REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI CUNEO

COMUNI DI BENE VAGIENNA

POTENZIAMENTO DEL DEPURATORE NEL COMUNE DI BENE VAGIENNA LOCALITÀ MOLINO

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

MONDO ACQUA S.p.A.
Via Venezia, 6/B – 12084 MONDOVÌ (CN)
tel. +39 0174.554461

IL PROGETTISTA

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l
Corso Giolitti, 36 – 12100 CUNEO (CN)
Tel. +39 0171.698381 – fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it

Dott. Ing. Fabrizio Saglietto

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1067 Dott. Ing. Fabrizio Saglietto

DESCRIZIONE

RELAZIONE BIOLOGICA-IDRAULICA

DATA 22/11/2018	**SCALA** /				**ALLEGATO** **2.2**
COMMESSA 2018_016	livello PD	categoria RS	tipologia TXT	revisione 00	

00	22/11/2018	EMISSIONE PER CONSEGNA	VI.MA.	BR.ER.	SA.FA.
REV.	**DATA**	**DESCRIZIONE**	**REDATTO**	**CONTROLLATO**	**APPROVATO**

A TERMINI DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO O RENDERLO NOTO A TERZI SENZA LA NOSTRA AUTORIZZAZIONE

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

SOMMARIO

PREMESSA 2
NORMATIVA DI RIFERIMENTO 3
STATO DI FATTO 3
Fasi di trattamento 3
STATO DI PROGETTO 4
Interventi previsti in progetto 5
Verifiche del processo in base ai parametri assunti in progetto 7
Verifiche del processo in base a quanto rilevato in situ 26
Conclusioni 32
COLLEGAMENTI IDRAULICI 32
Verifiche dei collegamenti idraulici con funzionamento in pressione 32
Verifiche dei collegamenti idraulici con funzionamento a superficie libera 34

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

PREMESSA

La società Mondo Acqua S.p.A. aveva affidato alla Società d'Ingegneria Saglietto engineering S.r.l., l'incarico di redigere una Relazione Tecnica, consegnata il 27 marzo 2018, che formulasse una soluzione alternativa a quella formulata nel progetto definitivo *"Potenziamento del depuratore in Comune di Bene Vagienna Località Molino"* redatto da Hy.M. Studio, alla luce della diminuzione della potenzialità di progetto dell'impianto (da 2.800Aeq a 2.053Aeq) e della futura dismissione, che sfruttasse al massimo le volumetrie attualmente esistenti e, mediante una gestione più attenta e mirata agli obiettivi, rispettasse i parametri di legge in uscita; a seguito della soluzione prospettata, la società Mondo Acqua S.p.A. ha affidato alla Società d'Ingegneria Saglietto engineering S.r.l., nella persona del sottoscritto professionista Dott. Ing. Fabrizio Saglietto, il compito di redigere il Progetto Definitivo "Potenziamento del depuratore nel Comune di Bene Vagienna Località Molino".
Sono stati quindi inizialmente forniti dal Gestore i dati di portata e gli abitanti equivalenti, considerando anche gli apporti delle acque parassite che sono utilizzati nei calcoli biologici riportati nel paragrafo "Verifiche del processo in base ai parametri assunti in progetto".
A progettazione quasi ultimata, in seguito ad ulteriori analisi e verifiche sul campo, il Gestore ha fornito un nuovo dato di portata di tempo secco corrispondente a 8,3 l/s (fermi restando gli abitanti equivalenti) in considerazione delle numerose acque bianche presenti nella rete fognaria. Sono state, quindi, rielaborate le analisi sia idrauliche che biologiche, sull'impianto in progetto come risulta dai calcoli biologici riportati nel paragrafo "Verifiche del processo in base a quanto rilevato in situ".

Il presente elaborato contiene le verifiche biologiche dei diversi comparti del processo di trattamento e le verifiche idrauliche delle nuove tubazioni di collegamento.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli interventi in progetto sono redatti in conformità alla seguente Normativa di settore:

- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. "Norme in materia ambientale";
- D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale";
- Regolamento regionale n. 17/R del 16 Dicembre 2008 (Testo storico) "Disposizioni in materia di progettazione e autorizzazione provvisoria degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane (Legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61)".

STATO DI FATTO

Fasi di trattamento

L'impianto attuale, realizzato negli anni 80, è caratterizzato da una potenzialità di progetto pari a 2000 Aeq ed è conformato e funzionante con i seguenti comparti:

Linea acque

- arrivo refluo misto tramite collettore ovoidale 80 x 120 cm;
- manufatto di arrivo e sfioro Q > 5Qm;
- grigliatura;
- sollevamento liquami fino a 5Qm attraverso due pompe sommergibili;
- dissabbiatura statica;
- ossidazione totale suddivisa in tre vasche idraulicamente in serie:
    - prima vasca: 34 mc;
    - seconda vasca: 45 mc;
    - terza vasca: 73 mc;
- chiarificazione statica: due vasche affiancate di 35 mc e superficie 10 mq ciascuna;
- disinfezione;

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

- pozzetto di campionamento situato all'esterno dell'area recintata del depuratore;
- scarico sul Rivo Cuccetta alla confluenza con il Torrente Mondalavia.

Linea fanghi

- letti di essicamento e accumulo.

STATO DI PROGETTO

Inizialmente, in sede di svolgimento della Relazione Tecnica di studio dell'impianto del 27 marzo 2018, era stato ipotizzato di impiegare, per il trattamento biologico, unicamente le volumetrie esistenti (primo comparto per la denitrificazione ed i restanti comparti per la rimozione del BOD_5 e per la nitrificazione) e di prevedere l'aggiunta di un comparto di sedimentazione secondaria a pacchi lamellari esterno alle attuali vasche per la separazione dei fiocchi di fango dal refluo. Le verifiche, eseguite sui dati di dimensionamento dell'impianto, hanno evidenziato un'insufficienza delle attuali volumetrie ad eseguire il trattamento biologico correttamente. Nello specifico, le concentrazioni necessarie di fango in vasca erano notevolmente elevate. Alla luce di questi risultati, era stata presa in considerazione la possibilità di affiancare al nuovo sedimentatore secondario a pacchi lamellari un'ulteriore vasca di ossidazione. In questo modo, sarebbe stato possibile aumentare la capacità del comparto e, di conseguenza, di diminuire le concentrazioni di fango in vasca. Per la definizione della volumetria, era stata impostata una concentrazione massima di 4kgSS/mc in condizioni di temperatura massima (20°C) ed era stata verificata la concentrazione richiesta in condizioni di temperatura minima (12°C). Le verifiche erano state eseguite attraverso le procedure di calcolo riportate nei libri "Depurazione delle acque" di Luigi Masotti e "Trattamenti delle acque reflue" di Luca Bonomo e verificate attraverso le formule basate sul libro "Wastewater Engineering" by Metcalf & Eddy. Inoltre, era stato modellizzato l'impianto e verificato il funzionamento con il software BioWin®.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Interventi previsti in progetto

In sede di redazione del presente progetto Definitivo è stata apportata qualche modifica rispetto a quanto previsto nella Relazione Tecnica del 27 marzo 2018 e sono state ricondotte le verifiche biologico-idrauliche.

In linee generali, il progetto prevede i seguenti interventi:

- nuovo pozzetto con sistema di campionamento e di misurazione delle portate sul collettore scolmatore a monte impianto;
- nuovo misuratore di portata sulla mandata del sollevamento iniziale con valvola a clapet a monte;
- nuova rotostacciatura;
- punto di ispezione su condotta di sfioro a monte del biologico;
- innalzamento dei muri perimetrali del manufatto esistente di trattamento biologico;
- trattamento biologico delle portate $Q \leq 2Q_m$;
- trasformazione delle prime due vasche esistenti di ossidazione in vasche a servizio della denitrificazione;
- trasformazione dell'attuale sedimentatore secondario in una vasca aggiuntiva per l'ossidazione;
- costruzione di una nuova vasca di ossidazione;
- nuovo sistema di insufflazione aria al trattamento biologico;
- nuovo sistema di ricircolo e supero fanghi;
- costruzione di un nuovo sedimentatore secondario a pianta circolare;
- aumento della volumetria utile per la disinfezione;
- posa dei relativi collegamenti idraulici;
- adeguamento della recinzione perimetrale. Il pozzetto di campionamento prima situato all'esterno, sarà all'interno dell'area recintata del depuratore.

