Comune

SESTRI LEVANTE

Provincia

GENOVA

Titolo del progetto

IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE DI RAMAIA, A SERVIZIO DEI COMUNI DI SESTRI L., CASARZA L., CASTIGLIONE C.

Livello di progettazione	Settore di business	Disciplina
D - DEFINITIVO	I2 - DEPURAZIONE	IMP - IMPIANTI

Numero	Titolo	Scala
RT - 002	RELAZIONE DI CALCOLO IDRAULICO	-

ID Progetto	Titolo sintetico (nome file di stampa)	Codifica WBS
2016GESI0005-00	2016GESI0005-D-I2-IMP-RT-002.pdf	C10I2-L059-01-0002

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
01	09/08/2019	Aggiornamento layout	ETC	PP	CZ
00	28/06/2018	Emissione	ETC	PP	CZ

Redatto:

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TRENTO
dott. ing. Angelo Cantatore
Ingegnere civile e ambientale, industriale e dell'informazione
Iscritto al N. 2532 d'Albo - Sezione A degli Ingegneri

ing. Angelo Cantatore

Verificato:

ing. Pietro Pedrazzoli

Approvato:

ing. Christian Zanni

Funzione Ingegneria e realizzazioni
IRETI S.p.A. - Società con socio unico IREN S.p.A.
Sottoposta a direzione e coordinamento di IREN S.p.A.
Sede Legale: S.P.95 per Castelnovo Scrivia - 15057 Tortona (AL)
Cod.fisc. e P.IVA n° 01791490343 pec: ireti@pec.ireti.it

E.T.C. Engineering s.r.l.
Via dei Palustei 16, 38121 Meano (TN)
Tel./Fax: 0461 825966 - e-mail: info@etc-eng.it
Cod.fisc. e P.IVA n° 02067250221

INDICE

1 PREMESSA 5

2 CRITERI GENERALI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO 6

2.1 Tubazioni in pressione 6

2.2 Moto a pelo libero 7

2.3 Stramazzi 8

2.4 Luci di fondo 9

2.5 Verifica NPSH 9

3 DATI DI PROGETTO 11

3.1 Quadro delle portate di progetto 11

3.2 Caratteristiche delle tubazioni 12

4 RISULTATI DEI CALCOLI 14

4.1 Dimensionamento dei collegamenti tra le diverse sezioni impiantistiche 14

4.1.1 Condotta di scarico di emergenza dell'effluente al torrente Gromolo 14

4.1.2 Da camera di scarico finale a vasca di accumulo permeato per lavaggio membrane 15

4.1.3 Da vasche di deossigenazione a canale di distribuzione alle linee di trattamento biologico 16

4.1.4 Sistema di ripartizione della portata a valle dei pre-trattamenti 19

4.1.5 Da ripartitore di portata a grigliatura grossolana 21

4.2 Sollevamenti meccanici 23

4.2.1 Pompe 300-PR-101/201/301/401 – Estrazione permeato da celle di filtrazione 23

4.2.2 Pompe 300-PC-101/201/301/401 – Svuotamento celle di filtrazione in occasione dei Recovery Cleaning 24

4.2.3 Pompe 300-PS-101/301 – Sollevamento dei fanghi da deossigenazione a canale di ricircolo 25

4.2.4 Pompe 400-PS-101-A/B/C/D – Sollevamento finale effluente a torrino di scarico a torrente Gromolo 26

4.2.5 Pompe 700-PM-101-A/B/R – Alimentazione fanghi a decanter centrifughi 27

4.2.6 Pompe 900-PS-101-A/R – Rilancio acque madri e di lavaggio da vasca di accumulo a grigliatura grossolana 27

4.2.7 Pompe 900-PS-102 – Rilancio da pozzetto di sentina zona dissabbiatura 28

4.2.8 Pompe 900-PS-102 – Rilancio da pozzetto di sentina zona pompe a servizio del comparto di filtrazione 28

1 PREMESSA

Il presente documento rappresenta la relazione di calcolo idraulico del progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto di depurazione delle acque reflue di Ramaia, a servizio dei comuni di Sestri Levante, Casarza Ligure, Castiglione Chiavarese.

Dopo una descrizione dei criteri di dimensionamento idraulico a cui è stato fatto riferimento nei calcoli (capitolo 2), il documento riassume il quadro delle portate di progetto considerate nelle verifiche e le caratteristiche delle tubazioni impiegate (capitolo 3) e riporta i risultati ottenuti per i vari collegamenti analizzati, suddivisi nelle diverse sezioni impiantistiche (capitolo 4).

2 CRITERI GENERALI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

2.1 TUBAZIONI IN PRESSIONE

La perdita di carico in una tubazione in pressione può essere suddivisa in una componente distribuita su tutta la sua lunghezza e una derivante dalla sommatoria delle perdite concentrate in corrispondenza dei vari elementi del circuito idraulico, quali curve, valvole, imbocchi e sbocchi, restringimenti, allargamenti, ecc.
Dette *J* la cadente piezometrica (m/m) e *L* la lunghezza della tubazione (m), le perdite di carico distribuite vengono calcolate mediante la relazione

$$H_d = J \cdot L$$ Equazione 1

La cadente piezometrica *J* può essere determinata attraverso la formula empirica di Hazen-Williams

$$J = \frac{10.675 \cdot Q^{1.852}}{C^{1.852} \cdot D^{4.8704}}$$ Equazione 2

in cui Q rappresenta la portata transitante (espressa in m^3/s), *D* il diametro interno della tubazione (in m) e *C* il coefficiente adimensionale di scabrezza, per il quale possono essere utilizzati valori di 120 per le tubazioni in acciaio al carbonio, di 140 per quelle in acciaio inox e di 150 per quelle in materiale plastico (PEAD o PVC).

Le perdite di carico localizzate sono state invece stimate attraverso la formula generale

$$H_c = \sum_i \xi_i \cdot \frac{v^2}{2g}$$ Equazione 3

attribuendo ai coefficienti ξ_i valori variabili a seconda del particolare elemento del circuito idraulico considerato e delle condizioni operative previste in termini di diametro del tubo e velocità di flusso, ricavati da tabelle riportate in letteratura (ad esempio ξ=1 in caso di sbocco, ξ=0.5 in caso di imbocco, ξ=0.3 in caso di piede d'accoppiamento, ξ=0.15÷0.40 per valvola a saracinesca tutta aperta, ξ=0.2÷1.2 per valvola a farfalla tutta aperta, ξ=0.10÷0.40 per curva a 90° con R=1.5·D, ecc.).
In caso di collegamenti che interessano flussi di fango, caratterizzati dalla presenza di concentrazioni significative di solidi sospesi, le perdite di carico complessive vengono incrementate applicando un fattore moltiplicativo *k*, proporzionale appunto al tenore di SST, per tenere conto dell'incremento di viscosità del fluido rispetto all'acqua.

