REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI CUNEO

COMUNE DI SAN MICHELE MONDOVÌ

RISTRUTTURAZIONE DEL DEPURATORE DI SAN MICHELE MONDOVÌ - LOCALITÀ ROCCHINI

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

DESCRIZIONE

RELAZIONE BIOLOGICA-IDRAULICA

DATA 25/01/2019	**SCALA** /				**ALLEGATO**
COMMESSA 2018_017	livello PD	categoria RS	tipologia TXT	revisione 00	**2.2**

00	25/01/2019	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 4
Verifiche del processo in base ai parametri assunti in progetto 6
Valutazione della qualità del refluo in arrivo all'impianto nell'arco degli anni 2017 e 2018 24
Verifica del comparto di trattamento biologico attraverso l'impiego del software BioWin® 25
COLLEGAMENTI IDRAULICI 29
Verifiche dei collegamenti idraulici con funzionamento in pressione 30
Verifiche dei collegamenti idraulici con funzionamento a superficie libera 31

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 15 marzo 2018, che formulasse una soluzione alternativa a quella formulata nel progetto definitivo *"Ristrutturazione del depuratore di San Michele Mondovì – Loc. Rocchini"* redatto dal dott. Ing. Andrea Borsarelli, che utilizzasse 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 "*Ristrutturazione del depuratore di San Michele Mondovì – Loc. Rocchini*".
In sede di redazione del presente progetto Definitivo, successivamente ad un ulteriore confronto con il Committente, sono stati rivisti ed integrati gli interventi in progetto rispetto a quanto previsto nella Relazione Tecnica del 15 marzo 2018 e sono state ricondotte le verifiche biologico-idrauliche.

Il presente elaborato contiene le verifiche biologiche 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:

- Legge Regionale 26 marzo 1990, n.13 "Disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli scarichi civili" e s.m.i.
- 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 è caratterizzato da una potenzialità di progetto pari a 1800 a.e. ed è conformato e funzionante con i seguenti comparti:

Linea acque

- arrivo fognatura mista;
- dissabbiatura con sfioro $Q > 5Q_m$;
- by-pass dissabbiatura;
- grigliatura grossolana;
- sollevamento in vasca interrata con sfioro $Q > 5Q_m$;
- sedimentazione primaria;
- clorazione di emergenza;
- pozzetto di controllo;
- misuratore di portata Venturi (attualmente fuori funzione);
- scarico nel Torrente Corsaglia.

Linea fanghi

- ispessimento dei fanghi di supero;

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

- letti di essicamento (attualmente inutilizzati).

Nell'impianto sono presenti anche delle vasche inizialmente adibite al trattamento biologico a fanghi attivi. Attualmente, però, sono vuote ed inutilizzate in quanto hanno evidenziato dai primi tempi problemi strutturali.

STATO DI PROGETTO

In sede di svolgimento della Relazione Tecnica di studio dell'impianto del 15 marzo 2018, era stato ipotizzato di impiegare, unicamente, le volumetrie esistenti attraverso il recupero strutturale delle vasche attualmente dismesse per il trattamento biologico, l'impiego del sedimentatore secondario (oggi usato per la sedimentazione primaria) ed il ripristino della digestione aerobica. Inoltre, era stato previsto un nuovo rotostaccio (2,5 mm) per il potenziamento dei pre-trattamenti.
Per la verifica delle volumetrie esistenti, erano stati impostati una concentrazione di 3kgSS/mc in condizioni di temperatura minima (12°C) ed i limiti attuali allo scarico stabiliti dalla Legge Regionale 13/90, All. II. tab. 2.III. Successivamente, poiché vi potrebbe essere la possibilità di allacciare alcune nuove utenze e quindi aumentare la potenzialità dell'impianto (> 2000 abitanti equivalenti), era stata effettuata un'ulteriore valutazione del processo biologico secondo le tabelle 1 e 3 del D.Lgs 152/06; in modo da stabilire se la soluzione progettuale ipotizzata fosse adatta a rispettare i limiti qualitativi più restrittivi rispetto a quelli attuali. Le verifiche eseguite hanno evidenziato che le volumetrie a disposizione risultavano sufficienti per garantire un buon funzionamento.
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®.

