Comune

RONCO SCRIVIA

Provincia

GENOVA

Titolo del progetto

REVAMPING DEL DEPURATORE DI RONCO SCRIVIA (GE)
LOTTI 2 E 3

Livello di progettazione	Settore di business	Disciplina
D - Definitivo	**I2 - Depurazione**	**GEN - Generale**

Numero	Titolo	Scala
RT - 003	**RELAZIONE DI CALCOLO IDRAULICO**	**-**

ID Progetto	Titolo sintetico	Codifica WBS
2016GESI0046-00	**2016GESI0046-00-D-I2-GEN-RT-003-00.pdf**	**C75I2-A004-08-0001**

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	05/2021	Emissione	ETC	CC	FG

Redatto:	Verificato	Approvato
ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TRENTO dott. ing. Angelo Cantatore Ingegneria civile e ambientale, industriale e dell'informazione Iscritto all'N. 2532 d'Albo - Sezione A degli Ingegneri		PROJECT MANAGER geom. Francesco Gaglio
Angelo Cantatore	Claudio Casale	Francesco Gaglio

Funzione Ingegneria e Realizzazioni
IRETI.S.p.A. – Sede legale: Via Piacenza, 54 – 16138 Genova
Registro imprese di Genova – C.F.01791490343 - REA: GE-481595 (CCIAA GE)
Società a Socio unico
Società partecipante al Gruppo IVA Iren - Partita IVA del Gruppo 02863660359
Società Sottoposta a direzione e coordinamento dell'unico socio IREN S.p.A.
pec: ireti@pec.ireti.it

E.T.C. Engineering s.r.l.

Via dei Palustei 16, 38121 Meano (TN)
Tel./Fax: 0461 825966 - email: info@etc-eng.it
Cod. fisc. e P.IVA n° 02067250221

INDICE

1 PREMESSA 3
2 CRITERI GENERALI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO 4
2.1 Tubazioni in pressione 4
2.2 Moto a pelo libero 5
2.3 Stramazzi 6
2.4 Luci di fondo 7
2.5 Verifica NPSH 8
3 DATI DI PROGETTO 10
3.1 Quadro delle portate di progetto 10
3.2 Caratteristiche delle tubazioni 10
4 RISULTATI DEI CALCOLI IDRAULICI NELLO SCENARIO DI PROGETTO 12
4.1 Dimensionamento dei collegamenti tra le diverse sezioni impiantistiche 12
4.2 Sollevamenti meccanici 20

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione di calcolo idraulico relativa alla realizzazione degli interventi di r*evamping del depuratore di Ronco Scrivia (lotti 2 e 3)*.

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:

$$H_d = J \cdot L$$

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

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

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:

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

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:

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

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:

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

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:

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

$$C_b = r \cdot \phi$$

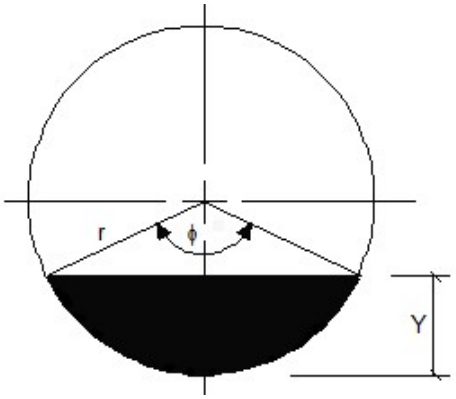


Figura 1: Schema per il calcolo idraulico di una condotta a pelo libero

Pertanto, l'equazione del moto uniforme diventa:

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

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:

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

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

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

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:

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

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:

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

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

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

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:

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

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:

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

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:

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

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:

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

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:

$$p_v = 611 \cdot 10^{\frac{7.5 \cdot T}{237.7 - T}}$$

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).