Il dimensionamento del processo di trattamento dell'impianto sito in Località Molino nel Comune di Bene Vagienna per una potenzialità di 2053 ab/eq, è stata basata sui criteri di economicità e di maggior impiego delle strutture esistenti, riducendo al massimo le dimensioni di nuovi manufatti necessari a garantire il rispetto dei parametri di legge in uscita.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

L'impianto sarà quindi costituito da:

Linea acque

- arrivo refluo misto tramite collettore ovoidale 80 x 120 cm;
- manufatto di arrivo e sfioro Q > 5Qm;
- grigliatura;
- sollevamento liquami fino a 5Qm attraverso due pompe sommergibili;
- rotostacciatura;
- dissabbiatura statica;
- sfioro Q > 2Qm;
- trattamento biologico - denitrificazione:
  - n° di linee: 1;
  - prima vasca: 38 mc (livello innalzato);
  - seconda vasca: 50 mc (livello innalzato);
- trattamento biologico - rimozione del carico organico (BOD_5) e nitrificazione:
  - n° di linee: 1;
  - terza vasca: 82 mc (livello innalzato);
  - quarta vasca: 80 mc (livello innalzato, esistente sedimentazione secondaria);
  - quinta vasca: 108 mc (nuova costruzione);
- ricircolo e supero fanghi;
- sedimentazione secondaria:
  - n° di linee: 1;
  - diametro: 9 m;
  - superficie: 64 mq circa;
  - volume: 217 mc circa;
- disinfezione;
- pozzetto di campionamento situato all'interno dell'area recintata del depuratore;
- scarico sul Rivo Cuccetta alla confluenza con il Torrente Mondalavia.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Linea fanghi

- letti di essicamento e accumulo.

Verifiche del processo in base ai parametri assunti in progetto

In questa sezione, si riportano le verifiche e considerazioni effettuate.

Parametri di progetto

Il processo di trattamento è stato verificato considerando i seguenti parametri di progetto:

Apporti civili di progetto		
Parametro	U.M.	valore
Potenzialità		
Abitanti equivalenti	Aeq	2053
Apporto idraulico		
Coefficiente di afflusso	(-)	0,80
Dotazione idrica	L/Aeq d	180,00
Tipo di fognatura nera/mista	(N/M)	M
Coefficiente di infiltrazione	%	20,00
Portata media giornaliera Qm	m³/d	443,45
	m³/h	18,48
Coeff. Q massima ingresso impianto	(-)	5,00
Portata massima ai pretrattamenti	m³/h	92,39
Coeff. di portata di ingresso al biologico	(-)	2,00
Portata massima al trattamento biologico	m³/h	36,95
Coeff. di portata bypass biologico	(-)	3,00
Portata sfiorata a monte del trattamento biologico	m³/h	55,43
Carichi e concentrazioni		
Apporto unitario di carico organico BOD5	g/Aeq d	60,00

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Carico organico totale BOD5	kg/d	123,18
Concentrazione BOD5	mg/L	277,78
Apporto unitario di COD	g/Aeq d	150,00
Carico totale COD	kg/d	307,95
Concentrazione COD	mg/L	694,44
Apporto unitario di SST	g/Aeq d	90,00
Carico totale SST	kg/d	184,77
Concentrazione SST	mg/L	416,67
Apporto unitario di TKN (NH3-N)	g/Aeq d	12,00
Carico totale TKN (NH3-N)	kg/d	24,64
Concentrazione TKN (NH3-N)	mg/L	55,56
Apporto unitario di P	g/Aeq d	2,80
Carico totale P	kg/d	5,75
Concentrazione P	mg/L	12,96
Temperature		
T massima liquami	°C	20
T minima liquami	°C	12
Volumetrie attualmente a disposizione del trattamento biologico e della chiarificazione		
Parametro	U.M.	valore
Trattamento biologico		
Prima vasca	mc	34
Seconda vasca	mc	45
Terza vasca	mc	73
Chiarificazione (quarta vasca)	mc	70
Volumetrie a disposizione in progetto in seguito all'innalzamento dei muri perimetrali e alla costruzione della nuova vasca		
Trattamento biologico		
Prima vasca	mc	38
Seconda vasca	mc	50

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Terza vasca	mc	82
Quarta vasca	mc	80

Per la verifica del comparto biologico è stato cautelativamente considerato un abbattimento nullo del carico organico e di azoto nei comparti a monte del biologico. Inoltre, è stato considerato un fattore di sicurezza per le punte di carico pari a 1,8.

I limiti allo scarico che l'impianto dovrà rispettare al fine di garantire valori di effluente conformi al limite di legge sono quelli stabiliti dalle Tabelle 1 e 3 del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152:

Normativa di riferimento				
D.Lgs 152/06 – Tabelle 1 e 3				
Parametro	concentrazione		% di riduzione	
BOD_5	mgO_2/L	≤ 25	%	70-90
COD	mgO_2/L	≤ 125	%	75
SST	mgSST/L	≤ 35	%	90
Azoto ammoniacale	mgN/L	≤ 15	%	(-)
Fosforo totale	mgP/L	≤ 10	%	(-)
Azoto nitrico	$mgN\text{-}NO_3/L$	≤ 20	(-)	(-)
Azoto nitroso	$mgN\text{-}NO_2/L$	≤ 0,6	(-)	(-)

Comparto di rotostacciatura

L'eliminazione delle particelle più minute sarà affidata ad un rotostaccio con griglia rotante a tamburo con dimensioni di passaggio 2 mm che verrà posizionato a valle del sollevamento iniziale. È previsto un cassonetto per la raccolta e allontanamento del grigliato.

Il rotostaccio è costituito da una rete metallica avente dimensioni di passaggio dell'ordine dei 2 mm. Il tamburo rotante è percorso dall'acqua due volte. La prima volta dall'esterno verso l'interno, dove il materiale separato rimane all'esterno del cilindro per essere poi asportato dal coltello raschiatore. La seconda volta l'acqua attraversa il tamburo dall'interno verso l'esterno, riportando con sé eventuali particelle incastrate negli spazi delle barrette filtranti.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Per il comparto dei pretrattamenti, si considera un rendimento depurativo atteso del 30% in termini di abbattimento dei solidi sospesi. Cautelativamente si considerano nulli gli abbattimenti del carico organico e dell'azoto.

Sfioro a monte del biologico delle portate eccedenti la 2Qm

È stata determinata l'altezza di regolazione della paratoia di sfioro delle portate di bypass eccedente la 2 Qm in modo da sfiorare la 3 Qm.

Poiché le 2Qm vengono inviate al biologico, attraverso uno stramazzo laterale esistente, si verifica per quale altezza sullo stramazzo venga trattata la 2Qm. La quota superiore è l'altezza che deve avere lo sfioro per il bypass delle eccedenti 3 Qm.

Sfioro Q > 2Qm a monte del biologico Portate di progetto		
Parametro	U.M.	valore
Qm	mc/h	18,48
	L/s	5,13
2Qm	mc/h	36,95
	L/s	10,26
3Qm	mc/h	55,43
	L/s	15,40

Per determinare l'altezza di regolazione della paratoia di sfioro, è necessario individuare l'altezza d'acqua sopra lo sfioratore laterale che alimenta il biologico, per cui si abbia una portata pari a 10,26 L/s (2Qm). Il calcolo è stato svolto nell'ipotesi che il processo di sfioro avvenga ad energia specifica E costante della corrente, considerando un coefficiente di efflusso sulla soglia di sfioro μ pari a 0,48 e attraverso l'impiego della seguente relazione:

$$\Delta q = \mu \cdot \Delta x \cdot (h - c) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (h - c)}$$

dove

Δq: portata sfiorata in un tratto di lunghezza Δx (m^3/s);

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

μ: coefficiente di efflusso sulla soglia di sfioro (-);

h: altezza idrica rispetto al fondo (m);

c: altezza della soglia sfiorante rispetto al fondo (m);

g: accelerazione di gravità (m/s^2).