Interventi previsti in progetto

In sede di redazione del presente progetto Definitivo, successivamente ad un ulteriore confronto con il Committente, sono stati rivisti ed integrati gli interventi in progetto rispetto a quanto previsto nella Relazione Tecnica del 15 marzo 2018 e sono state ricondotte le verifiche biologico-idrauliche. In sintesi, sono state aggiunte le seguenti lavorazioni: sostituzione della griglia grossolana, ripristino dei sistemi di misura delle portate, nuovo pozzetto di campionamento in uscita, adeguamento del

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

sedimentatore secondario e dell'ispessitore fanghi di supero.

Nel complesso, il progetto prevede i seguenti interventi:

- sostituzione della griglia grossolana esistente;
- nuova rotostacciatura;
- sistema di ripartizione delle portate per il trattamento biologico delle portate $Q \leq 3Q_m$ e by-pass delle portate $Q > 3Q_m$;
- impiego della vasca di ossidazione esistente per il trattamento biologico con ripristino strutturale del manufatto;
- adeguamento del sedimentatore secondario attualmente impiegato come sedimentatore primario;
- nuovo sistema di ricircolo e supero fanghi;
- ripristino della funzionalità del misuratore Venturi;
- nuovo pozzetto di campionamento sulla tubazione di scarico impianto;
- impiego del comparto di digestione aerobica con ripristino strutturale del manufatto;
- adeguamento del comparto di ispessimento statico;
- posa dei relativi collegamenti idraulici, aria ed elettrici.

Il dimensionamento del processo di trattamento dell'impianto sito in Località Rocchini nel Comune di San Michele Mondovì per una potenzialità di 1800 ab/eq, è stata basata sui criteri di economicità e di impiego delle strutture esistenti, sufficienti a garantire il rispetto dei parametri di legge in uscita.

L'impianto sarà quindi costituito da:

Linea acque

- arrivo fognatura mista;
- dissabbiatura con sfioro $Q > 5Q_m$;
- by-pass dissabbiatura;
- grigliatura grossolana;
- sollevamento in vasca interrata con sfioro $Q > 5Q_m$;

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

- rotostacciatura;
- ripartitore di portate;
- trattamento biologico delle portate $Q \leq 3Q_m$;
- sedimentazione secondaria;
- estrazione fanghi di ricircolo e supero;
- clorazione di emergenza;
- pozzetto di controllo;
- misuratore di portata Venturi;
- campionamento dello scarico impianto;
- scarico nel Torrente Corsaglia.

Linea fanghi

- digestione aerobica dei fanghi di supero;
- ispessimento;
- letti di essicamento (attualmente inutilizzati).

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	< 2000
Apporto idraulico		
Coefficiente di afflusso	(-)	0,80

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

Dotazione idrica	L/Aeq d	250,00
Tipo di fognatura nera/mista	(N/M)	M
Coefficiente di infiltrazione	%	15,00
Portata media giornaliera Q_m	m³/d	575,00
	m³/h	23,96
Coeff. Q massima ingresso impianto	(-)	5,00
Portata massima ai pretrattamenti	m³/h	119,79
Coeff. di portata di ingresso al biologico	(-)	3,00
Portata massima al trattamento biologico	m³/h	71,88
Coeff. di portata bypass biologico	(-)	2,00
Portata sfiorata a monte del trattamento biologico	m³/h	47,92
Carichi e concentrazioni		
Apporto unitario di carico organico BOD5	g/Aeq d	60,00
Carico organico totale BOD5	kg/d	120,00
Concentrazione BOD5	mg/L	208,70
Apporto unitario di COD	g/Aeq d	150,00
Carico totale COD	kg/d	300,00
Concentrazione COD	mg/L	521,74
Apporto unitario di SST	g/Aeq d	90,00
Carico totale SST	kg/d	180,00
Concentrazione SST	mg/L	313,04
Apporto unitario di TKN (NH3-N)	g/Aeq d	12,00
Carico totale TKN (NH3-N)	kg/d	24,00
Concentrazione TKN (NH3-N)	mg/L	41,74
Apporto unitario di P	g/Aeq d	3,00
Carico totale P	kg/d	6,00
Concentrazione P	mg/L	10,43
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 attualmente a disposizione		
Parametro	U.M.	valore
Trattamento biologico		
Lunghezza	m	15,80
Larghezza	m	7,90
Battente	m	3,55
Volume	mc	443
Sedimentazione secondaria		
Lunghezza	m	8,00
Larghezza in superficie	m	6,00
Larghezza in fondo vasca	m	0,72
Superficie	mq	48,00
Profondità periferia	m	0,45
Profondità centrale	m	3,44
Volume	mc	102
Digestione aerobica		
Lunghezza	m	5,50
Larghezza	m	5,10
Battente	m	3,60
Volume	mc	89
Ispessimento		
Lunghezza	m	6,00
Larghezza	m	2,10
Battente	m	3,90
Volume	mc	49