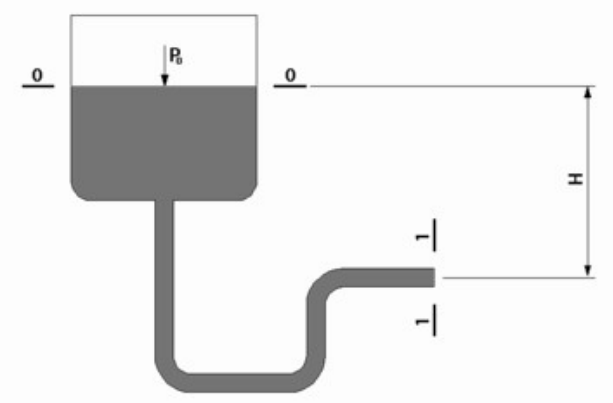


Figura 2: Schema per il calcolo dell'NPSH

3 DATI DI PROGETTO

3.1 QUADRO DELLE PORTATE DI PROGETTO

I calcoli di verifica idraulica sono stati condotti facendo riferimento, per i singoli circuiti di collegamento tra le diverse sezioni di trattamento e le varie apparecchiature elettromeccaniche a servizio, alle condizioni maggiormente gravose in relazione sia al flusso in transito, sia alla conformazione dei circuiti stessi, derivante dalle scelte progettuali effettuate.

Le portate considerate nei calcoli idraulici sono riepilogate in Tabella 1. I risultati ottenuti dalle verifiche, riepilogati nel capitolo 4, hanno portato alla definizione del profilo idraulico di progetto mostrato nell'elaborato *2016GESI0046-00-D-I2-IMP-EG-008-00 Profilo idraulico*.

Tabella 1: Definizione dei flussi da utilizzare per le verifiche idrauliche

Parametro	u.m.	Valore
Portata media giornaliera	m³/h	250
Portata di calcolo	m³/h	325
Portata massima trattamento biologico	m³/h	750
Portata ricircolo fanghi	m³/h	375

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. Si tratta di:

- Tubazioni fuori terra di trasporto di liquidi (refluo o fango attivo): tubazioni in acciaio inox AISI 304, conformi alle norme UNI EN 10217-7, di caratteristiche dimensionali come da Tabella 2.

Tabella 2: Diametri e spessori per tubazioni in acciaio inossidabile AISI 304

Diametro tubazione	Spessore minimo[1]
DN15 ÷ DN80	2,0 mm
DN100 ÷ DN500	3,0 mm
> DN500	4,0 mm

- Tubazioni interrate di trasporto di liquidi in pressione (refluo o fango attivo):

[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

- tubazioni in polietilene ad alta densità ad elevatissima resistenza alla crescita lenta della frattura (PE100-RC), SDR17 - PN10, conformi agli standard UNI EN 12201, ISO 4427, UNI EN ISO 15494 e alla Specifica Tecnica DIN PAS 1075 Tipo 2;

- Tubazioni interrate di trasporto di liquidi non in pressione:
  - tubazioni in PVC rigido per fognatura e scarichi interrati non in pressione, conformi alla norma europea UNI EN 1401-1.

4 RISULTATI DEI CALCOLI IDRAULICI NELLO SCENARIO DI PROGETTO

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 di nuova installazione, facendo riferimento alla curva di funzionamento delle macchine installate.

4.1 DIMENSIONAMENTO DEI COLLEGAMENTI TRA LE DIVERSE SEZIONI IMPIANTISTICHE

Sezione: Disinfezione - Uscita		
Tipo di collegamento: Stramazzo rettangolare in parete grossa		
Portata	m^3/h	750
Larghezza stramazzo	m	1,60
Spessore parete	m	0,15
Carico sullo stramazzo	m	0,180
Quota della cresta dello stramazzo	m s.l.m.	318,31
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	318,49
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	315,78
Salto disponibile	m	2,53

Sezione: Disinfezione - Ingresso		
Tipo di collegamento: Stramazzo rettangolare in parete grossa		
Portata	m^3/h	750
Larghezza stramazzo	m	3,00
Spessore parete	m	0,15
Carico sullo stramazzo	m	0,118
Quota della cresta dello stramazzo	m s.l.m.	318,63
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	318,75
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	318,49
Salto disponibile	m	0,14