L'equazione è stata risolta variando iterativamente (h-c), sotto nominata "h sopra lo stramazzo", fino a far coincidere la portata Δq con la portata di progetto (2Qm).

I risultati ottenuti sono i seguenti:

Parametri di progetto e risultati dei calcoli		
Parametro	**U.d.m.**	**Valore**
μ	(-)	0,48
Δx	m	1,48
c	m	3,88
h sopra lo stramazzo	m	0,0220
	cm	2,20
h	m	3,902
g	m/s^2	9,81
Δq	m^3/s	10,27
q progetto	m^3/s	10,27

Per cui, per avviare verso lo scarico una portata circa pari a 15,40 L/s e avviare verso il trattamento biologico una portata circa pari a 10,27 L/s, è necessario posizionare la sommità della paratoia ad un'altezza pari a 3,90 m rispetto al fondo.

Comparto di denitrificazione

Le vasche previste per la denitrificazione (prima e seconda) hanno le seguenti caratteristiche dimensionali:

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Volumetrie a disposizione		
Parametro	U.M.	valore
Prima vasca		
Lunghezza	m	3,10
Larghezza	m	3,10
Altezza liquida	m	3,90
Volume	mc	38
Seconda vasca		
Lunghezza	m	4,15
Larghezza	m	3,10
Altezza liquida	m	3,90
Volume	mc	50
Volume totale disponibile		
Volume totale	mc	88

Si riporta il dettaglio della procedura di calcolo (con una temperatura di 20°C) e, successivamente, una tabella riassuntiva delle volumetrie richieste per 12°C e 20°C:

Denitrificazione (20°C)		
	U.M.	valore
TKN_0: in arrivo	mg/L	55,56
TKN_e: allo scarico	mg/L	15
NO_{3e}: allo scarico	mg/L	20
S_0: BOD_5 in arrivo	mg/L	277,78
S_e: BOD_5 allo scarico	mg/L	25
r: entità del ricircolo riferito alla Qm	(-)	1,00
Bb: BOD5 alimentato nell'unità di tempo	$kgBOD_5/d$	123,18
ΔN_{den}: quantità di nitrati che devono essere ridotti nell'unità di tempo	kgN/d	3,51
θ: fattore di correzione della temperatura	(-)	1,026
T	**°C**	**20**
(Xv)D: biomassa eterotrofa presente nel reattore di denitrificazione	kgSSV	5,00
(Cf)D: carico del fango riferito alla sola biomassa presente nel reattore di denitrificazione	kgBOD5/kgSSV d	24,64

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

(VD)T: velocità di denitrificazione	kgN/kgSSV d	0,768
iterazione 1:		
(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	24,64
(VD)T	kgN/kgSSV d	0,77
(Xv)D	kgSSV	4,57
iterazione 2:		
(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	26,95
(VD)T	kgN/kgSSV d	0,84
(Xv)D	kgSSV	4,19
iterazione 3		
(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	29,39
(VD)T	kgN/kgSSV d	0,91
(Xv)D	kgSSV	3,86
iterazione 4		
(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	31,95
(VD)T	kgN/kgSSV d	0,99
(Xv)D	kgSSV	3,56
iterazione 5		
(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	34,65
(VD)T	kgN/kgSSV d	1,07
(Xv)D	kgSSV	3,29
iterazione 6		
(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	37,49
(VD)T	kgN/kgSSV d	1,15
(Xv)D	kgSSV	3,04
iterazione 7		
(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	40,48
(VD)T	kgN/kgSSV d	1,24
(Xv)D	kgSSV	2,82
iterazione 8		
(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	43,63
(VD)T	kgN/kgSSV d	1,34
(Xv)D	kgSSV	2,62
iterazione 9		
(Cf)D	kgBOD5/kgSSV d	46,94
(VD)T	kgN/kgSSV d	1,44
(Xv)D	kgSSV	2,44
Volume disponibile	mc	87,65

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Concentrazione SSV in vasca	kgSSV/mc	0,03
rapporto di SSV rispetto ai SST	%	70
Concentrazione SST in vasca	kgSST/mc	0,04
Tempo di residenza	h	4,74

Effettuando una verifica inversa, è possibile individuare il volume minimo richiesto per ottenere in uscita una concentrazione di NO_3 pari a 20 mg/l:

Volume minimo richiesto - denitrificazione (20°C)		
Parametro	U.d.m.	Valore
Volume minimo richiesto	mc	12,00
Velocità di denitrificazione	$kgNO_3/kgSSV\ d$	1,437
Concentrazione SST in vasca	kgSST/mc	4,00
Concentrazione SSV in vasca	kgSSV/mc	2,80
Carico NO_3 ridotto	kgNO3/d	48,29
Entità ricircolo miscela aerata	(-)	1,00
Concentrazione NO3 ridotto	mg/L	36,30
NO3 out	mg/L	19,25

Risultati denitrificazione (12 °C e 20°C)		
Parametro	U.d.m.	Valore
Volume disponibile attualmente	mc	87,65
Concentrazione SST in vasca a 12 °C	kgSST/mc	4,80
Volume minimo richiesto a 12°C	mc	85,50
Concentrazione SST in vasca a 20 °C	kgSST/mc	4,00
Volume minimo richiesto a 20°C	mc	12,00

Effettuando le verifiche, considerando le temperature di progetto massima (20°C) e minima (12°C), il comparto risulta verificato per volumi pari a 12 mc e 86 mc rispettivamente; in linea con quanto disponibile in progetto.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Comparto di rimozione della frazione organica biodegradabile (BOD_5) e di nitrificazione

Le vasche impiegate hanno le seguenti dimensioni:

Volumetrie a disposizione		
Parametro	U.M.	valore
Terza vasca		
Lunghezza	m	6,75
Larghezza	m	3,10
Altezza liquida	m	3,90
Volume totale	mc	81,61
Chiarificazione		
Lunghezza	m	6,75
Larghezza	m	3,00
Altezza liquida	m	3,90
Volume totale	mc	78,98
Nuova vasca		
Lunghezza	m	5,50
Larghezza	m	5,00
Altezza liquida	m	3,90
Volume totale	mc	107,25
Vtot disponibile	mc	267,83

Imponendo una concentrazione di 4kgSS/mc ed una temperatura di 20°C, è stato individuato il volume richiesto, dal quale, sottraendo il volume disponibile, si è ricavata la volumetria della nuova vasca.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Comparto di rimozione della frazione organica biodegradabile BOD_5 (4kgSS/mc – 20°C)		
Parametro	U.M.	valore
Caratteristiche operative		
Ca: concentrazione di fango in vasca	**kgSS/mc**	**4,00**
SSV/SS: hp rapporto SSV/SS	(-)	0,70
kp: coeff. Di sicurezza per le punte di carico	(-)	1,80
contenuto di solidi sospesi, dato dai fiocchi di fango attivo sfuggiti alla sedimentazione, che contribuiscono al valore di BOD finale	mg BOD/mg SST	0,40
Se: concentrazione BOD5 disciolto in uscita	mg/L	11,00
T di esercizio	**°C**	**20**
v20: velocità di ossidazione a 20°C	kg BOD5/kgSSV d	4,00
ks: costante di semisaturazione relativa al BOD5	mg BOD5/L	50,00
θ: fattore di correzione per la temperatura	(-)	1,04
Xssv: biomassa richiesta dal sistema	kgSSV	404,03
Xss	kgSS	577,18
V: Volume richiesto dal sistema	**mc**	**144,00**
Cf: fattore di carico organico del fango atteso teorico	kgBOD5/kgSSV d	0,21
Cv: fattore di carico volumetrico atteso teorico	kgBOD5/mc d	0,85

Bilancio comparto biologico - rimozione della frazione organica biodegradabile BOD_5 (4 kgSS/mc – 20°C)		
Parametro	U.M.	Valore
TKN0: concentrazione di TKN in ingresso	mgTKN/L	55,56
S0: concentrazione di BOD_5 in ingresso	mgBOD_5/L	277,78
Se: concentrazione di BOD_5 in uscita	mgBOD_5/L	11,00
Frazione di azoto usata nella sintesi batterica come % di BOD_5 rimosso	%	5,00
Concentrazione di TKN usata nella sintesi batterica	mgTKN/L	13,34
TKNe: concentrazione di TKN in uscita	mgTKN/L	42,22