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 1,80.

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 limiti allo scarico che l'impianto dovrà rispettare al fine di garantire valori di effluente conformi al limite di legge sono quelli stabiliti dall'Allegato 2 "Limiti di accettabilità per scarichi di pubbliche fognature e scarichi civili" tab. 2.IV della Legge Regionale 26 Marzo 1990, n.13. Il dimensionamento e le verifiche sono state, però, eseguite considerando i parametri (più cautelativi) della tab. 2.III:

Normativa di riferimento			
L.R. n.13/90			
Parametro	U.M.	Tabella 2.III	Tabella 2.IV
BOD5	mg/L	60	80
SST	mg/L	100	200
Azoto ammoniacale (NH4-N)	mg/L	40	60
NO3-N	mg/L	30	(-)
NO2-N	mg/L	1,2	(-)
P	mg/L	10	20

Comparto di grigliatura grossolana

Sostituzione della griglia grossolana esistente con una griglia a barre tipo Verra SCE 700-600 avente spaziatura pari a 15 mm.

Comparto di rotostacciatura

L'eliminazione delle particelle più minute sarà affidata ad un rotostaccio tipo Verra GRT 1200 con griglia rotante a tamburo con dimensioni di passaggio 2 mm e portata massima oraria trattabile pari a 300 mc/h, 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 $3Q_m$

È prevista l'aggiunta di una canaletta di ripartizione in uscita dal rotostaccio per lo smistamento delle portate da avviare al trattamento biologico ($3Q_m$) e quelle da sfiorare ($2Q_m$). Detto ripartitore servirà anche come by-pass del trattamento biologico.

La canaletta avrà le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche dimensionali ripartitore di portate		
Parametro	U.M.	valore
Larghezza	30	cm
Altezza	30	cm
Altezza liquida $3Q_m$	12	cm
Altezza liquida $5Q_m$	17,2	cm
Altezza sfioro $3Q_m$	12	cm

La verifica idraulica della canaletta di ripartizione è stata effettuata tramite l'applicazione della seguente formula:

$$Q = V \cdot A$$

dove:

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

V = velocità media [m/s] data da:

$$V = \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

χ = coefficiente di scabrezza = $cR^{1/6}$ [$m^{1/2}/s$];

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

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

i = pendenza del fondo [m/m];

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

$A = b \cdot h$

b = larghezza della sezione [m];

h = altezza d'acqua [m].

Risulta:

$$Q = V \cdot A = \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} \cdot A = c \cdot R^{\frac{1}{6}} \cdot \sqrt{R \cdot i} \cdot A = c \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

Lo scopo è quello di individuare l'altezza d'acqua all'interno del canale ripartitore corrispondente alla $3Q_m$, in modo da individuare l'altezza della soglia di sfioro oltre la quale stramazzerà la portata $Q > 3Q_m$ verso la vasca di contatto per la disinfezione prima dello scarico.

Si procede per iterazioni partendo da un valore iniziale di altezza d'acqua e facendolo variare finché la portata non eguaglia la $3Q_m$ (pari a 71,88 m^3/h e cioè 0,01997 m^3/s). I risultati ottenuti sono stati i seguenti:

Parametro	**U.M.**	**Valore**
c	$m^{1/3}s^{-1}$	110
b	m	0,30
i	m/m	0,001
h	**m**	**0,12**
A	m^2	0,0360
R	m	0,0667
Q	m^3/s	0,02059

L'altezza ottenuta per la $3Q_m$ è pari a 0,12 m. Per cui l'altezza di sfioro di progetto è pari a 12 cm.

