranti dell'impianto sono definite dal Carico Idraulico Superficiale applicato (velocità di attraversamento per metro quadrato di superficie filtrante). Nel caso specifico, in letteratura si ha un valore medio di 15.5 m³/(m² h).

E' dunque possibile definire la superficie di filtrazione minima richiesta pari a 39,5 m².

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 trattenuti 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 5.

| | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| Numero dischi | 8 |
| Superficie filtrante effettiva | 44,8 m ² |
| Dimensioni tubazioni ingresso/uscita | 315 mm |
| Potenza pompa di contro lavaggio | kW 7.5 (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) |

Tabella 5: Caratteristiche tecniche del filtro meccanico.

La scelta del posizionamento del nuovo comparto di filtrazione (TAV. 7) è stata dettata dalla conformazione attuale dell'impianto, in modo tale da garantire una sufficiente perdita di carico tra l'ingresso al filtro e l'uscita dallo stesso, a tale scopo si prevede l'interramento parziale della struttura al fine di posizionare il fondo del filtro a 1.65 m al di sotto del piano di campagna. La presenza del filtro causerà l'innalzamento del carico idraulico nella condotta che collegherà il pozzetto di uscita dal canale di clorazione di circa 40-50 cm. Tale innalzamento potrà essere facilmente assorbito dal sistema causando l'innalzamento del livello nel solo pozzetto di scarico del canale di clorazione esistente. La tubazione di scarico del controlavaggio collegherà il filtro con un pozzetto di raccolta delle acque meteoriche collegato alla rete che le convoglia in testa all'impianto. Il dislivello tra l'inibizione della tubazione di controlavaggio e il fondo del pozzetto (circa 2 m) garantisce l'allontanamento a gravità del flusso.

Per l'alimentazione del filtro si prevede la realizzazione di un collettore tra il canale di clorazione, nel pozzetto di uscita dall'impianto sulla tubazione di scarico del canale di clorazione verrà installata una paratoia che permetterà di deviare le portate verso i trattamenti terziari di nuova realizzazione. A monte del comparto di filtrazione verranno posizionate due paratoie che consentiranno il by-pass della filtrazione stessa nel caso si procedesse ad una manutenzione straordinaria dei filtri.

3.3 Disinfezione a raggi 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. (TAV. 8).

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

- Concentrazione media di E.Coli in uscita dalla sedimentazione : 130000 UFC/100 mL;
- Concentrazione limite di E.Coli: 5000 UFC/100 mL;
- Rimozione minima richiesta: 85%.

In riferimento ai valori massimi di concentrazione di E. Coli in uscita dal comparto biologico registrati nel biennio 2014-2015 (816000 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 $4.8 \text{ mW} \cdot \text{s}/\text{cm}^2$. Considerando un fattore di sicurezza pari a 1,5 si determina la dose necessaria per raggiungere il limiti di normativa, che è pari a $7.2 \text{ mW} \cdot \text{s}/\text{cm}^2$.

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 11,6 m e larghezza 1,0 m disposto a fianco del labirinto di clorazione.

A monte e a valle del comparto verranno inserite delle paratoie che permetteranno l'eventuale esclusione del sistema di disinfezione in caso di manutenzione straordinaria.

Firenze, Febbraio 2016

Il Progettista
Ing. Leonardo Duranti