Comparto di rimozione dei composti azotati NITRIFICAZIONE (4kgSS/mc – 20°C)		
Parametro	U.M.	valore
YN: tasso di crescita cellulare	kgSSV/kgTKN	0,18
(VN)20: velocità massima di rimozione del substrato (nitrificazione) a 20°C in assenza di azioni limitanti e in condizioni ottimali di pH	kgTKN/kgSSV d	5,00
kNT: costante di semisaturazione relativa al TKN	mgTKN/L	1,00

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

OD: conc. Di ossigeno disciolto (di solito compreso tra 1,5 e 3,5)	mgO2/L	2,00
ko: costante di semisaturazione relativa all'O2 disciolto	mgO2/L	1,00
θ: coefficiente correttivo relativa alla T (se T diversa da 20°C)	(-)	1,07
T di esercizio	**°C**	**20,00**
(VN)T: velocità di nitrificazione nelle reali condizioni operative, definite dalla T, dalla conc. dell'O2 disciolto e di TKN nella vasca e dal valore di pH	kgTKN/kgSSV d	3,13
(μN)T: velocità di crescita teorica dei batteri nitrificanti	1/d	0,56
(kd)N: velocità di scomparsa batterica	kgSSV/kgSSV d	0,05
θkd: coefficiente correttivo relativa alla T (se T diversa da 20°C)	(-)	1,05
(kd)NT	1/d	0,05
SRT	d	1,95
FS	(-)	1,80
SRTcalc	d	3,51
(VN)Tcalc	kgTKN/kgSS d	1,86
(Xv)N: biomassa nitrificante	kgSSV	6,50
YE: tasso di crescita cellulare	kgSSV/kgBOD5	0,80
f: frazione di biomassa nitrificante su quella totale	(-)	0,022
Xv: biomassa complessiva nei reattori biologici da destinare alla nitrificazione	kgSSV	289,24
Verifica del carico del fango e volumetrico		
Cf applicato al sistema	kgBOD5/kgSSV d	0,43
Cf riferito alla biomassa in termini di SS	kgBOD5/kgSS d	0,30
concentrazione fango attivo in vasca	**kgSSV/mc**	**4,00**
Cv	kgBOD5/mc d	1,19
Volume teorico di nitrificazione	**mc**	**103,30**

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Dimensionamento nuova vasca di ossidazione		
Parametro	U.M.	valore
V richiesto rimozione BOD_5	mc	144,29
V richiesto nitrificazione	mc	103,30
V totale richiesto	mc	247,59
V totale disponibile	**mc**	**160,58**
Volume minimo nuova vasca	mc	87,01
Dimensioni nuova vasca:		
lunghezza	m	5,50
larghezza	m	5,00
altezza liquida	m	3,90
Volume utile nuova vasca	**mc**	**107,25**
Volume totale effettivo a servizio del comparto	**mc**	**160,58+107,25= 267,83**

Il volume totale effettivo risulta maggiore di quello totale richiesto, perciò la concentrazione minima richiesta a 20°C sarà minore di 4kgSS/mc; nello specifico è pari a 3,7 kgSS/mc.

Individuato il volume e le dimensioni della nuova vasca, è stato verificato il funzionamento del comparto in condizioni di temperatura minima (12°C).

Ben sapendo che, al diminuire della temperatura la concentrazione richiesta in vasca (a parità di volume) è maggiore, si è partiti dalla concentrazione prima imposta (4 kgSS/mc) e si è proceduto ad aumentarla fino a far coincidere il volume richiesto con quello a servizio del comparto (267,83 mc).

Si considera un buon funzionamento se ad una temperatura di 12°C è sufficiente una concentrazione minore o uguale a 5 kgSS/mc.

La concentrazione individuata a 12°C è pari a 4,8 kgSS/mc:

Verifica comparto di ossidazione a 12°C		
Parametro	U.M.	valore
Concentrazione di fango in vasca	kgSS/mc	4,77
V richiesto rimozione BOD_5	mc	120,81
V richiesto nitrificazione	mc	147,02
V totale richiesto	**mc**	**267,83**
V totale disponibile	**mc**	**267,83**

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Da questi risultati si può osservare che nel caso di condizioni peggiorative, e cioè di temperature minime, le volumetrie considerate sono sufficienti per garantire un buon funzionamento.

Sedimentazione secondaria

Si prevede la realizzazione di un sistema di sedimentazione secondaria tradizionale a pianta circolare.

Le dimensioni utili ed i parametri di progetto del comparto in oggetto sono:

Sedimentazione secondaria a pianta circolare		
Parametro	U.M.	Valore
Diametro	m	9,00
Superficie (S)	mq	63,62
Profondità periferia	m	3,30
Profondità centrale	m	3,60
Volume (V)	mc	216
Portata media di progetto (Qm)	mc/h	18,48
Portata massima in arrivo dal trattamento biologico (2Qm)	mc/h	36,95

Per le verifiche relative al carico idraulico superficiale (C_{is}) ed al tempo di ritenzione (t_{rit}), vengono ritenuti ottimali i seguenti valori:

Qm		
C_{is}	m/h	≤ 0,2 - 0,5
t_{rit}	h	≥ 3 - 4
Qmax		
C_{is}	m/h	≤ 2 - 2,5
t_{rit}	min	≥ 40 - 50

dove:

- carico idraulico superficiale:

$$C_{is} = \frac{Q}{S}$$

- tempo di ritenzione:

$$t_{rit} = \frac{V}{Q}$$

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

I risultati ottenuti dalle verifiche effettuate sono riportati in seguito. Il dimensionamento è stato effettuato considerando la portata media di progetto (Qm) e la portata massima in arrivo dal trattamento biologico (2Qm).

Q_m		
$Q = Q_m$	mc/h	18,48
C_{is}	m/h	0,29
t_{rit}	h	11,71
	min	702
$2Q_m$		
$Q = 2Q_m$	mc/h	36,95
C_{is}	m/h	0,58
t_{rit}	h	5,85
	min	351

Si conclude che il dimensionamento del sedimentatore in oggetto risulta adeguato.

In adiacenza alla vasca di sedimentazione, sarà installata una sezione di sollevamento per l'estrazione dei fanghi di ricircolo e supero.

Disinfezione

Si riporta in seguito la verifica effettuata del tempo di contatto all'interno della vasca di disinfezione rispetto alla portata media di tempo secco di progetto. La verifica risulta soddisfatta se il tempo di residenza è uguale o maggiore di 15 minuti.

Il manufatto è composto da un primo tratto di larghezza 65 cm e lunghezza 3,95 m; al fondo del quale è presente uno stramazzo dotato di misuratore di livello. Segue un secondo tratto di larghezza 55 cm e lunghezza 5 m circa. Il livello di sfioro nel primo tratto (misurazione della portata) sarà di 45 cm e nel secondo tratto sarà di 70 cm (verso lo scarico).

Disinfezione		
Parametro	U.M.	valore
Qm	mc/h	18,48
Primo tratto (monte misuratore)		
Lunghezza	m	3,95
Larghezza	m	0,65

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Profondità	m	0,45
Volume	mc	1,16
Secondo tratto (valle misuratore)		
Lunghezza	m	5,30
Larghezza	m	0,55
Profondità	m	0,70
Volume	mc	2,04
Vtot disponibile	mc	3,20
tempo di contatto Qm	min	10,38

Per innalzare il tempo di contatto, è stato previsto un manufatto aggiuntivo di dimensioni 1,5 x 1,5 x 2,0 m:

Disinfezione		
Parametro	U.M.	valore
Qm	mc/h	18,48
Primo tratto (monte misuratore)		
Volume	mc	1,16
Secondo tratto (valle misuratore)		
Volume	mc	2,04
Nuovo manufatto (intermedio)		
Lunghezza	m	1,50
Larghezza	m	1,50
Profondità	m	2,00
Volume	mc	4,50
Vtot disponibile	mc	7,70
tempo di contatto Qm	min	24,99

Con il nuovo manufatto, il tempo di ritenzione risulta adeguato rispetto alla portata media di tempo secco di progetto.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Si può quindi concludere che, così com'è stata ridimensionata e con i carichi di progetto considerati (relativi ad una potenzialità di 2053Aeq), la linea acque è adatta a soddisfare i requisiti di qualità imposte dalla normativa.