Sezione: Sedimentazione - Uscita		
Tipo di collegamento: Soglia di sfioro tipo Thompson (stramazzi triangolari in parete sottile con angolo al vertice di 90°)		
Portata	m^3/h	375

Sezione: Sedimentazione - Uscita		
Larghezza del singolo stramazzo Thompson che compone la soglia di sfioro	m	0,150
Altezza del singolo stramazzo Thompson che compone la soglia di sfioro	m	0,075
Distanza tra due stramazzi Thompson sulla soglia di sfioro	m	0,050
Lunghezza complessiva singola soglia di sfioro	m	75,0
Numero soglie di sfioro previste	-	1
Numero di stramazzi Thompson presenti	-	375
Portata per ogni singolo stramazzo	m^3/h	1,0
Carico sugli stramazzi (rispetto ai vertici)	m	0,033
Quota pelo libero in vasca	m s.l.m.	319,13
Quota del vertice degli stramazzi	m s.l.m.	319,10
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	318,75
Salto disponibile	m	0,35

Sezione: Collegamento Sedimentatore 2 - Ripartitore Sed.		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Portata massima	m^3/h	563
Materiale tubazione	-	AISI304
Diametro nominale DN	mm	500
Diametro interno tubazione	mm	489
Velocità di flusso	m/s	0,83
Lunghezza tubazione	m	15,0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0,02
Perdite di carico localizzate	m	0,02
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,2
Perdita di carico complessiva	m	0,05
Quota punto di recapito	m s.l.m.	319,13
Quota pelo libero in vasca	m s.l.m.	319,18

Sezione: Collegamento Sedimentatore 1 - Ripartitore Sed.		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Portata massima	m^3/h	563
Materiale tubazione	-	PE100
Diametro esterno De	mm	560
Diametro interno tubazione	mm	494
Velocità di flusso	m/s	0,82
Lunghezza tubazione	m	10,0

Sezione: Collegamento Sedimentatore 1 - Ripartitore Sed.		
Coefficiente di scabrezza C	-	150
Perdita di carico distribuita	m	0,01
Perdite di carico localizzate	m	0,03
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,2
Perdita di carico complessiva	m	0,05
Quota punto di recapito	m s.l.m.	319,13
Quota pelo libero in vasca	m s.l.m.	319,18

Sezione: Ripartitore ai sedimentatori - Soglie		
Tipo di collegamento: Stramazzo rettangolare in parete sottile		
Portata	m^3/h	563
Larghezza stramazzo	m	1,00
Carico sullo stramazzo	m	0,196
Quota della cresta dello stramazzo	m s.l.m.	319,32
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	319,52
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	319,18
Salto disponibile	m	0,14

Sezione: Collegamento biologia 1 - ripartitore sedimentazione		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Portata massima	m^3/h	225
Materiale tubazione	-	AISI304
Diametro nominale DN	mm	350
Diametro interno tubazione	mm	337
Velocità di flusso	m/s	0,70
Lunghezza tubazione	m	40,0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0,05
Perdite di carico localizzate	m	0,02
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,2
Perdita di carico complessiva	m	0,09
Quota punto di recapito	m s.l.m.	319,52
Quota pelo libero in vasca	m s.l.m.	319,60

Sezione: Collegamento biologia 2 - ripartitore sedimentazione		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Portata massima	m^3/h	225
Materiale tubazione	-	AISI304
Diametro nominale DN	mm	350

Sezione: Collegamento biologia 2 - ripartitore sedimentazione		
Diametro interno tubazione	mm	337
Velocità di flusso	m/s	0,70
Lunghezza tubazione	m	30,0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0,04
Perdite di carico localizzate	m	0,02
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,2
Perdita di carico complessiva	m	0,07
Quota punto di recapito	m s.l.m.	319,52
Quota pelo libero in vasca	m s.l.m.	319,59

Sezione: Collegamento biologia 3 - ripartitore sedimentazione		
Tipo di collegamento: Luce rigurgitata a sezione rettangolare		
Portata massima	m^3/h	675
Numero di luci di fondo	-	1
Larghezza luce di fondo	m	0,60
Altezza luce di fondo	m	0,60
Area complessiva di passaggio	m^2	0,36
Differenza di livello necessaria tra monte e valle	m	0,037
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	319,52
Quota pelo libero a monte	m s.l.m.	319,55