2.2 MOTO A PELO LIBERO

Per la verifica del livello di moto uniforme all'interno dei canali a pelo libero può essere utilizzata la formula di Gauckler-Strickler

$$Q = K_s \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot i_F^{1/2}$$ Equazione 4

in cui

- A rappresenta l'area bagnata (m^2);
- R_h il raggio idraulico (m), rapporto tra area A (m^2) e contorno bagnato C_b (m);
- i_F la pendenza del fondo;
- K_s il coefficiente di scabrezza, che può essere assunto pari a 70÷90 m$^{1/3}$/s in caso di canali in calcestruzzo e 120÷140 m$^{1/3}$/s per canali in acciaio o in materiale plastico (con valori inferiori nei *range* indicati per tener conto dell'usura nel tempo).

In caso di canali a sezione rettangolare la formula di moto uniforme diviene

$$Q = K_S \cdot b \cdot h \cdot \left(\frac{b \cdot h}{b + 2 \cdot h} \right)^{3/2} \cdot i_F^{1/2}$$ Equazione 5

dove b è la larghezza del canale (m) e h è appunto l'altezza di moto uniforme (m).

Nel caso di un moto a pelo libero in una condotta, facendo riferimento allo schema riportato in Figura 1, l'area e il contorno bagnati possono essere calcolate attraverso le relazioni:

$$A = \frac{r^2}{2} \cdot (\phi - sen\phi)$$ Equazione 6

$$C_b = r \cdot \phi$$ Equazione 7

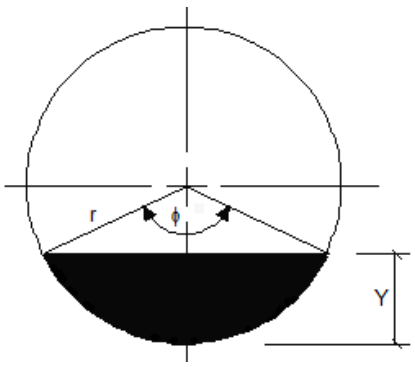


Figura 1: Schema per il calcolo idraulico di una condotta a pelo libero

Pertanto l'equazione del moto uniforme diventa

$$Q = K_S \cdot \frac{r^2}{2} \cdot (\phi - sen\phi) \cdot \left[\frac{r}{2} \cdot \left(1 - \frac{sen\phi}{\phi} \right) \right]^{2/3} \cdot i_F^{1/2}$$ Equazione 8

da cui è possibile ricavare l'angolo ϕ.

Il coefficiente di scabrezza K_S può essere assunto pari a 70÷90 $m^{1/3}/s$ in caso di tubazioni in calcestruzzo e 120÷140 $m^{1/3}/s$ per tubazioni in acciaio o in materiale plastico (con valori inferiori nei *range* indicati per tener conto dell'usura nel tempo).

Facendo ricorso a considerazioni di tipo trigonometrico, il tirante *Y* (differenza di quota fra il pelo libero e il fondo del tubo) può essere quindi determinato come

$$Y = r \cdot \left(1 - cos\frac{\phi}{2}\right)$$ Equazione 9

Si definisce inoltre il grado di riempimento *w* come rapporto percentuale tra il tirante *Y* e il diametro interno *D*:

$$w = \frac{Y}{D}$$ Equazione 10

Sia nel caso della canaletta che della tubazione a pelo libero, una volta verificato che il tirante è adeguato, considerando le perdite di carico corrispondenti a quelle che si avrebbero in moto uniforme si assume che la cadente energetica sia pari alla pendenza del fondo i_F. La perdita di carico viene quindi calcolata come il prodotto fra quest'ultima e la lunghezza del tubo o della canaletta.

2.3 STRAMAZZI

La relazione utilizzata per il dimensionamento degli stramazzi rettilinei è la seguente

$$Q = \frac{2}{3} \cdot c_C \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{3/2}$$ Equazione 11

dove Q è la portata che transita, *b* è la larghezza dello stramazzo, *h* è il carico sullo stramazzo, *g* è l'accelerazione gravitazionale (9.81 m/s^2) e c_C è il coefficiente di contrazione, che può essere assunto pari a 0.61 in caso di soglia in parte sottile e 0.578 in caso di parete grossa (ossia di spessore *d* non trascurabile rispetto al carico sullo stramazzo). In questo secondo caso la relazione è valida per $0.1 \leq h/d \leq 1.5$.

In caso di stramazzo rigurgitato, occorre tenere conto del battente idraulico presente a valle rispetto alla soglia dello stramazzo (h_v); indicando con $\Delta h = h - h_v$ la differenza di livello tra monte e valle della soglia, si ha:

$$Q = c_C \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot \Delta h + h_v\right)$$ Equazione 12

Per gli stramazzi a sezione triangolare, viene invece utilizzata l'equazione

$$Q = \frac{8}{15} \cdot c_C \cdot tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{5/2}$$ Equazione 13

in cui il carico *h* è calcolato con riferimento alla quota del vertice dello stramazzo, di cui α rappresenta l'ampiezza.

2.4 LUCI DI FONDO

L'efflusso libero da luci sotto battente è governato dall'equazione

$$Q = c_C \cdot A_L \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$ Equazione 14

in cui Q è la portata che transita, c_C è il coefficiente di contrazione (pari a 0.61 in caso di luce a spigolo vivo, a 0.82 in caso di tubo addizionale esterno o luce in parete grossa e a 0.50 in caso di tubo addizionale interno), A_L è l'area dell'apertura, *h* è la distanza del baricentro della luce dal pelo libero e *g* è l'accelerazione gravitazionale (9.81 m/s^2).

In caso di efflusso rigurgitato vale invece la relazione

$$Q = c_C \cdot A_L \cdot \left(v_v + \sqrt{v_m^2 - v_v^2 + 2 \cdot g \cdot \Delta h}\right)$$ Equazione 15

dove v_m e v_v sono le velocità medie di flusso a monte e a valle della luce e Δh è la differenza di quota fra il pelo libero a monte e a valle della stessa, mentre gli altri simboli hanno il medesimo significato visto nel caso di efflusso libero.
Qualora le velocità medie a monte e valle della luce risultino trascurabili, come avviene ad esempio nel caso di luci di fondo per il collegamento tra due vasche, la formula si semplifica in

$$Q = c_C \cdot A_L \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h}$$ Equazione 16

2.5 VERIFICA NPSH

Il valore di NPSH (*Net Positive Suction Head*) rappresenta la differenza tra la pressione in corrispondenza di un generico punto di un circuito idraulico e la tensione di vapore del liquido nello stesso punto, e dipende da parametri caratteristici dell'impianto. L'NPSH è un parametro importante nel dimensionamento dei circuiti idraulici: se la pressione del liquido in un dato punto scende al di sotto della tensione di vapore, si avrà ebollizione del liquido, con conseguenti perturbazioni del circuito. Un fenomeno di tale tipo è la cavitazione. Nel caso delle pompe, essa si verifica quando viene aspirato liquido in condizioni di bassa pressione, tale da causare la formazione di vapore nella parte di ingresso della macchina. Le bolle di vapore attraversano la girante, e quando giungono

nella sezione di uscita, l'alta pressione qui presente ne causa l'implosione, provocando violenti urti anelastici che generano una consistente erosione della pompa sia in aspirazione che in mandata, con conseguenti danneggiamenti meccanici e diminuzione delle prestazioni idrauliche.