Applicando la stessa procedura di calcolo, è stata calcolata l'altezza corrispondente alla $5Q_m$ (pari a 119,79 m^3/h e cioè 0,03328 m^3/s):

Parametro	**U.M.**	**Valore**
c	$m^{1/3}s^{-1}$	110
b	m	0,30
i	m/m	0,001

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

h	**m**	**0,172**
A	m^2	0,0516
R	m	0,0801
Q	m^3/s	0,03336

L'altezza ottenuta per la $5Q_m$ è pari a 0,172 m.

Impiego della vasca di ossidazione esistente per il trattamento biologico con ripristino strutturale del manufatto

Il ripristino strutturale della vasca sarà effettuato secondo quanto riportato in seguito:

- svuotamento e aspirazione delle acque stagnanti presenti sul fondo della vasca;
- rimozione del sistema di aerazione presente;
- pulizia del fondo e dei muri interni con getto d'acqua a forte pressione;
- risanamento del setto centrale;
- armatura e casseratura per la costruzione di nuovi muri perimetrali interni a quelli esistenti dello spessore di 25 cm e del fondo vasca dello spessore di 30 cm. I muri esistenti verranno sfruttati come casseri esterni;
- impermeabilizzazione di tutte le superfici interne.

Sul fondo verrà installata una nuova rete di aerazione composta da n.152 diffusori a bolle fini tipo XYLEM Sanitaire da 9'' o equivalente alimentati da 1 + 1R compressori tipo AERZEN a lobi GM 15 L o equivalente (portata media 600 Nmc/h, portata massima 920 Nmc/h, pressione differenziale 600 mbar potenza motore 30 kW) regolate in base alla misurazione continua della concentrazione di ossigeno disciolto in vasca.

La vasca impiegata avrà le seguenti dimensioni:

Comparto biologico		
Parametro	U.M.	valore
Lunghezza	m	15,80
Larghezza	m	7,90
Altezza liquida	m	3,55
Volume totale	mc	443

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 calcoli e le verifiche riportate in seguito, sono state eseguite per una concentrazione di fango in vasca pari a 3 kgSS/mc ed una temperatura minima di progetto pari a 12°C. Si considera un buon funzionamento se ad una temperatura di 12°C è sufficiente una concentrazione minore o uguale a 4 kgSS/mc.

Comparto di rimozione della frazione organica biodegradabile (BOD_5)

Si riportano in seguito il calcolo del volume teorico per la rimozione del BOD_5 richiesto dal sistema e le concentrazioni attese in uscita:

Comparto di rimozione della frazione organica biodegradabile BOD_5 (3 kgSS/mc – 12°C)		
Parametro	U.M.	valore
Caratteristiche operative		
Ca: concentrazione di fango in vasca	**kgSS/mc**	**3,00**
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	20,00
T di esercizio	**°C**	**12**
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	(-)	1,03
Xssv: biomassa richiesta dal sistema	kgSSV	216,48
Xss	kgSS	309,25
V: Volume teorico di rimozione BOD_5 richiesto dal sistema	**mc**	**103**
Cf: fattore di carico organico del fango atteso teorico	kgBOD5/kgSSV d	0,39
Cv: fattore di carico volumetrico atteso teorico	kgBOD5/mc d	1,16
V_e: Volume effettivo di rimozione BOD_5	**mc**	**443**
Cf_e: fattore di carico organico del fango atteso effettivo	kgBOD5/kgSSV d	0,09
Cv_e: fattore di carico volumetrico atteso effettivo	kgBOD5/mc d	0,27
Capacità residua del comparto	%	76,74

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'ossidazione garantisce una capacità residua del comparto pari al 77 %.

Bilancio comparto biologico - rimozione della frazione organica biodegradabile BOD_5 (3 kgSS/mc – 12°C)		
Parametro	U.M.	Valore
TKN_0: concentrazione di TKN in ingresso	mgTKN/L	41,74
S0: concentrazione di BOD_5 in ingresso	mgBOD_5/L	208,70
Se: concentrazione di BOD_5 in uscita	mgBOD_5/L	20,00
Frazione di azoto usata nella sintesi batterica come % di BOD_5 rimosso	%	5,00
Concentrazione di TKN usata nella sintesi batterica	mgTKN/L	9,43
TKNout: concentrazione di TKN in uscita	mgTKN/L	32,30
TKNe: concentrazione di TKN ammessa allo scarico	mgTKN/L	10,00

Nel processo di ossidazione verranno abbattuti 9,43 mgTKN/L per sintesi batterica.