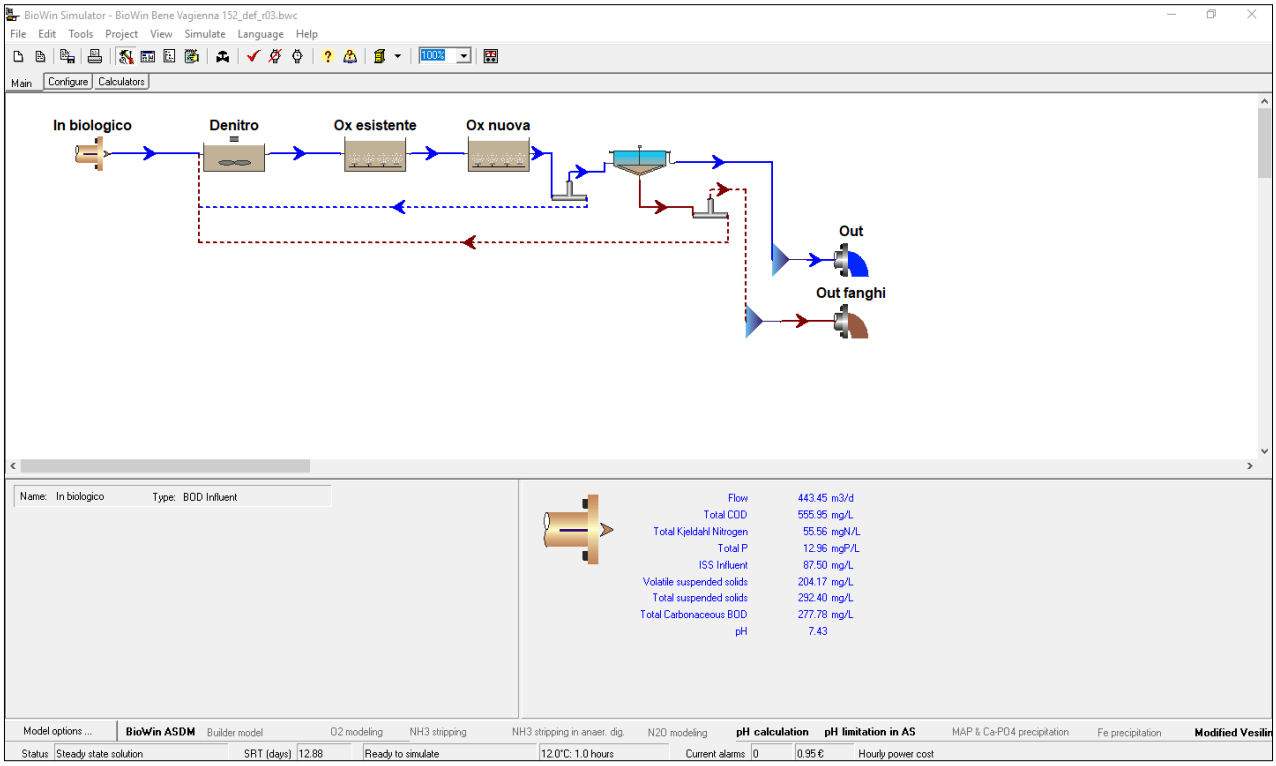
Verifica del comparto di trattamento biologico attraverso l'impiego del software BioWin®

A seguito del dimensionamento dell'impianto effettuato nei paragrafi precedenti, è stato modellizzato l'impianto ed è stato verificato il funzionamento con il software BioWin®, un simulatore di processo per gli impianti di trattamento delle acque reflue che combina mediante modelli biologici, chimici e fisici i processi che avvengono all'interno di un impianto di trattamento. Il modello di calcolo si basa su una base tecnico scientifica robusta e testata su centinaia di diverse configurazioni reali di impianto, comprendente, oltre ai processi biologici, anche quelli chimici con il calcolo del pH, del trasferimento dell'ossigeno e di altre interazioni gas-liquido. Le verifiche sono state eseguite considerando una temperatura del refluo pari a 12°C ed i limiti di normativa riportati nelle tabelle 1 e 3 del D.Lgs 152/06.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

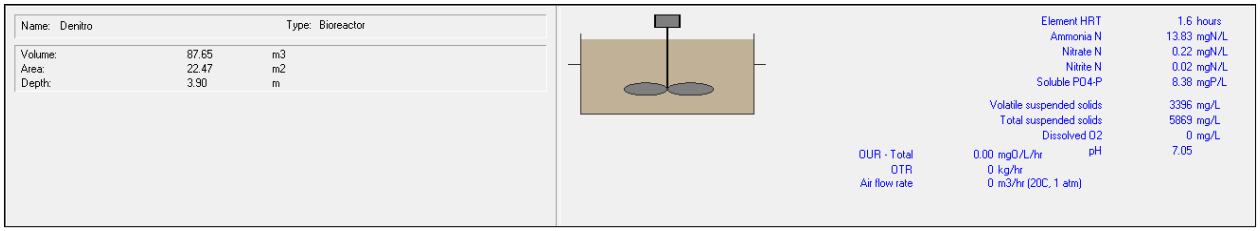
Modello e risultati ottenuti



Configurazione delle vasche di trattamento biologico

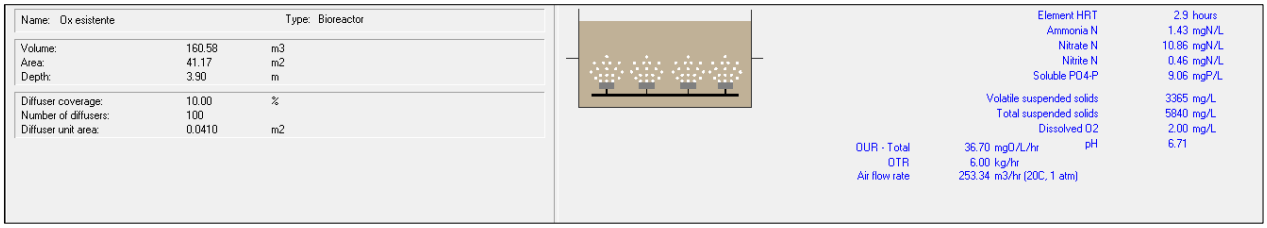
Dati fisici

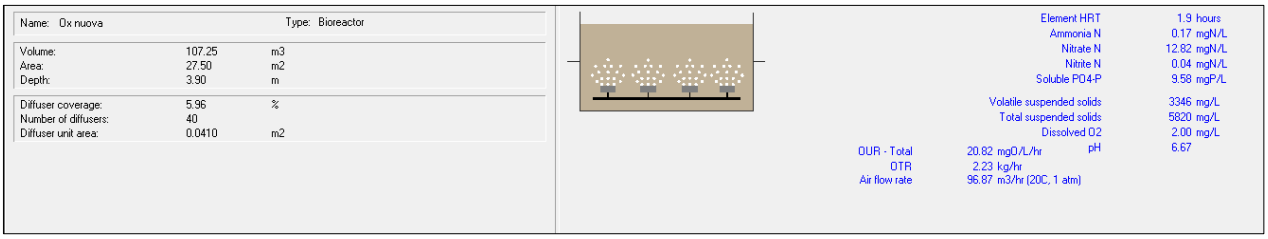
Element name	Volume [m3]	Area [m2]	Depth [m]	# of diffusers [-]
Denitro	87,6500	22,4744	3,900	Un-aerated
Ox esistente	160,5800	41,1744	3,900	100
Ox nuova	107,2500	27,5000	3,900	40



SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK





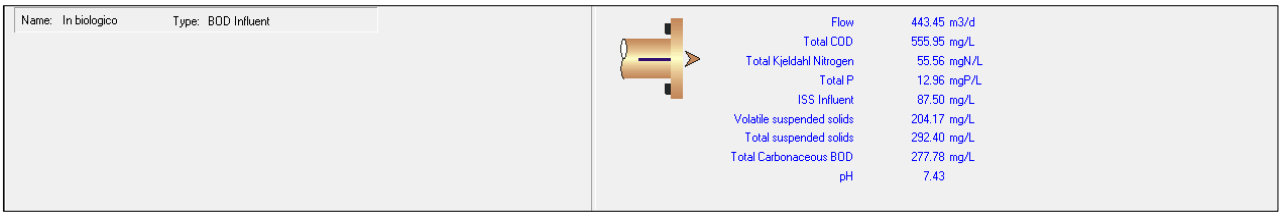
Dati medi di conduzione

Element name	Average DO Setpoint [mg/L]
Denitro	0
Ox esistente	2,0
Ox nuova	2,0

Configurazione degli elementi di ingresso (BOD Influent units)

Dati operativi medi

Element name	In biologico
Flow	443,45
Total Carbonaceous BOD mgBOD/L	277,78
Volatile suspended solids mg/L	204,17
Total suspended solids mg/L	291,67
Total Kjeldahl Nitrogen mgN/L	55,56
Total P mgP/L	12,96
Nitrate N mgN/L	0



SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Configurazione del sedimentatore II (Model clarifier units)

Dati fisici

Element name	Area [m2]	Depth [m]
Sed II Linea 1	63,6200	3,5000

Tabelle

Concentrazioni

Elements	Total Carbonaceous BOD [mg/L]	Total COD [mg/L]	Volatile suspended solids [mg/L]	Total Kjeldahl Nitrogen [mgN/L]	Nitrite + Nitrate [mgN/L]
In biologico	277.78	555.95	204.17	55.56	0
Denitro	1096.67	5089.82	3395.70	297.02	0.24
Ox esistente	1063.35	5033.07	3365.20	284.74	11.32
Sed II Linea 1	1.33	31.38	1.61	2.00	12.86
Sed II Linea 1 (U)	2065.61	9875.85	6625.69	557.86	12.86
Out	1.33	31.38	1.61	2.00	12.86

Masse

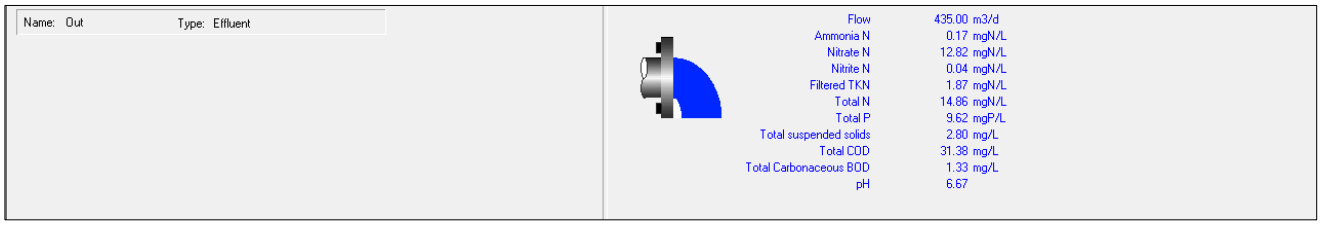
Elements	Total Carbonaceous BOD [kg /d]	Total COD [kg /d]	Volatile suspended solids [kg /d]	Total Kjeldahl Nitrogen [kg N/d]	Nitrite + Nitrate [kg N/d]
In biologico	123.18	246.54	90.54	24.64	0
Denitro	1449.68	6728.24	4488.77	392.63	0.32
Ox esistente	1405.64	6653.21	4448.46	376.40	14.97
Sed II Linea 1	0.58	13.65	0.70	0.87	5.59
Sed II Linea 1 (U)	916.00	4379.45	2938.16	247.38	5.70
Out	0.58	13.65	0.70	0.87	5.59

Caratteristiche dell'effluente

Out		
Parameters	Conc. [mg/L]	Mass rate [kg/d]
Volatile suspended solids	1.61	0.70
Total suspended solids	2.80	1.22
Particulate COD	2.39	1.04
Filtered COD	28.99	12.61
Total COD	31.38	13.65
Soluble PO4-P	9.58	4.17
Total P	9.62	4.18
Filtered TKN	1.87	0.81
Particulate TKN	0.13	0.06
Total Kjeldahl Nitrogen	2.00	0.87
Filtered Carbonaceous BOD	0.83	0.36
Total Carbonaceous BOD	1.33	0.58
Nitrite + Nitrate	12.86	5.59
Total N	14.86	6.46
Total inorganic N	13.02	5.67
Nitrate N	12.82	5.58

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK



La portata di ricircolo del fango richiesta è pari a 435 mc/d.

Attraverso la modellazione del processo su BioWin® si conferma l'adeguatezza dei manufatti dimensionati al rispetto delle tabelle 1 e 3 del D.Lgs 152/06.

Verifiche del processo in base a quanto rilevato in situ

In seguito alla verifica del comparto di trattamento biologico su base teorica, è stata effettuata una nuova verifica biologico-idraulica del processo rapportando i parametri qualitativi assunti nei calcoli precedenti alla portata media di tempo secco reale fornita dal Gestore (8,3 l/s fermi restando gli abitanti equivalenti) in considerazione delle numerose acque bianche presenti nella rete fognaria.

Parametri di progetto

I parametri di verifica sono i seguenti:

Apporti civili di progetto		
Parametro	U.M.	valore
Potenzialità		
Abitanti equivalenti	Aeq	2053
Apporto idraulico		
Coefficiente di afflusso	(-)	0,80
Dotazione idrica	L/Aeq d	240,00
Tipo di fognatura nera/mista	(N/M)	M
Coefficiente di infiltrazione	%	45,00

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Portata media giornaliera Qm	m³/d	717,13
	m³/h	29,88
Coeff. Q massima ingresso impianto	(-)	5,00
Portata massima ai pretrattamenti	m³/h	149,40
Coeff. di portata di ingresso al biologico	(-)	2,00
Portata massima al trattamento biologico	m³/h	59,76
Coeff. di portata bypass biologico	(-)	3,00
Portata sfiorata a monte del trattamento biologico	m³/h	89,64
Carichi e concentrazioni		
Apporto unitario di carico organico BOD5	g/Aeq d	60,00
Carico organico totale BOD5	kg/d	123,18
Concentrazione BOD5	mg/L	171,77
Apporto unitario di COD	g/Aeq d	150,00
Carico totale COD	kg/d	307,95
Concentrazione COD	mg/L	429,42
Apporto unitario di SST	g/Aeq d	90,00
Carico totale SST	kg/d	184,77
Concentrazione SST	mg/L	257,65
Apporto unitario di TKN (NH3-N)	g/Aeq d	12,00
Carico totale TKN (NH3-N)	kg/d	24,64
Concentrazione TKN (NH3-N)	mg/L	34,35
Apporto unitario di P	g/Aeq d	2,80
Carico totale P	kg/d	5,75
Concentrazione P	mg/L	8,02
Temperature		
T massima liquami	°C	20
T minima liquami	°C	12