Per verificare che le condizioni di installazione di una determinata pompa non comportino rischi di cavitazione, occorre confrontare il valore di NPSH disponibile ($NPSH_d$), che corrisponde all'NPSH calcolato in corrispondenza della mezzeria della bocca aspirante della pompa, con quello di NPSH richiesto ($NPSH_r$), che rappresenta il valore minimo di NPSH con cui la pompa può lavorare senza che si verifichi cavitazione (dato fornito dal costruttore). Deve pertanto essere verificato che $NPSH_d > NPSH_r$.

Con riferimento allo schema illustrato in Figura 2, il valore dell'NPSH disponibile alla bocca di aspirazione della pompa (sez. 1-1 in figura) si può calcolare come

$$NPSH_d = \frac{p_0 - p_v}{\rho \cdot g} + H - \Delta H \qquad \text{Equazione 17}$$

in cui:

- p_0 rappresenta la pressione in Pa sulla superficie del liquido (sez. 0-0 in figura, pari alla pressione atmosferica in caso di serbatoi aperti);
- p_v è la tensione di vapore del liquido in Pa, variabile in funzione della temperatura T secondo la relazione empirica

$$p_v = 611 \cdot 10^{\frac{7.5 \cdot T}{237.7 - T}} \qquad \text{Equazione 18}$$

- ρ è la densità del liquido in kg/m^3;
- g è l'accelerazione di gravità (9.81 m/s^2);
- H (in m) rappresenta il dislivello tra battente in vasca e bocca di aspirazione della pompa (H>0 se la pompa lavora sotto battente; H<0 se la pompa lavora sopra battente);
- ΔH (in m) rappresenta le perdite di carico nella tubazione di aspirazione (determinabili secondo le modalità descritte nel paragrafo 2.1).

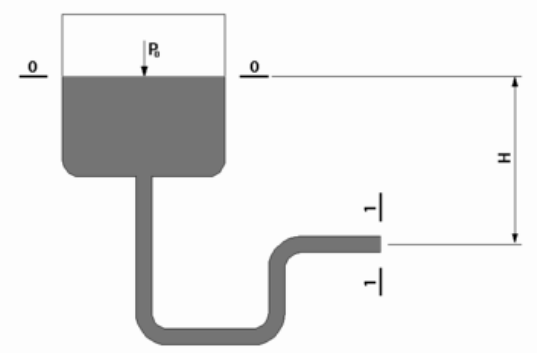


Figura 2: Schema per il calcolo dell'NPSH

3 DATI DI PROGETTO

3.1 QUADRO DELLE PORTATE DI PROGETTO

I calcoli di verifica idraulica sono stati condotti facendo riferimento, per i circuiti di collegamento tra le diverse sezioni di trattamento e le varie apparecchiature elettromeccaniche a servizio, alla conformazione dei collegamenti stessi, derivante dalle scelte progettuali effettuate, e alle condizioni maggiormente gravose in termini di flusso in transito, che possono differire in funzione dello scenario di progetto considerato (alta o bassa stagione) e del numero minimo di linee effettivamente in esercizio.

Come descritto nella relazione di calcolo di processo (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-IMP-RT-001), la portata media nera di progetto Q_m è stata ricavata in funzione del bacino di utenza servito negli scenari di alta e bassa stagione. La filiera di trattamento dell'impianto consentirà di avviare ai pre-trattamenti meccanici di grigliatura e dissabbiatura-disoleatura una portata massima di liquame pari a $Q_{pm}=5\cdot Q_m$. Le sezioni di trattamento secondario (trattamento biologico e filtrazione a membrana) e terziario (disinfezione UV) sono invece dimensionati per trattare una portata massima pari a $Q_{pb}=3\cdot Q_m$. L'eventuale aliquota di portata eccedente in uscita dai pre-trattamenti verrà avviata direttamente allo scarico mediante il sistema di ripartizione automatico posto immediatamente a monte delle linee di trattamento biologico.

Le verifiche dei collegamenti idraulici delle sezioni di trattamento secondario sono state effettuate ipotizzando cautelativamente di dover trattare la portata massima di progetto con una linea di trattamento biologico e di ultrafiltrazione a membrana fuori servizio. Sono stati inoltre considerati pari ai valori massimi di progetto i flussi di ricircolo dei fanghi dai comparti di deossigenazione a valle della sezione di ultrafiltrazione. Il canale di by-pass dei trattamenti secondari e terziari è stato verificato sull'intera portata massima avviata a pre-trattamenti ($Q_{pm}=5\cdot Q_m$), nell'ipotesi di black-out elettrico, in cui viene garantito a mezzo gruppo elettrogeno il solo pre-trattamento dei liquami, oltre al sollevamento finale allo scarico.

In definitiva, le portate massime previste nelle varie sezioni di trattamento negli scenari di alta e bassa stagione sono riepilogate in Tabella 1. Le verifiche idrauliche sono tate condotte con riferimento allo scenario più gravoso di alta stagione, ossia ai valori dei flussi riportati in grassetto in tabella. I risultati ottenuti dalle verifiche, riepilogati nel capitolo 4, hanno portato alla definizione del profilo idraulico di progetto mostrato nell'elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-IMP-EG-008.

Tabella 1: Riepilogo dei flussi previsti nelle varie sezioni di trattamento negli scenari di alta e bassa stagione

Parametro	u.m.	Valore	
		ALTA STAGIONE	**BASSA STAGIONE**
Portate di progetto			
Potenzialità impianto	AE	70000	46000
Dotazione idrica pro-capite	L/AE/d	200	200
Coefficiente di afflusso in fognatura	-	0.80	0.80
Portata media di tempo secco Q_m	m^3/d	11200	7360
	m^3/h	**467**	307
Coefficiente di punta per la portata avviata ai pre-trattamenti Q_{pm}	-	5.0	5.0
Portata massima avviata ai pre-trattamenti Q_{pm}	m^3/h	**2333**	1533
Coefficiente di punta per la portata avviata a trattamento biologico Q_{pb}	-	3.0	3.0
Portata massima avviata a trattamento biologico Q_{pb}	m^3/h	**1400**	920
Portate massime di verifica delle linee di pre-trattamento			
Numero minimo di linee di grigliatura grossolana in funzione a $Q=Q_{pm}$	-	1	1
Portata massima per ogni linea di grigliatura grossolana	m^3/h	**2333**	1533
Numero minimo di linee di grigliatura fine in funzione a $Q=Q_{pm}$	-	3	2
Portata massima per ogni linea di grigliatura fine	m^3/h	**778**	767
Numero minimo di linee di dissabbiatura-disoleatura in funzione a $Q=Q_{pm}$	-	3	2
Portata massima per ogni linea di dissabbiatura-disoleatura	m^3/h	**778**	460
Portate massime di verifica delle sezioni di trattamento secondario			
Numero minimo di linee di trattamento biologico e ultrafiltrazione in funzione a $Q=Q_{pb}$	-	3	3
Portata massima di refluo per ogni linea di trattamento biologico e ad ogni cella di ultrafiltrazione	m^3/h	**467**	307
Portata massima complessiva di ricircolo fanghi dalle due vasche di deossigenazione (con 2+2 pompe di ricircolo attive a frequenza massima)	m^3/h	4000	4000
Portata massima di ricircolo fanghi ad ogni linea di trattamento biologico e ad ogni cella di ultrafiltrazione	m^3/h	**1333**	1333
Portata massima in ingresso ad ogni linea di trattamento biologico e ad ogni cella di ultrafiltrazione (refluo + fango di ricircolo)	m^3/h	**1800**	1640