Comparto di nitrificazione

Si riportano in seguito il calcolo del volume teorico per la nitrificazione richiesto dal sistema e le concentrazioni attese in uscita:

Comparto di nitrificazione (3 kgSS/mc – 12°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
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**	**12,00**
(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	1,76

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

(µN)T: velocità di crescita teorica dei batteri nitrificanti	1/d	0,32
(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	0,03
SRT	d	3,53
FS	(-)	1,80
SRTcalc	d	6,35
(VN)Tcalc	kgTKN/kgSS d	1,06
(Xv)N: biomassa nitrificante	kgSSV	12,10
YE: tasso di crescita cellulare	kgSSV/kgBOD5	0,80
f: frazione di biomassa nitrificante su quella totale	(-)	0,026
Xv: biomassa complessiva nei reattori biologici da destinare alla nitrificazione	kgSSV	465,54
Verifica del carico del fango e volumetrico		
Cf: fattore di carico organico del fango atteso teorico	kgBOD5/kgSSV d	0,26
Cf_{SS}: fattore di carico organico del fango atteso teorico riferito alla biomassa in termini di SS	kgBOD5/kgSS d	0,18
Concentrazione fango attivo in vasca	**kgSSV/mc**	**3,00**
Cv: fattore di carico volumetrico atteso teorico	kgBOD5/mc d	0,54
V: volume teorico di nitrificazione richiesto dal sistema	**mc**	**222**
V_e: volume effettivo di nitrificazione	**mc**	**443**
Capacità residua del comparto	%	49,97

L'ossidazione garantisce una capacità residua del comparto pari al 50 %.

Bilancio comparto biologico - nitrificazione (3 kgSS/mc – 12°C)		
Parametro	U.M.	Valore
TKN_0: concentrazione di TKN in ingresso	mgTKN/L	32,30
S0: concentrazione di BOD_5 in ingresso	$mgBOD_5/L$	20,00
Se: concentrazione di BOD_5 in uscita	$mgBOD_5/L$	20,00
θn: età del fango nitrificante	d	3,53
µNT: velocità di crescita teorica dei batteri nitrificanti alla temperatura T	1/d	0,32
Kn: costante di affinità della nitrificazione	mgNO3-N/L	0,10
TKNout: concentrazione di TKN in uscita	mgTKN/L	0,84
η: rendimento rimozione	%	97,40

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

TKNe: concentrazione di TKN ammessa allo scarico	mgTKN/L	10,00

Nel processo di nitrificazione verranno abbattuti 31,46 mgTKN/L.

Comparto di denitrificazione

Si riporta il bilancio del comparto biologico, dal quale si evince che non risulta necessario prevedere un volume di denitrificazione, in quanto i nitriti ed i nitrati in ingresso vengono integralmente eliminati con il processo di sintesi batterica.

Bilancio comparto biologico - denitrificazione (3 kgSS/mc – 12°C)		
Parametro	U.M.	Valore
Quantitativo di azoto ulteriormente eliminabile per sintesi	mgTKN/L	32,30
Nitriti e nitrati in ingresso alla fase ossidativa	mg/L	2,20
NO3out: Nitrati ammessi in uscita	mgNO3-N/L	30,00

Risultati dei calcoli svolti

Verifica comparto biologico a 12°C		
Parametro	U.M.	valore
V richiesto denitrificazione	mc	0,00
Concentrazione di fango in vasca	kgSS/mc	3,00
V richiesto ossidazione (rimozione BOD_5)	mc	103
V richiesto nitrificazione	mc	222
V totale richiesto	**mc**	**222**
V totale disponibile	**mc**	**443**

Effettuando le verifiche, considerando una concentrazione di fango in vasca di 3 kgSS/mc ed una temperatura di progetto minima (12°C), il comparto risulta verificato per volumi di ossidazione/nitrificazione pari a 222 mc; in linea con quanto disponibile in progetto.