Sezione: Biologia 1 - Uscita		
Tipo di collegamento: Stramazzo rigurgitato rettangolare in parete grossa		
Portata	m^3/h	225
Larghezza stramazzo	m	3,90
Spessore parete	m	0,30
Quota pelo libero a valle della soglia	m s.l.m.	319,60
Quota della cresta dello stramazzo	m s.l.m.	319,36
Battente sullo stramazzo a valle della soglia (rigurgito)	m	0,24
Differenza di livello tra monte e valle della soglia	m	0,00
Battente sullo stramazzo a monte della soglia (carico sullo stramazzo)	m	0,24
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	319,60

Sezione: Biologia 2 - Uscita		
Tipo di collegamento: Stramazzo rigurgitato rettangolare in parete grossa		
Portata	m^3/h	225

Sezione: Biologia 2 - Uscita		
Larghezza stramazzo	m	3,90
Spessore parete	m	0,30
Quota pelo libero a valle della soglia	m s.l.m.	319,59
Quota della cresta dello stramazzo	m s.l.m.	319,36
Battente sullo stramazzo a valle della soglia (rigurgito)	m	0,23
Differenza di livello tra monte e valle della soglia	m	0,00
Battente sullo stramazzo a monte della soglia (carico sullo stramazzo)	m	0,23
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	319,59

Sezione: Biologia 3 - Uscita		
Tipo di collegamento: Stramazzo rettangolare in parete sottile		
Portata	m^3/h	675
Larghezza stramazzo	m	4,00
Carico sullo stramazzo	m	0,088
Quota della cresta dello stramazzo	m s.l.m.	319,72
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	319,81
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	319,55
Salto disponibile	m	0,17

Sezione: Collegamento biologia 3 - ripartitore biologia		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Portata massima	m^3/h	675
Materiale tubazione	-	AISI304
Diametro nominale DN	mm	600
Diametro interno tubazione	mm	591
Velocità di flusso	m/s	0,68
Lunghezza tubazione	m	3,0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0,00
Perdite di carico localizzate	m	0,01
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,2
Perdita di carico complessiva	m	0,02
Quota punto di recapito	m s.l.m.	319,81
Quota pelo libero in vasca	m s.l.m.	319,82

Sezione: Collegamento biologia 2 - ripartitore biologia
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione

Sezione: Collegamento biologia 2 - ripartitore biologia		
Portata massima	m^3/h	225
Materiale tubazione	-	AISI304
Diametro nominale DN	mm	350
Diametro interno tubazione	mm	337
Velocità di flusso	m/s	0,70
Lunghezza tubazione	m	2,0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0,00
Perdite di carico localizzate	m	0,01
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,2
Perdita di carico complessiva	m	0,02
Quota punto di recapito	m s.l.m.	319,59
Quota pelo libero in vasca	m s.l.m.	319,60

Sezione: Collegamento biologia 1 - ripartitore biologia		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Portata massima	m^3/h	225
Materiale tubazione	-	AISI304
Diametro nominale DN	mm	350
Diametro interno tubazione	mm	337
Velocità di flusso	m/s	0,70
Lunghezza tubazione	m	10,0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0,01
Perdite di carico localizzate	m	0,02
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,2
Perdita di carico complessiva	m	0,04
Quota punto di recapito	m s.l.m.	319,60
Quota pelo libero in vasca	m s.l.m.	319,64

Sezione: Ripartitore alla biologia - Soglie biologia 1 e 2		
Tipo di collegamento: Stramazzo rettangolare in parete sottile		
Portata	m^3/h	225
Larghezza stramazzo	m	0,60
Carico sullo stramazzo	m	0,150
Quota della cresta dello stramazzo	m s.l.m.	319,96
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	320,11
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	319,64
Salto disponibile	m	0,32