3.2 CARATTERISTICHE DELLE TUBAZIONI

Le caratteristiche delle tubazioni soggette a verifica che sono particolarmente rilevanti ai fini delle verifiche idrauliche sono il materiale costitutivo, che ne determina la scabrezza, e il diametro interno, che determina la velocità del flusso. Esse corrispondono a quelle stabilite dal presente progetto per le tipologie di tubazioni impiegate per il trasporto di refluo o di fango attivo. Rimandando per

maggiori dettagli in merito al Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-GEN-CA-001), si tratta di:

- Tubazioni fuori terra di trasporto di liquidi (refluo o fango attivo): tubazioni in acciaio inox AISI304, conformi alle norme UNI EN 10217-7, di caratteristiche dimensionali come da Tabella 2.

Tabella 2: Diametri e spessori per tubazioni in acciaio inossidabile AISI304

Diametro tubazione	**Spessore minimo[1]**
DN15 ÷ DN80	2.00 mm
DN100 ÷ DN500	3.00 mm
> DN500	4.00 mm

- Collettore di scarico di emergenza al torrente Gromolo: tubazione in polietilene ad alta densità (PE100), SDR17 - PN10, conformi agli standard UNI EN 12201, ISO 4427, UNI EN ISO 15494.
- Tubazioni interrate poste al di sotto del pavimento industriale del capannone per il trasporto di refluo, fango o aria compressa: tubazioni in acciaio L235 secondo norma UNI EN 10224 con protezione esterna con rivestimento bituminoso pesante secondo norme UNI 5256/87.

[1] A fini cautelativi, nei calcoli idraulici è stato fatto riferimento a spessori conformi alle norme ANSI B36.9-36.10 – Schedula 40 s, che risultano in ogni caso maggiori rispetto ai valori minimi indicati

4 RISULTATI DEI CALCOLI

I risultati dei calcoli effettuati per la verifica idraulica dei collegamenti esistenti tra le varie sezioni di impianto e per il dimensionamento dei collegamenti di nuova realizzazione sono riepilogati nei prospetti riportati nel paragrafo 4.1, risalendo la linea acque da valle verso monte secondo l'ordine seguito per la definizione del profilo idraulico. Il paragrafo 4.2 è invece dedicato ai calcoli relativi ai sollevamenti meccanici, per la definizione della prevalenza richiesta alle pompe e, laddove necessario, alla verifica delle condizioni di aspirazione ($NPSH_d > NPSH_r$).

4.1 DIMENSIONAMENTO DEI COLLEGAMENTI TRA LE DIVERSE SEZIONI IMPIANTISTICHE

4.1.1 Condotta di scarico di emergenza dell'effluente al torrente Gromolo

Sezione: Scarico effluente da torrino di scarico a torrente Gromolo in condizioni di emergenza		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Portata massima Q_{pm}	**m³/h**	**2333**
Materiale tubazione	-	PEAD
Diametro esterno De	mm	630
Diametro interno tubazione	mm	555
Velocità di flusso	m/s	2.68
Lunghezza tubazione	m	210.0
Coefficiente di scabrezza C	-	150
Perdita di carico distribuita	m	1.65
Perdite di carico localizzate	m	1.85
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1.0
Perdita di carico complessiva	m	3.49
Quota massima pelo libero a valle (=Quota max w.l. di piena ipotizzata cautelativamente pari al livello di p.c.)	**m s.l.m.**	**17.00**
Quota massima pelo libero a monte (=Quota massima w.l. nel torrino di scarico)	**m s.l.m.**	**20.49**
Quota testa muro torrino di scarico	m s.l.m.	24.00
Franco disponibile	m	3.51
Quota massima w.l. nel torrino di scarico per scarico a mare (da progetto collettore di scarico a mare)	**m s.l.m.**	**23.50** (*)
Quota testa muro torrino di scarico	m s.l.m.	24.00
Franco disponibile	m	0.50

(*) Valore fornito dai tecnici responsabili del dimensionamento della condotta di scarico a mare, non compresa nel presente progetto

4.1.2 Da camera di scarico finale a vasca di accumulo permeato per lavaggio membrane

Sezione: Passaggio da camera di scarico a camera di sollevamento finale (in caso di scarico rigurgitato)		
Tipo di collegamento: Luce rigurgitata a sezione rettangolare		
Portata massima Q_{pm}	**m³/h**	**2333**
Larghezza luce di fondo	m	1.20
Altezza luce di fondo	m	1.20
Differenza di livello necessaria tra monte e valle	**m**	**0.028**
Quota massima pelo libero a valle (=Quota w.l. di attacco della terza pompa di sollevamento finale)	**m s.l.m.**	**15.00**
Quota massima pelo libero a monte (=Quota w.l. nella camera di scarico)	**m s.l.m.**	**15.03**

Sezione: Uscita da vasca di accumulo per riuso a camera di scarico		
Tipo di collegamento: Stramazzo rettangolare in parete grossa		
Portata massima Q_{pb}	**m³/h**	**1400**
Larghezza stramazzo	m	3.50
Spessore parete	m	0.30
Carico sullo stramazzo	**m**	**0.162**
Quota della cresta dello stramazzo	**m s.l.m.**	**16.60**
Quota pelo libero sullo stramazzo (=Quota w.l. nella vasca di accumulo per riuso)	**m s.l.m.**	**16.76**
Quota pelo libero a valle (=Quota massima w.l. nella camera di scarico)	m s.l.m.	15.03
Salto disponibile	m	1.57
Quota testa muro vasca	m s.l.m.	18.00
Franco disponibile	m	1.24

Sezione: Uscita dai canali di disinfezione UV (paratoia automatica a stramazzo 400-SGer-103)		
Tipo di collegamento: Stramazzo rettilineo in parete sottile		
Portata massima Q_{pb}	**m³/h**	**1400**
Larghezza paratoia a stramazzo	m	1.20
Carico sullo stramazzo	**m**	**0.319**
Battente da mantenere nei canali di disinfezione UV	m	0.60
Quota fondo canali di disinfezione UV	m s.l.m.	16.80
Quota della cresta dello stramazzo (=Quota minima della paratoia a stramazzo 400-SGer-103)	**m s.l.m.**	**17.08**
Quota pelo libero sullo stramazzo (=Quota w.l. nei canali UV)	**m s.l.m.**	**17.40**
Quota pelo libero a valle (=Quota w.l. nella vasca di accumulo per riuso)	m s.l.m.	16.76
Salto disponibile	m	0.32
Perdita di carico massima nel passaggio attraverso i sistemi UV	m	0.10
Quota w.l. nella camera di distribuzione ai canali UV	**m s.l.m.**	**17.50**