All'interno della vasca di trattamento biologico saranno disposti un sensore per la misura dell'ossigeno disciolto ed uno per la misura di ammoniaca e nitrati (come indicato in planimetria) che trasmetteranno in continuo ad una centralina. La centralina sarà anche predisposta per la gestione a

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

cicli alternati, qualora il Gestore ritenga necessaria la denitrificazione. Il sistema scelto non richiederà l'ausilio di elettromiscelatori in quanto ha la funzione di Pulse Aeration che temporizza getti d'aria in fase anaerobica per tenere i fanghi in movimento.

Adeguamento del sedimentatore secondario

L'adeguamento del sedimentatore secondario (attualmente impiegato come sedimentatore primario) comprende la sostituzione dell'elettropompa di estrazione fanghi e l'innalzamento dei profili di sfioro del chiarificato lungo i lati corti in modo da impiegare solo i lati lunghi. In questo modo si migliorerà l'uscita del refluo, avendo più tempo di permanenza in vasca. Inoltre è prevista la pulizia dei muri interni, del fondo e riparazioni ove necessario.

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

Sedimentazione secondaria a pianta rettangolare		
Parametro	U.M.	Valore
Lunghezza	m	8,00
Larghezza in superficie	m	6,00
Larghezza in fondo vasca	m	0,72
Superficie (S)	mq	48,00
Profondità periferia	m	0,45
Profondità centrale	m	3,44
Volume (V)	mc	102
Portata media di progetto (Q_m)	mc/h	23,96
Portata massima in arrivo dal trattamento biologico ($3Q_m$)	mc/h	71,88

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

Portata media - Q_m		
Parametro	U.M.	Valore
C_{is}	m/h	$\leq$ 0,2 - 0,5
t_{rit}	h	$\geq$ 3 - 4
Portata massima - $3Q_m$		
C_{is}	m/h	$\leq$ 2 - 2,5
t_{rit}	min	$\geq$ 40 - 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

dove:

- carico idraulico superficiale:

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

- tempo di ritenzione:

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

I risultati ottenuti dalle verifiche effettuate sono riportati in seguito. Il dimensionamento è stato effettuato considerando la portata media di progetto (Q_m) e la portata massima in arrivo dal trattamento biologico ($3Q_m$).

Portata media - Q_m		
Parametro	U.M.	Valore
$Q = Q_m$	mc/h	23,96
C_{is}	m/h	0,50
t_{rit}	h	4,26
	min	255
Portata massima - $3Q_m$		
$Q = 3Q_m$	mc/h	71,88
C_{is}	m/h	1,50
t_{rit}	h	1,42
	min	85

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

Si può quindi concludere che, così com'è stata ridimensionata e con i carichi di progetto considerati (relativi ad una potenzialità di 1800 Aeq), la linea acque è adatta a soddisfare i requisiti di qualità imposte dalla normativa.

Disinfezione

Si riporta in seguito il calcolo effettuato del tempo di contatto all'interno della vasca di disinfezione rispetto alle portate Q_m e $5Q_m$:

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

Disinfezione		
Parametro	U.M.	valore
Q_m	mc/h	23,96
Area percorso disinfezione	mq	7,71
Profondità	m	1,20
Volume	mc	9,30
tempo di contatto Q_m	min	23
tempo di contatto $5Q_m$	min	5

Ripristino della funzionalità del misuratore Venturi

È prevista l'installazione di un nuovo misuratore di livello ad ultrasuoni per la rimessa in funzione del sistema di misura delle portate trattate in uscita.

Nuovo sistema di ricircolo e supero fanghi

Sarà installata una elettropompa sommergibile per l'estrazione dei fanghi di ricircolo e supero tipo Flygt DS 3045.181 MT 230 (portata 17 mc/h, prevalenza 7,5m, potenza nominale 1,2 kW). Le mandate, in acciaio DN50, avvieranno i fanghi verso il trattamento biologico (ricircolo) o verso la digestione aerobica (supero) secondo le necessità del processo di trattamento.