Sezione: Ripartitore alla biologia - Soglia biologia 3		
Tipo di collegamento: Stramazzo rettangolare in parete sottile		
Portata	m^3/h	675
Larghezza stramazzo	m	1,80
Carico sullo stramazzo	m	0,150
Quota della cresta dello stramazzo	m s.l.m.	319,96
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	320,11
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	319,82
Salto disponibile	m	0,14

Sezione: Collegamento ripartitore biologia - dissabbiatura		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Portata massima	m^3/h	750
Materiale tubazione	-	PE100
Diametro esterno De	mm	560
Diametro interno tubazione	mm	494
Velocità di flusso	m/s	1,09
Lunghezza tubazione	m	45,0
Coefficiente di scabrezza C	-	150
Perdita di carico distribuita	m	0,08
Perdite di carico localizzate	m	0,04
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,0
Perdita di carico complessiva	m	0,12
Quota punto di recapito	m s.l.m.	320,11
Quota pelo libero in vasca	m s.l.m.	320,23

Sezione: Dissabbiatura - Soglia uscita		
Tipo di collegamento: Stramazzo rettangolare in parete sottile		
Portata	m^3/h	750
Larghezza stramazzo	m	1,50
Carico sullo stramazzo	m	0,181
Quota della cresta dello stramazzo	m s.l.m.	321,12
Quota pelo libero sullo stramazzo	m s.l.m.	321,30
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	320,23
Salto disponibile	m	0,89

Sezione: Dissabbiatura - luce ingresso		
Tipo di collegamento: Luce rigurgitata a sezione rettangolare		
Portata massima	m^3/h	750
Numero di luci di fondo	-	1

Sezione: Dissabbiatura - luce ingresso		
Larghezza luce di fondo	m	1,20
Altezza luce di fondo	m	1,00
Area complessiva di passaggio	m^2	1,20
Differenza di livello necessaria tra monte e valle	m	0,004
Quota pelo libero a valle	m s.l.m.	321,30
Quota pelo libero a monte	m s.l.m.	321,31

4.2 SOLLEVAMENTI MECCANICI

Sezione: Sabbie - 100-PS-101		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Tratto fuori terra - Mandata		
Portata massima	m^3/h	30
Materiale tubazione	-	AISI304
Diametro nominale DN	mm	100
Diametro interno tubazione	mm	102
Velocità di flusso	m/s	1,01
Lunghezza tubazione	m	6,0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0,06
Perdite di carico localizzate	m	0,27
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,0
Perdita di carico tratto fuori terra mandata	m	**0,33**
Tratto interrato		
Portata massima	m^3/h	30
Materiale tubazione	-	PE100
Diametro esterno De	mm	110
Diametro interno tubazione	mm	97
Velocità di flusso	m/s	1,13
Lunghezza tubazione	m	60,0
Coefficiente di scabrezza C	-	150
Perdita di carico distribuita	m	0,73
Perdite di carico localizzate	m	0,12
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,0
Perdita di carico tratto interrato	m	**0,85**
Complessivo		
Quota punto di recapito	m s.l.m.	321,30
Quota pelo libero in vasca	m s.l.m.	320,23
Dislivello geodetico da superare	m	**1,07**
Prevalenza totale richiesta	m	**2,25**

Sezione: Oli - 100-PS-102		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Tratto fuori terra - Mandata		
Portata massima	m^3/h	10
Materiale tubazione	-	AISI304
Diametro nominale DN	mm	65

Sezione: Oli - 100-PS-102		
Diametro interno tubazione	mm	63
Velocità di flusso	m/s	0,90
Lunghezza tubazione	m	10,0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0,15
Perdite di carico localizzate	m	0,24
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,0
Perdita di carico tratto fuori terra mandata	m	**0,39**
Tratto interrato		
Portata massima	m^3/h	10
Materiale tubazione	-	PE100
Diametro esterno De	mm	63
Diametro interno tubazione	mm	55
Velocità di flusso	m/s	1,15
Lunghezza tubazione	m	140,0
Coefficiente di scabrezza C	-	150
Perdita di carico distribuita	m	3,39
Perdite di carico localizzate	m	0,12
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,0
Perdita di carico tratto interrato	m	**3,51**
Complessivo		
Quota punto di recapito	m s.l.m.	320,87
Quota pelo libero in vasca	m s.l.m.	320,23
Dislivello geodetico da superare	m	**0,64**
Prevalenza totale richiesta	m	**4,54**