Quota testa muro vasca	m s.l.m.	18.00
Franco disponibile	m	0.50

Sezione: Uscita da vasca di accumulo permeato per lavaggio membrane a camera di distribuzione ai canali UV		
Tipo di collegamento: Stramazzo rettangolare in parete grossa		
Portata massima Q_{pb}	**m³/h**	**1400**
Larghezza stramazzo	m	3.50
Spessore parete	m	0.30
Carico sullo stramazzo	**m**	**0.162**
Quota della cresta dello stramazzo	**m s.l.m.**	**18.50**
Quota pelo libero sullo stramazzo (=Quota w.l. nella vasca di accumulo permeato per il lavaggio delle membrane)	**m s.l.m.**	**18.66**
Quota pelo libero a valle (=Quota w.l. nella camera di distribuzione ai canali UV)	m s.l.m.	17.50
Salto disponibile	m	1.00
Quota testa muro vasca	m s.l.m.	19.30
Franco disponibile	m	0.64

4.1.3 Da vasche di deossigenazione a canale di distribuzione alle linee di trattamento biologico

Sezione: Uscita fango da celle di filtrazione a comparto di deossigenazione		
Tipo di collegamento: Stramazzo rettangolare in parete sottile		
Portata massima di ricircolo per ogni linea di filtrazione	**m³/h**	**1333**
Larghezza stramazzo	m	6.20
Carico sullo stramazzo	**m**	**0.103**
Quota della cresta dello stramazzo	**m s.l.m.**	**14.60**
Quota pelo libero sullo stramazzo (=Quota w.l. in cella di filtrazione)	**m s.l.m.**	**14.70**
Quota pelo libero a valle (=Quota w.l. nel comparto di deossigenazione)	m s.l.m.	14.30
Salto disponibile	m	0.30
Quota testa muro vasca	m s.l.m.	16.00
Franco disponibile	m	1.30

Sezione: Passaggio fango dal canale di distribuzione alle singole celle di filtrazione		
Tipo di collegamento: Luce rigurgitata a sezione rettangolare		
Portata massima in ingresso alla singola vasca di filtrazione (refluo + fango di ricircolo)	**m³/h**	**1800**
Larghezza luce di fondo	m	1.00
Altezza luce di fondo	m	0.80

Differenza di livello necessaria tra monte e valle	**m**	**0.054**
Quota pelo libero a valle (=Quota w.l. in cella di filtrazione)	**m s.l.m.**	**14.70**
Quota pelo libero a monte (=Quota w.l. nel canale di distribuzione alle vasche di filtrazione)	**m s.l.m.**	**14.76**

Sezione: Passaggio fango da reattori di nitrificazione a canale di distribuzione alle vasche di filtrazione		
Tipo di collegamento: Stramazzo rettangolare in parete grossa		
Portata massima in ingresso ad ogni linea di trattamento biologico (refluo + fango di ricircolo)	**m^3/h**	**1800**
Larghezza stramazzo	m	6.20
Spessore parete	m	0.30
Carico sullo stramazzo	**m**	**0.13**
Quota della cresta dello stramazzo	**m s.l.m.**	**15.20**
Quota pelo libero sullo stramazzo (=Quota w.l. nel reattore di nitrificazione)	**m s.l.m.**	**15.33**
Quota massima pelo libero a valle (=Quota w.l. nel canale di distribuzione alle vasche di filtrazione)	m s.l.m.	14.76
Salto disponibile	m	0.44
Quota testa muro vasca	m s.l.m.	16.20
Franco disponibile	m	0.87

Sezione: Passaggio fango da pre-denitrificazione a nitrificazione		
Tipo di collegamento: Stramazzo rigurgitato rettangolare in parete grossa		
Portata massima in ingresso ad ogni linea di trattamento biologico (refluo + fango di ricircolo)	**m^3/h**	**1800**
Larghezza stramazzo	m	4.00
Spessore parete	m	0.30
Quota w.l. nel reattore di nitrificazione	**m s.l.m.**	**15.33**
Quota della cresta della soglia a stramazzo	**m s.l.m.**	**14.80**
Battente sullo stramazzo a valle della soglia (rigurgito)	m	0.53
Differenza di livello tra monte e valle della soglia	**m**	**0.008**
Battente sullo stramazzo a monte della soglia (carico sullo stramazzo)	m	0.54
Quota pelo libero sullo stramazzo (=Quota w.l. nel reattore di pre-denitrificazione)	**m s.l.m.**	**15.34**
Quota testa muro vasca	m s.l.m.	16.20
Franco disponibile	m	0.86

Sezione: Passaggio refluo e fango di ricircolo dal canale di distribuzione alle linee biologiche		
Tipo di collegamento: Luce rigurgitata a sezione rettangolare		
Portata massima in ingresso ad ogni linea di trattamento biologico (refluo + fango di ricircolo)	**m^3/h**	**1800**
Larghezza luce di fondo	m	1.20

Altezza luce di fondo	m	1.20
Differenza di livello necessaria tra monte e valle	**m**	**0.017**
Quota pelo libero a valle (=Quota w.l. nel comparto di denitrificazione)	m s.l.m.	15.34
Quota pelo libero a monte (=Quota w.l. nel canale di distribuzione alle linee di trattamento biologico)	**m s.l.m.**	**15.36**
Quota testa muro vasca	m s.l.m.	16.20
Franco disponibile	m	0.84

Sezione: Passaggio refluo da ripartitore a canale di distribuzione alle linee biologiche		
Tipo di collegamento: Stramazzo rettangolare in parete sottile		
Portata massima refluo in ingresso al comparto biologico	**m^3/h**	**1400**
Larghezza stramazzo	m	2.00
Carico sullo stramazzo	**m**	**0.227**
Quota della cresta dello stramazzo	**m s.l.m.**	**15.55**
Quota pelo libero sullo stramazzo (=Quota w.l. nel canale ripartitore)	**m s.l.m.**	**15.78**
Quota pelo libero a valle (=Quota w.l. nel canale di distribuzione alle linee di trattamento biologico)	m s.l.m.	15.36
Salto disponibile	m	0.19
Quota testa muro vasca	m s.l.m.	16.50
Franco disponibile	m	0.72

Sezione: Ricircolo dei fanghi dai comparti di deossigenazione al canale di distribuzione alle linee di trattamento biologico		
Tipo di collegamento: Canale a pelo libero a sezione rettangolare con fondo orizzontale		
Portata massima di ricircolo complessiva	m^3/h	4000
Numero di canali di ricircolo	-	2
Portata massima per canale	**m^3/h**	**2000**
Larghezza canale	m	1.20
Quota fondo canale	m s.l.m.	15.00
Quota pelo libero a valle (=Quota w.l. in corrispondenza del recapito nel canale di distribuzione alle linee di trattamento biologico)	**m s.l.m.**	**15.36**
Tirante a valle	**m**	**0.36**
Velocità di flusso	m/s	1.30
Materiale canale	-	Cemento in non perfette condizioni
Coefficiente di Strickler	$m^{1/3}/s$	70
Perdita di carico specifica	mm/m	2.56
Lunghezza canale	m	35.0
Perdita di carico distribuita	m	0.089
Perdite di carico localizzate	m	0.156

Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1.0
Perdita di carico complessiva	m	0.245
Tirante a monte	**m**	**0.60**
Quota pelo libero a monte (=Quota w.l. nella camera di recapito delle pompe di ricircolo fanghi)	**m s.l.m.**	**15.60**
Quota testa muro canale	m s.l.m.	16.20
Franco a disposizione	m	0.60

4.1.4 Sistema di ripartizione della portata a valle dei pre-trattamenti

La filiera di trattamento prevede, in uscita dalla sezione di pre-trattamento meccanico, un sistema di ripartizione automatica della portata che permette di avviare a trattamento biologico un'aliquota massima pari a $Q_{pb}=3\cdot Q_m$, deviando l'eventuale flusso eccedente al canale di by-pass diretto alla camera di scarico.