Impiego del comparto di digestione aerobica con ripristino strutturale del manufatto

I fanghi estratti dalla linea acque, più precisamente dal sedimentatore secondario, verranno inviati inizialmente all'interno di un comparto di digestione aerobica per la loro stabilizzazione. La vasca a disposizione è quella disposta tra il sedimentatore e l'ispessitore. Dopodiché, subiranno un processo di ispessimento all'interno dell'attuale comparto.

Il ripristino strutturale della vasca di digestione aerobica sarà effettuato con modalità analoghe di svuotamento, pulizia, armatura, casseratura e impermeabilizzazione già descritte per la vasca di trattamento biologico.

Sul fondo verrà installata una rete composta da n.4 pannelli a membrana tipo Aquastrip Q4,0 LP o equivalente alimentata da n.1 compressore tipo AERZEN a lobi GM 3 S o equivalente (portata media 100 Nmc/h, portata massima 200 Nmc/h, pressione differenziale 600 mbar potenza motore 7,5 kW).

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 vasca impiegata avrà le seguenti dimensioni:

Digestione aerobica		
Parametro	U.d.m.	Valore
Lunghezza	m	5,50
Larghezza	m	5,10
Altezza liquida	m	3,60
Volume totale	mc	102

Si riportano in seguito le verifiche della volumetria a disposizione:

Affinché un fango sia sufficientemente stabilizzato, occorre che:

$$E \cdot T > 400°C\ d$$

dove:

E: età del fango complessiva delle sostanze organiche catturate sulla linea liquame:

$$E = E_{liquami} + E_{digestione}$$

dove:

$E_{liquami}$: tempo di ritenzione all'interno della linea acque delle sostanze organiche catturate (d);

$E_{digestione}$: età del fango sulla linea fanghi e specificatamente, nella vasca di digestione aerobica (d).

T: temperatura del liquame e del fango (°C).

Considerando una temperatura di progetto di 12°C si ottiene un età del fango complessiva minima (E) di 33 giorni circa. Considerando un'età del fango effettiva sulla linea acque ($E_{liquami}$) pari a 20 giorni si ottiene un'età del fango sulla linea fanghi ($E_{digestione}$) pari a circa 13 giorni.

Parametro	U.d.m.	Valore
T	°C	12
E	**d**	**33,33**
$E_{liquami}$	d	20,00
$E_{digestione}$	**d**	**13,33**

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 quantità di fango di supero in uscita dalla vasca di digestione aerobica (ΔX) può essere stimata secondo:

$$\Delta X = \frac{V_{aer} \cdot C_{aer}}{E_{liquami} \cdot C_{ricircolo}}$$

dove:

Vaer: volume della vasca di ossidazione (mc);

Caer: concentrazione di solidi nelle vasche di ossidazione (g/mc);

Eliquami: tempo di ritenzione all'interno della linea acque delle sostanze organiche catturate (d);

Cricircolo: concentrazione di solidi ricircolati (g/mc).

Per cui risulta:

Produzione fango di supero		
Parametro	U.d.m.	Valore
Volume vasca ossidazione (Vaer)	mc	443
Concentrazione di solidi nelle vasche di ossidazione (Caer)	g/mc	3000
Età del fango ($E_{liquami}$)	d	20
Concentrazione di solidi ricircolati ($C_{ricircolo}$)	g/mc	10000
Portata di fango di supero (ΔX)	mc/d	6,65
	kgSS/d	66,47

In questo modo, è possibile ricavare la quantità complessiva di fango presente nel sistema ($M_{digestione}$), a sua volta legata al volume della vasca e alla concentrazione al suo interno:

$$M_{digestione} = E_{digestione} \cdot \Delta X$$

Parametro	U.d.m.	Valore
$E_{digestione}$	d	13,33
ΔX	kgSS/d	66,47
$M_{digestione}$	**kgSS**	**886,22**

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 concentrazione attesa in ingresso al digestore aerobico è di 10 kgSS/mc. Pertanto, nota la concentrazione e la massa presente nel sistema è possibile ricavare il volume richiesto per una corretta stabilizzazione del carico di fango in ingresso:

$$V_{\text{digestione}} = \frac{M_{\text{digestione}}}{C_{\text{digestione}}}$$

Parametro	U.d.m.	Valore
$M_{digestione}$	kgSS	886,22
$C_{digestione}$	kgSS/mc	10
$V_{digestione}$	**mc**	**89**

La vasca a disposizione per il comparto in oggetto ha una volumetria utile di 101 mc. Per cui, confrontandola con i risultati ottenuti si rileva sufficiente allo scopo.