Sezione: Sollevamento fanghi ricircolo - 300-PS-101A/R		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Tratto fuori terra - Mandata		
Portata massima	m^3/h	375
Materiale tubazione	-	AISI304
Diametro nominale DN	mm	250
Diametro interno tubazione	mm	254
Velocità di flusso	m/s	2,05
Lunghezza tubazione	m	5,0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0,07
Perdite di carico localizzate	m	0,71
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,2

Sezione: Sollevamento fanghi ricircolo - 300-PS-101A/R		
Perdita di carico tratto fuori terra mandata	m	**0,93**
Tratto fuori terra - Collettore		
Portata massima	m^3/h	375
Materiale tubazione	-	AISI304
Diametro nominale DN	mm	250
Diametro interno tubazione	mm	254
Velocità di flusso	m/s	2,05
Lunghezza tubazione	m	40,0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0,54
Perdite di carico localizzate	m	0,73
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,2
Perdita di carico tratto fuori terra collettore	m	**1,52**
Complessivo		
Quota punto di recapito	m s.l.m.	321,60
Quota pelo libero in vasca	m s.l.m.	319,13
Dislivello geodetico da superare	m	**2,47**
Prevalenza totale richiesta	m	**4,91**

Sezione: Sollevamento fanghi supero - 300-PS-102		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Tratto fuori terra - Mandata		
Portata massima	m^3/h	30
Materiale tubazione	-	AISI304
Diametro nominale DN	mm	100
Diametro interno tubazione	mm	102
Velocità di flusso	m/s	1,01
Lunghezza tubazione	m	5,0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0,05
Perdite di carico localizzate	m	0,30
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,2
Perdita di carico tratto fuori terra mandata	m	**0,42**
Tratto interrato - Mandata		
Portata massima	m^3/h	30
Materiale tubazione	-	PE100
Diametro esterno De	mm	110
Diametro interno tubazione	mm	97
Velocità di flusso	m/s	1,13

Sezione: Sollevamento fanghi supero - 300-PS-102		
Lunghezza tubazione	m	40,0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0,56
Perdite di carico localizzate	m	0,08
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,2
Perdita di carico tratto fuori terra collettore	m	**0,77**
Complessivo		
Quota punto di recapito	m s.l.m.	321,38
Quota pelo libero in vasca	m s.l.m.	317,13
Dislivello geodetico da superare	m	**4,25**
Prevalenza totale richiesta	m	**5,44**

Sezione: Bottini - 700-PS-101		
Tipo di collegamento: Tubazione in pressione		
Tratto fuori terra - Mandata		
Portata massima	m^3/h	30
Materiale tubazione	-	AISI304
Diametro nominale DN	mm	100
Diametro interno tubazione	mm	102
Velocità di flusso	m/s	1,01
Lunghezza tubazione	m	8,0
Coefficiente di scabrezza C	-	140
Perdita di carico distribuita	m	0,08
Perdite di carico localizzate	m	0,30
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,0
Perdita di carico tratto fuori terra mandata	m	**0,38**
Tratto interrato		
Portata massima	m^3/h	30
Materiale tubazione	-	PE100
Diametro esterno De	mm	110
Diametro interno tubazione	mm	97
Velocità di flusso	m/s	1,13
Lunghezza tubazione	m	50,0
Coefficiente di scabrezza C	-	150
Perdita di carico distribuita	m	0,61
Perdite di carico localizzate	m	0,10
Fattore correttivo per la viscosità del fluido trasportato	-	1,0
Perdita di carico tratto interrato	m	**0,71**
Complessivo		

Sezione: Bottini - 700-PS-101		
Quota punto di recapito	m s.l.m.	322,10
Quota pelo libero in vasca	m s.l.m.	317,40
Dislivello geodetico da superare	m	**4,70**
Prevalenza totale richiesta	m	**5,79**