Il ripartitore è costituito da un canale che raccoglie il refluo in uscita dai dissabbiatori-disoleatori e lo recapita al canale di distribuzione alle quattro linee di trattamento biologico attraverso due soglie fisse a stramazzo in lamiera di acciaio inox di lunghezza pari a 1.0 m ciascuna, per una lunghezza complessiva di sfioro di 2.0 m. La portata complessiva avviata a trattamento biologico è monitorata in continuo in funzione del battente presente sulle soglie di sfioro, rilevato mediante un apposito sensore di livello ad ultrasuoni. L'aliquota di liquame in eccedenza rispetto alla portata massima da avviare a trattamento biologico ($Q>Q_{pb}=3\cdot Q_m$) viene invece deviata al canale di by-pass attraverso una luce in parete, presidiata da paratoia automatica modulante munita di finecorsa e posizionatore. Il grado di apertura della paratoia è regolato mediante un controllore PID in funzione del mantenimento di un set-point di livello nel canale ripartitore, pari al battente sulle soglie di sfioro fisse che determina l'invio a trattamento biologico di una portata pari appunto a $Q_{pb}=3\cdot Q_m$. In questo modo, la paratoia di by-pass rimane chiusa (ossia completamente abbassata) fintantoché la portata trattata è inferiore a $Q_{pb}=3\cdot Q_m$, mentre si apre progressivamente in caso di aumento di portata oltre tale soglia, mantenendo invariata e pari al valore massimo ammissibile Q_{pb} l'aliquota avviata a trattamento. Al fine di migliorare la precisione del PID di regolazione, dietro lo scudo della paratoia è fissata una lamiera sagomata a V, in maniera da creare una luce di passaggio triangolare anziché rettangolare e quindi di fatto dimezzare la luce di passaggio utile a parità di grado di apertura della paratoia.

Nei prospetti seguenti sono riassunti i risultati delle verifiche di dimensionamento del collegamento di by-pass. Procedendo sempre da valle verso monte, viene innanzitutto stimato il battente atteso nel canale di by-pass al passaggio dell'intera portata massima in ingresso all'impianto $Q_{pm}=5\cdot Q_m$, (evento che può verificarsi in caso di black-out elettrico, dal momento che le utenze mantenute sotto gruppo elettrogeno garantiscono il solo pre-trattamento meccanico del refluo in arrivo) o dell'aliquota eccedente $Q_{pb}=3\cdot Q_m$, nelle condizioni di normale funzionamento. Successivamente

viene verificato che la luce di fondo presidiata dalla paratoia automatica di by-pass consenta effettivamente il passaggio della portata massima Q_{pm} e viene stimato il grado di apertura della paratoia richiesto per il by-pass dell'aliquota eccedente Q_{pb}.

Sezione: Collegamento di by-pass sezione MBR da canale di distribuzione a comparto biologico a vasca di scarico (by-pass dell'intera portata massima $Q_{pm}=5Q_m$ in caso di black-out elettrico)		
Tipo di collegamento: Canale a pelo libero a sezione rettangolare		
Portata massima Q_{pm}	**m^3/h**	**2333**
Larghezza canale	m	1.20
Lunghezza canale	m	60.0
Pendenza fondo canale	-	0.50%
Materiale canale	-	Cemento in non perfette condizioni
Coefficiente di Strickler	$m^{1/3}/s$	70
Dislivello fondo	m	0.30
Quota fondo canale finale	m s.l.m.	15.10
Quota fondo canale iniziale	m s.l.m.	15.40
Tirante di moto uniforme	**m**	**0.313**
Tirante critico	m	0.310
Tipologia di corrente	-	Lenta
Quota pelo libero a valle	**m s.l.m.**	**15.41**
Quota pelo libero a monte	**m s.l.m.**	**15.71**

Sezione: Collegamento di by-pass sezione MBR da canale di distribuzione a comparto biologico a vasca di scarico (by-pass dell'aliquota di portata eccedente $Q_{pb}=3Q_m$)		
Tipo di collegamento: Canale a pelo libero a sezione rettangolare		
Portata massima (Q_{pm}-$Q_{pb}=2Q_m$)	**m^3/h**	**933**
Larghezza canale	m	1.20
Lunghezza canale	m	60.0
Pendenza canale	-	0.50%
Materiale canale	-	Cemento in non perfette condizioni
Coefficiente di Strickler	$m^{1/3}/s$	70
Dislivello fondo	m	0.30
Quota fondo canale finale	m s.l.m.	15.10
Quota fondo canale iniziale	m s.l.m.	15.40
Tirante di moto uniforme	**m**	**0.169**
Tirante critico	m	0.168
Tipologia di corrente	-	Lenta

Quota pelo libero a valle	**m s.l.m.**	**15.27**
Quota pelo libero a monte	**m s.l.m.**	**15.57**

Sezione: Passaggio refluo da ripartitore a canale di by-pass dell'intera portata massima $Q_{pm}=5Q_m$ (paratoia automatica su luce in parete 100-SGer-103)		
Tipo di collegamento: Luce rigurgitata a sezione triangolare		
Portata massima a by-pass (Q_{pm})	**m³/h**	**2333**
Larghezza luce di fondo triangolare (a paratoia tutta aperta)	m	1.20
Altezza luce di fondo triangolare (a paratoia tutta aperta)	m	1.20
Differenza di livello necessaria tra monte e valle	**m**	**0.111**
Quota pelo libero a valle (=Quota w.l. nel canale di by-pass in caso di scarico di $Q_{pm}=5Q_m$)	**m s.l.m.**	**15.71**
Quota massima pelo libero a monte (=Quota massima w.l. nel canale di ripartizione)	**m s.l.m.**	**15.82**
Quota testa muro vasche biologiche	m s.l.m.	16.20
Franco disponibile	m s.l.m.	0.38