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

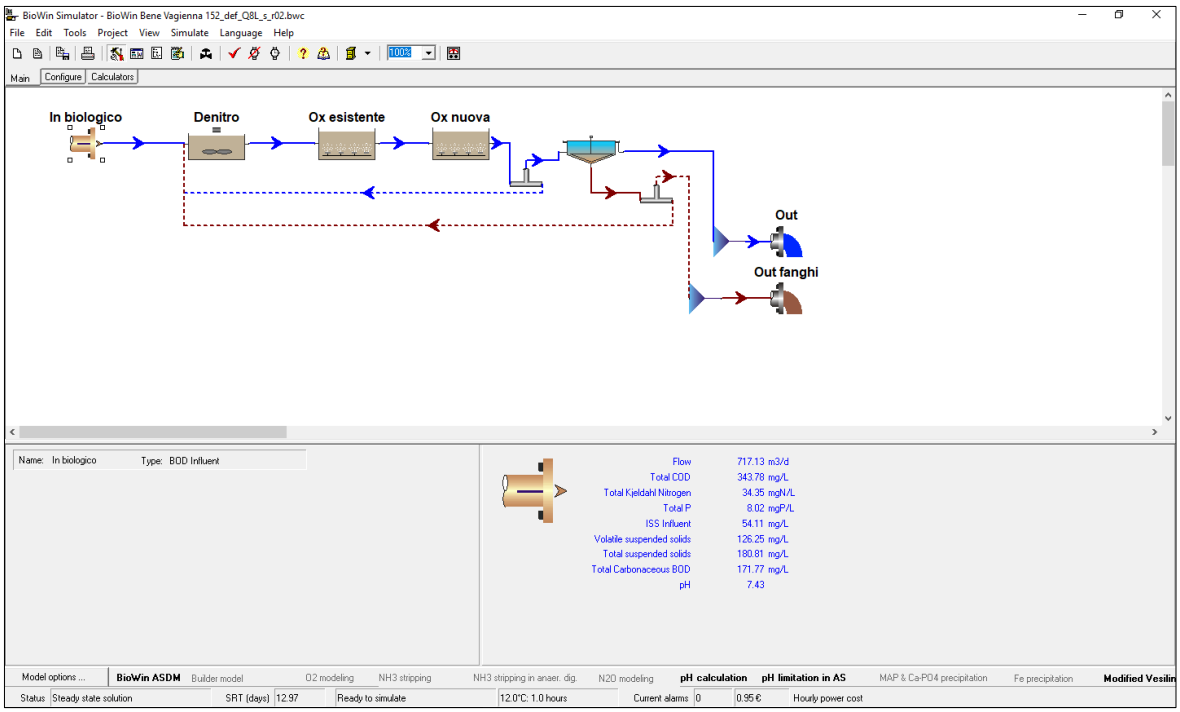
PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Volumetrie a disposizione in progetto in seguito all'innalzamento dei muri perimetrali e alla costruzione della nuova vasca		
Trattamento biologico		
Prima vasca (denitrificazione)	mc	38
Seconda vasca (denitrificazione)	mc	50
Terza vasca (ossidazione)	mc	82
Quarta vasca (ossidazione)	mc	80
Quinta vasca (ossidazione)	mc	80

Per il comparto dei pretrattamenti, si considera un rendimento depurativo atteso del 30% in termini di abbattimento dei solidi sospesi. Cautelativamente si considerano nulli gli abbattimenti del carico organico e dell'azoto.

Verifica del comparto di trattamento biologico attraverso l'impiego del software BioWin®

Si riporta il Modello BioWin ed i risultati ottenuti per una temperatura di 12°C:



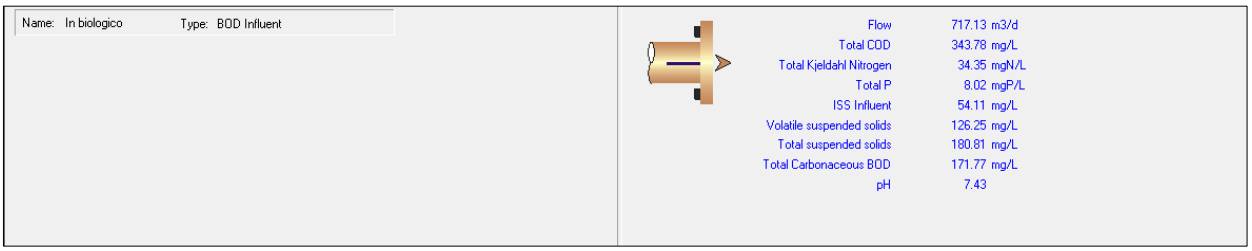
SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Configurazione degli elementi di ingresso (BOD Influent units)

Dati operativi medi

Element name	In biologico
Flow	717.13
Total Carbonaceous BOD mgBOD/L	171.77
Volatile suspended solids mg/L	126.25
Total suspended solids mg/L	180.36
Total Kjeldahl Nitrogen mgN/L	34.35
Total P mgP/L	8.02
Nitrate N mgN/L	0



Tabelle

Concentrazioni

Elements	Total Carbonaceous BOD [mg/L]	Total COD [mg/L]	Volatile suspended solids [mg/L]	Total Kjeldahl Nitrogen [mgN/L]	Nitrite + Nitrate [mgN/L]
In biologico	171.77	343.78	126.25	34.35	0
Denitro	1085.99	4928.37	3297.09	286.51	0.10
Ox esistente	1059.95	4883.75	3273.74	277.28	8.40
Sed II Linea 1	1.80	22.75	2.90	1.71	9.66
Sed II Linea 1 (U)	1781.09	8277.04	5559.99	469.16	9.66
Out	1.80	22.75	2.90	1.71	9.66

Masse

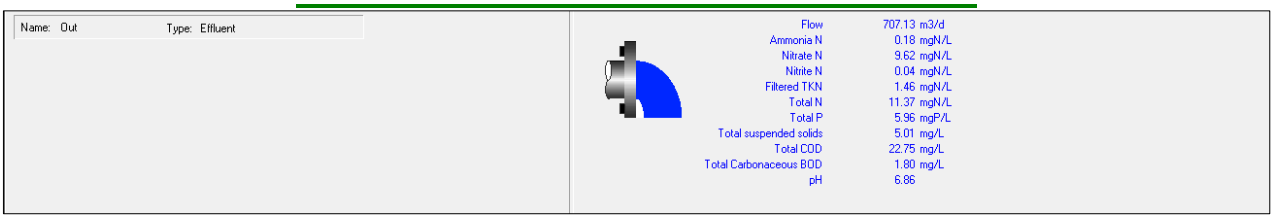
Elements	Total Carbonaceous BOD [kg /d]	Total COD [kg /d]	Volatile suspended solids [kg /d]	Total Kjeldahl Nitrogen [kg N/d]	Nitrite + Nitrate [kg N/d]
In biologico	123.18	246.54	90.54	24.63	0
Denitro	1853.93	8413.38	5628.56	489.11	0.18
Ox esistente	1809.47	8337.20	5588.71	473.36	14.34
Sed II Linea 1	1.27	16.09	2.05	1.21	6.83
Sed II Linea 1 (U)	1781.09	8277.04	5559.99	469.16	9.66
Out	1.27	16.09	2.05	1.21	6.83

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Caratteristiche dell'effluente

Out		
Parameters	Conc. [mg/L]	Mass rate [kg/d]
Volatile suspended solids	2.90	2.05
Total suspended solids	5.01	3.54
Particulate COD	4.30	3.04
Filtered COD	18.45	13.05
Total COD	22.75	16.09
Soluble PO4-P	5.88	4.16
Total P	5.96	4.21
Filtered TKN	1.46	1.03
Particulate TKN	0.24	0.17
Total Kjeldahl Nitrogen	1.71	1.21
Filtered Carbonaceous BOD	0.87	0.62
Total Carbonaceous BOD	1.80	1.27
Nitrite + Nitrate	9.66	6.83
Total N	11.37	8.04
Total inorganic N	9.84	6.96
Nitrate N	9.62	6.80



La portata di ricircolo del fango richiesta è pari a 990 mc/d.

Attraverso la modellazione del processo su BioWin® si conferma l'adeguatezza dei manufatti dimensionati al rispetto delle tabelle 1 e 3 del D.Lgs 152/06.

Sedimentazione secondaria

Sono state ricondotte le verifiche del nuovo sedimentatore secondario considerando le nuove portate:

Sedimentazione secondaria a pianta circolare		
Parametri di progetto		
Parametro	U.M.	Valore
Diametro	m	9,00
Superficie (S)	mq	63,62
Profondità periferia	m	3,30
Profondità centrale	m	3,60
Volume (V)	mc	216
Portata media di progetto (Qm)	mc/h	18,48
Portata massima in arrivo dal trattamento biologico (2Qm)	mc/h	59,76

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Parametri di verifica		
Qm		
C_{is}	m/h	≤ 0,2 - 0,5
t_{rit}	h	≥ 3 - 4
Qmax		
C_{is}	m/h	≤ 2 - 2,5
t_{rit}	min	≥ 40 - 50
Risultati ottenuti		
Q_m		
$Q = Q_m$	mc/h	18,48
C_{is}	m/h	0,29
t_{rit}	h	11,71
	min	702
$2Q_m$		
$Q = 2Q_m$	mc/h	36,95
C_{is}	m/h	0,58
t_{rit}	h	5,85
	min	351

Si conclude che il dimensionamento del sedimentatore in oggetto risulta adeguato anche secondo le nuove portate.