Sezione: Verifica apertura paratoia di by-pass 100-SGer-103 per scarico dell'aliquota di portata eccedente $Q_{pb}=3Q_m$		
Tipo di collegamento: Luce rigurgitata a sezione triangolare		
Portata a by-pass (Q_{pm}-$Q_{pb}=2Q_m$)	**m³/h**	**933**
Quota pelo libero a valle (=Quota w.l. nel canale di by-pass in caso di scarico di $2Q_m$)	m s.l.m.	15.57
Quota pelo libero a monte per avviare $Q_{pb}=3Q_m$ a trattamento biologico	m s.l.m.	15.78
Differenza di livello necessaria tra monte e valle	**m**	**0.21**
Apertura necessaria paratoia 100-SGer-103 (=Altezza e larghezza luce effettiva di passaggio triangolare)	**m**	**0.65**
Apertura massima paratoia 100-SGer-103	m	1.20

4.1.5 Da ripartitore di portata a grigliatura grossolana

Sezione: Alimentazione refluo da dissabbiatura-disoleatura a ripartitore		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Portata massima per linea di pre-trattamento	**m³/h**	**778**
Materiale tubazione	-	AISI304L
Diametro nominale DN	mm	500
Diametro interno tubazione	mm	489
Velocità di flusso	m/s	1.15
Lunghezza tubazione	m	5.0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0.01

Perdite di carico localizzate	m	0.17
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1.0
Perdita di carico complessiva	**m**	**0.18**
Quota pelo libero a valle (=Quota massima w.l. nel ripartitore)	**m s.l.m.**	**15.78**
Quota pelo libero a monte (=Quota w.l. nella camera di uscita dal dissabbiatore)	**m s.l.m.**	**15.96**
Quota sommità dissabbiatore	m s.l.m.	16.56
Quota massima w.l. nel dissabbiatore	m s.l.m.	16.06

Sezione: Alimentazione refluo da grigliatura fine a dissabbiatura-disoleatura		
Tipo di collegamento: Condotta circolare a pelo libero		
Portata massima	**m^3/h**	**778**
Materiale tubazione	-	AISI304L
Diametro nominale DN	mm	500
Diametro interno condotta	mm	489.0
Lunghezza condotta	m	3.0
Pendenza condotta	-	3.33%
Coefficiente di Strickler	$m^{1/3}/s$	100
Quota fondo condotta finale (=Quota fondo tronchetto ingresso dissabbiatore)	m s.l.m.	16.04
Quota fondo condotta iniziale (=Quota fondo tronchetto uscita griglia fine)	m s.l.m.	16.14
Tirante di moto uniforme	**m**	**0.169**
Grado di riempimento	-	34%
Quota pelo libero a valle (=Quota massima w.l. al recapito al dissabbiatore)	**m s.l.m.**	**16.21**
Quota pelo libero a monte (=Quota w.l. nella camera di uscita della griglia fine)	**m s.l.m.**	**16.31**
Quota massima ammissibile w.l. nella camera di alimentazione della griglia fine a schermo sporco	m s.l.m.	17.46

Sezione: Alimentazione refluo da grigliatura grossolana a grigliatura fine		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Primo tratto comune		
Portata massima	**m^3/h**	**2333**
Materiale tubazione	-	AISI304L
Diametro nominale DN	mm	700
Diametro interno tubazione	mm	692
Velocità di flusso	m/s	1.72
Lunghezza tubazione	m	11.0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0.03

Perdite di carico localizzate	m	0.17
Tratto in alimentazione alla singola griglia fine		
Portata massima	**m³/h**	**778**
Materiale tubazione	-	AISI304L
Diametro nominale DN	mm	500
Diametro interno tubazione	mm	489
Velocità di flusso	m/s	1.15
Lunghezza tubazione	m	2.0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0.00
Perdite di carico localizzate	m	0.12
Intero collegamento		
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1.0
Perdita di carico complessiva	**m**	**0.33**
Quota pelo libero a valle (=Quota massima w.l. nella camera di alimentazione della griglia fine)	**m s.l.m.**	**17.46**
Quota pelo libero a monte (=Quota massima w.l. nella camera di uscita dalla grigliatura grossolana)	**m s.l.m.**	**17.79**
Perdita di carico massima attraverso la griglia grossolana	m	0.25
Quota pelo libero a monte della griglia grossolana	**m s.l.m.**	**18.04**
Quota testa muro vasca	m s.l.m.	18.30
Franco disponibile	m	0.26

4.2 SOLLEVAMENTI MECCANICI

4.2.1 Pompe 300-PR-101/201/301/401 – Estrazione permeato da celle di filtrazione

Sezione: Pompe di estrazione permeato (pompe 300-PR-101/201/301/401)		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Portata massima per singola pompa (calcolata in corrispondenza di Q_{pb} con una linea di filtrazione fuori servizio e tenendo conto del regime di suzione e controlavaggio)	**m³/h**	**520**
Materiale tubazioni	-	AISI304L
Tubazione di aspirazione da singola cella di filtrazione - Tratto a monte della trappola per l'aria		
Diametro esterno De	mm	400
Velocità di flusso	m/s	1.23
Lunghezza tubazione	m	10.0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0.03
Perdite di carico localizzate	m	0.04

Tubazione di aspirazione a valle della trappola per l'aria e di mandata singola pompa		
Diametro nominale DN	mm	300
Velocità di flusso	m/s	1.98
Lunghezza tubazione	m	8.0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0.08
Perdite di carico localizzate	m	0.48
Tubazione di mandata comune a due pompe		
Portata massima per due pompe	**m^3/h**	**1040**
Diametro nominale DN	mm	450
Velocità di flusso	m/s	1.92
Lunghezza tubazione	m	32.0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0.20
Perdite di carico localizzate	m	0.07
Intero collegamento		
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1.0
Perdita di carico complessiva	**m**	**0.91**
Quota punto di recapito	m s.l.m.	18.66
Quota pelo libero nel pozzetto di ricircolo	m s.l.m.	14.70
Dislivello geodetico da superare	**m**	**3.96**
TMP massima applicata per suzione permeato	**m**	**5.00**
Prevalenza totale richiesta	**m**	**9.87**

4.2.2 Pompe 300-PC-101/201/301/401 – Svuotamento celle di filtrazione in occasione dei *Recovery Cleaning*

Sezione: Drenaggio celle di filtrazione (pompe 300-PC-101/201/301/401)		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Portata massima unitaria	**m^3/h**	**210**
Tubazione di aspirazione da cella di filtrazione		
Materiale tubazione	-	Acciaio bitumato
Diametro nominale DN	mm	200
Velocità di flusso	m/s	1.81
Lunghezza tubazione	m	10.0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0.14
Perdite di carico localizzate	m	0.30

Tubazione di mandata a canale di ricircolo fanghi		
Materiale tubazione	-	AISI304L
Diametro nominale DN	mm	150
Velocità di flusso	m/s	3.13
Lunghezza tubazione	m	20.0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	1.06
Perdite di carico localizzate	m	2.20
Intero collegamento		
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1.1
Perdita di carico complessiva	**m**	**4.06**
Quota punto di recapito (scavalcamento testa muro camera di partenza canale di ricircolo fanghi)	m s.l.m.	16.40
Quota pelo libero a vasca di filtrazione vuota	m s.l.m.	11.60
Dislivello geodetico da superare	**m**	**4.80**
Prevalenza totale richiesta	**m**	**8.86**