Disinfezione

Si riporta in seguito la verifica effettuata del tempo di contatto all'interno della vasca di disinfezione rispetto alla portata media di tempo secco (8,3 L/s). Analogamente, la verifica risulta soddisfatta se il tempo di residenza è uguale o maggiore di 15 minuti.

Disinfezione		
Parametro	U.M.	valore
Qm	L/s	8,3
	mc/h	29,88
Vtot disponibile	mc	7,70
tempo di contatto Qm	min	15,45

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Il tempo di ritenzione risulta adeguato rispetto alla portata media 8,3 L/s.

Conclusioni

Le analisi e verifiche sul campo condotte dal Gestore, hanno evidenziato un refluo affluente più diluito (in quanto presenti infiltrazioni importanti lungo la rete fognaria), il che ha richiesto nuove considerazioni riguardo ai parametri iniziali e ulteriori accertamenti sul corretto funzionamento della linea acque così come concepita. Effettuate le verifiche del caso, si conclude che:

- idraulicamente il processo è verificato anche rispetto alle nuove portate (configurazione Qm = 8,3 L/s): nello specifico, in termini di carico idraulico superficiale e tempo di residenza nel sedimentatore secondario;
- biologicamente le volumetrie risultano verificate anche rispetto ai nuovi carichi diluiti (configurazione Qm = 8,3 L/s): la diluizione comporta minori concentrazioni, il che richiederà maggiori ricircoli di fango dal nuovo sedimentatore secondario.

COLLEGAMENTI IDRAULICI

Verifiche dei collegamenti idraulici con funzionamento in pressione

Il calcolo delle perdite di carico è stato effettuato mediante la formula di Colebrook-White di seguito riportata:

$$Q = -\frac{\pi D^2}{2} \cdot \sqrt{2gDi} \cdot \log\left(\frac{2{,}51\nu}{D\sqrt{2gDi}} + \frac{\varepsilon / D}{3{,}71}\right)$$

dove

i: pendenza motrice;

ν: viscosità del liquido;

ε: scabrezza assoluta della tubazione (qui assunta pari a 1,0 mm).

Le perdite di carico concentrate sono state valutate secondo la consueta relazione:

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

$$\Delta H_c = \xi \cdot \frac{U^2}{2g}$$

dove

U: velocità media della corrente;

ξ: coefficiente che assume differenti valori in funzione della singolarità idraulica in esame.

Sono stati così ricavati i seguenti risultati:

Collegamenti idraulici con funzionamento in pressione							
Codice	Di	Materiale	L	Q	V	ε	ΔHtot
	mm	(-)	m	mc/h	m/s	mm	cm
LA01-00	90,0	Acciaio DN100 PEAD DE110 PN16	2,0	92,39	4,04	1	293,43
LA02-00	409,2	PEAD DE500 PN16	12,0	36,95	0,08	1	0,11
LA03-00	130,8	Acciaio DN150 PEAD DE160 PN16	50,0	36,95	0,76	1	51,51
LA03-01	130,8	Acciaio DN150 PEAD DE160 PN16					
LA03-02	130,8	Acciaio DN150 PEAD DE160 PN16					
LA04-00	257,8	Acciaio DN300 PEAD DE315 PN16	28,0	92,39	0,49	1	6,81
LA05-00	257,8	Acciaio DN300 PEAD DE315 PN16	15,0	92,39	0,49	1	5,26
LF01-00	184,0	PEAD DE 225 PN16	5,0	36,95	0,39	1	1,95
LF01-01	90,0	Acciaio DN100 PEAD DE 110 PN16	15,0	36,95	1,61	1	117,60
LF01-02	90,0	Acciaio DN100 PEAD DE 110 PN16	10,0	36,95	1,61	1	85,04

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

LF01-03	90,0	Acciaio DN100 PEAD DE 110 PN16	7,0	18,48	0,81	1	17,03
LF02-00	90,0	Acciaio DN100 PEAD DE 110 PN16	50,0	18,48	0,81	1	80,32

Nella maggior parte dei tratti, le perdite di carico risultano contenute e notevolmente minori rispetto ai dislivelli geodetici tra i relativi punti di partenza e arrivo. I tratti in cui si evidenziano notevoli perdite di carico, invece, corrispondono a quelli in cui è già previsto un sollevamento a monte (sollevamenti: iniziale, miscela aerata, surnatanti e fanghi di supero e ricircolo) per cui si è tenuto conto di questa quota in sede di dimensionamento e verifica delle apparecchiature (in termini di prevalenza).

Verifiche dei collegamenti idraulici con funzionamento a superficie libera

Venendo ora alla verifica idraulica dei tratti con funzionamento a superficie libera, è stata allo scopo utilizzata la formula di Chèzy per correnti in moto uniforme:

$$Q = A \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

Q= portata defluente [m^3/s];

A= area della sezione liquida [m^2];

$\chi = cR^{1/6}$;

i = pendenza del fondo [m/m];

con

c = coefficiente di scabrezza di Strickler [$m^{1/3}s^{-1}$];

R= raggio idraulico (area della sezione liquida/contorno bagnato) [m].

Per questi tratti, il coefficiente di scabrezza di Strickler è stato assunto pari a 80 $m^{1/3}s^{-1}$.

Sulla base dei suddetti dati e a mezzo della relazione sopra riportata, sono stati ricavati i valori dell'altezza d'acqua, del grado di riempimento e della velocità. Inoltre, è stata condotta una verifica sulla base dei numeri di Froude e Vedernikov.

Il numero di *Froude* (F_r) è dato da:

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

$$F_r = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h_m}}$$

dove V e h_m rappresentano velocità media ed altezza media della corrente.

Per le canalizzazioni fognarie si può assumere che il limite di stabilità corrisponda ad un numero di Froude pari a tre.

Quando si è in presenza di canali a pendenza molto forte può capitare che la corrente non riesca a dissipare tutta l'energia potenziale fornita dall'abbassamento del fondo. In questi casi, definiti correnti rapide, il moto della corrente assume un aspetto irregolare caratterizzato dalla formazione spontanea di treni di onde frangenti, le "roll waves". Queste dissipano energia con vortici ad asse orizzontale, interessando il canale per un'altezza maggiore di quella di moto uniforme. La condizione limite di stabilità del moto uniforme può essere espressa mediante il numero di *Vedernikov (V_e)*, che deve risultare minore dell'unità:

$$V_e = n \cdot g_v \cdot F_r$$

dove

n=2/3 esponente del raggio idraulico nella formula del moto uniforme;

g_v=0,5 parametro di forma per sezioni semicircolari;

F_r= numero di Froude.

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente:

Collegamenti idraulici con funzionamento a gravità									
Codice	Materiale	Q	Di	Pendenza	Altezza d'acqua	Grado di riempimento	V	Fr	Ve
	(-)	mc/h	cm	%	cm	%	m/s	(-)	(-)
LA01-01	Acciaio DN200	92,39	21,01	2,0	10,09	48,00	1,56	1,57	0,52
LA01-02	Acciaio DN200	92,39	21,01	2,0	10,09	48,00	1,56	1,57	0,52

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Nel dimensionamento di condotte circolari chiuse di diametro minore o uguale a 40cm, è buona pratica costruttiva che il franco (tra pelo libero e generatrice superiore della sezione), con le portate di progetto, sia maggiore o uguale al 50% dell'altezza dello speco per questioni di sicurezza e per l'alimentazione d'aria della corrente. Nei tratti soggetti a verifica, detta condizione viene soddisfatta. Considerando, invece, che la velocità della corrente nelle canalizzazioni fognarie non deve essere maggiore di 5m/s, rispetto alle portate massime, per evitare problemi di abrasione delle superfici interne, si nota che tali condizioni sono soddisfatte nella totalità dei tratti di condotta.

Per quanto riguarda i numeri di Froude e di Vedernikov, si conclude che le verifiche hanno avuto esito positivo.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2004 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT245261, N° IT250310/UK E IT276027/UK