Sezione: Pompe di drenaggio celle di filtrazione (300-PC-101/201/301/401)		
Tipo di verifica: Verifica condizioni di aspirazione ($NPSH_d > NPSH_r$)		
Portata massima	**m^3/h**	**210**
Materiale tubazione di aspirazione	-	Acciaio bitumato
Diametro nominale DN	mm	200
Velocità di flusso	m/s	1.81
Lunghezza tubazione di aspirazione	m	10.0
Perdita di carico distribuita	m	0.16
Perdite di carico localizzate	m	0.30
Perdita di carico complessiva	m	0.48
Altezza di aspirazione massima prevista (dislivello massimo tra bocca di aspirazione e pelo libero in cella di filtrazione, a cella di filtrazione vuota)	m	2.00
NPSH disponibile	**m**	**7.42**
NPSH richiesto (da scheda tecnica pompe)	**m**	**3.00**
Margine di sicurezza	m	4.42

4.2.3 Pompe 300-PS-101/301 – Sollevamento dei fanghi da deossigenazione a canale di ricircolo

Sezione: Sollevamento fanghi di ricircolo (pompe 300-PS-101/301)		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Portata massima complessiva di ricircolo fanghi	m^3/h	4000

Numero pompe di ricircolo	-	4+2R
Portata massima unitaria	**m^3/h**	**1000**
Materiale tubazione	-	AISI304L
Diametro nominale DN	mm	400
Velocità di flusso	m/s	2.36
Lunghezza tubazione	m	8.0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0.09
Perdite di carico localizzate	m	0.96
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1.0
Perdita di carico complessiva	**m**	**1.05**
Quota punto di recapito (scavalcamento testa muro camera di partenza canale di ricircolo fanghi)	m s.l.m.	16.50
Quota pelo libero in vasca di deossigenazione	m s.l.m.	14.30
Dislivello geodetico da superare	**m**	**2.20**
Prevalenza totale richiesta	**m**	**3.25**

4.2.4 Pompe 400-PS-101-A/B/C/D – Sollevamento finale effluente a torrino di scarico a torrente Gromolo

Sezione: Sollevamento finale effluente a torrino di scarico a torrente Gromolo (pompe 400-PS-101-A/B/C/R)		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Portata massima complessiva (Q_{pm})	m^3/h	2333
Numero di pompe	-	3+1R
Portata massima unitaria	**m^3/h**	**778**
Materiale tubazione	-	AISI304L
Diametro nominale DN	mm	300
Velocità di flusso	m/s	2.96
Lunghezza tubazione	m	15.0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0.32
Perdite di carico localizzate	m	1.43
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1.0
Perdita di carico complessiva	**m**	**1.76**
Quota punto di recapito (scavalcamento testa muro torrino di scarico)	m s.l.m.	24.50
Quota pelo libero nelle camere di sollevamento (w.l. di set-point)	m s.l.m.	14.80
Dislivello geodetico da superare	**m**	**9.70**
Prevalenza totale richiesta	**m**	**11.46**

4.2.5 Pompe 700-PM-101-A/B/R – Alimentazione fanghi a decanter centrifughi

Sezione: Pompe di alimentazione fanghi a decanter centrifughi (pompe 700-PM-101-A/B/R)		
Tipo di verifica: Verifica condizioni di aspirazione ($NPSH_d > NPSH_r$)		
Portata massima	**m^3/h**	**25**
Materiale tubazione di aspirazione	-	AISI304L
Diametro nominale DN	mm	100
Velocità di flusso	m/s	0.85
Lunghezza tubazione di aspirazione	m	25.0
Perdita di carico distribuita	m	0.21
Perdite di carico localizzate	m	0.12
Perdita di carico complessiva	m	0.36
Altezza di aspirazione massima prevista (dislivello massimo tra bocca di aspirazione e w.l. in stabilizzazione aerobica)	m	2.50
NPSH disponibile	**m**	**7.04**
NPSH richiesto (da scheda tecnica pompe)	**m**	**4.00**
Margine di sicurezza	m	3.04

4.2.6 Pompe 900-PS-101-A/R – Rilancio acque madri e di lavaggio da vasca di accumulo a grigliatura grossolana

Sezione: Sollevamento acque madri e acque di lavaggio da vasca di accumulo a testa impianto (pompe 900-PS-101-A/R)		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Portata massima complessiva	m^3/h	35
Numero di pompe	-	1+1R
Portata massima unitaria	**m^3/h**	**35**
Materiale tubazione	-	AISI304L
Tubazione di mandata verticale singola pompa		
Diametro nominale DN	mm	80
Velocità di flusso	m/s	2.04
Lunghezza tubazione	m	6.0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0.32
Perdite di carico localizzate	m	0.42
Tubazione comune di mandata		
Diametro nominale DN	mm	100
Velocità di flusso	m/s	1.18
Lunghezza tubazione	m	70.0
Coefficiente di scabrezza C	-	140

Perdita di carico distribuita	m	0.99
Perdite di carico localizzate	m	0.37
Intero collegamento		
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1.0
Perdita di carico complessiva	**m**	**2.10**
Quota punto di recapito (scavalcamento testa muro grigliatura grossolana)	m s.l.m.	18.40
Quota pelo libero in vasca (a vasca piena a metà)	m s.l.m.	13.00
Dislivello geodetico da superare	**m**	**5.40**
Prevalenza totale richiesta	**m**	**7.50**

4.2.7 Pompe 900-PS-102 – Rilancio da pozzetto di sentina zona dissabbiatura

Sezione: Pompa di sentina per zona dissabbiatura-disoleatura (pompa 900-PS-102)		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Portata massima unitaria	**m³/h**	**12**
Materiale tubazione	-	AISI304L
Diametro nominale DN	mm	50
Velocità di flusso	m/s	1.54
Lunghezza tubazione	m	45.0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	2.26
Perdite di carico localizzate	m	0.67
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1.0
Perdita di carico complessiva	**m**	**2.92**
Quota punto di recapito (scavalcamento testa muro grigliatura grossolana)	m s.l.m.	18.40
Quota minima pelo libero nel pozzetto	m s.l.m.	13.30
Dislivello geodetico da superare	**m**	**5.10**
Prevalenza totale richiesta	**m**	**8.02**

4.2.8 Pompe 900-PS-102 – Rilancio da pozzetto di sentina zona pompe a servizio del comparto di filtrazione

Sezione: Pompa di sentina per zona pompe a servizio del comparto di filtrazione (pompa 900-PS-103)		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Portata massima	**m³/h**	**8**
Materiale tubazione	-	AISI304L
Diametro nominale DN	mm	50
Velocità di flusso	m/s	1.03
Lunghezza tubazione	m	95.0

Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	2.25
Perdite di carico localizzate	m	0.39
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1.0
Perdita di carico complessiva	**m**	**2.64**
Quota punto di recapito (scavalcamento testa muro grigliatura grossolana)	m s.l.m.	18.40
Quota minima pelo libero nel pozzetto	m s.l.m.	12.00
Dislivello geodetico da superare	**m**	**6.40**
Prevalenza totale richiesta	**m**	**9.04**