Il fabbisogno di ossigeno nel digestore può essere calcolato considerando:

$$\Delta O'_2 = b' \cdot M_{SSV}$$

dove:

b': coefficiente di respirazione endogena (7 gO_2/kgSSV h);

M_{SSV}: massa di solidi volatili contenuta nel digestore corrispondente al 70% della massa complessiva di fango ($M_{digestione}$) precedentemente calcolata.

Infine, sul fabbisogno ottenuto, è stato applicato un coefficiente di sicurezza pari a 1,80.

I risultati ottenuti sono sintetizzati nelle seguente tabella:

Fabbisogno di ossigeno - comparto di stabilizzazione aerobica		
Parametro	U.d.m.	Valore
b'	gO2/kgSSV h	7
% di SSV dei SS	%	70
Mssv	kgSSV	620,36
ΔO'2	kgO2/h	4,34
FS: coefficiente di sicurezza	(-)	1,80
ΔO'2 punta	kgO2/h	7,82

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

Adeguamento del comparto di ispessimento statico

L'adeguamento del comparto di ispessimento statico riguarda la posa di una tubazione di scarico surnatanti. I surnatanti verranno convogliati, insieme a quelli provenienti dai letti di essicamento, verso un nuovo pozzetto per il sollevamento all'interno del trattamento biologico.

Considerando una portata totale di fango di supero estratto dalla vasca di stabilizzazione pari a circa 6 mc/d con concentrazione 10 kgSS/mc (1,0%) e la volumetria utile a disposizione del comparto in oggetto (49 mc), si ottiene un tempo di residenza all'interno dell'ispessitore pari a circa 7,4 giorni (valore ampiamente verificato in quanto 2 giorni è il tempo di residenza idoneo):

Comparto di post-ispessimento		
Parametro	U.d.m.	Valore
Lunghezza	m	6,00
Larghezza	m	2,10
Area	mq	12,60
Altezza liquida	m	3,90
Volume a disposizione	mc	49
Concentrazione fango iniziale Ci	kg/mc	10
	%	1,0
Volume fango Vf	mc/d	6,65
Volume H_2O	mc/d	5,58
% volume fango ispessito rispetto all'originale	%	40
% eliminato	%	60
Volume eliminato	mc/d	3,95
Volume fango finale	mc/d	2,70
Concentrazione finale Cfin	%	2,46
	kg/mc	25
Cis Q_m	m/h	0,022
t permanenza Q_m	d	7,40

La concentrazione del fango misto attesa in uscita dall'ispessimento è pari a 25 kgSS/mc (2,5%).

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

Valutazione della qualità del refluo in arrivo all'impianto nell'arco degli anni 2017 e 2018

Nell'arco degli anni 2017 e 2018 sono stati effettuati dei campionamenti allo scopo di valutare i diversi parametri di qualità del refluo in arrivo ed in uscita dall'impianto:

Ingresso

Parametro		**pH**	**C.O.D.**	**B.O.D.**	**Solidi sospesi totali**
U.M.		**u.pH**	**mg/l O_2**	**mg/l O_2**	**mg/l**
Data	20/02/2017	NF	172	100	48
	01/05/2017	NF	226	127	43
	19/06/2017	NF	120	65	45
	11/09/2017	NF	68	35	7
	23/10/2017	NF	143	71	28
	19/03/2018	NF	46	18	1
	27/08/2018	NF	84	45	31
	19/11/2018	7,73	119	65	50
	03/12/2018	7,79	107	37	104
NF: non fornito					

Massimo	7,79	226	127	104
Media	7,76	121	63	40
Minimo	7,73	46	18	1

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

Uscita

Parametro		pH	C.O.D.	B.O.D.	Solidi sospesi totali
U.M.		u.pH	mg/l O_2	mg/l O_2	mg/l
Data	21/02/2017	NF	78	28	18
	02/05/2017	NF	71	20	27
	20/06/2017	NF	86	37	19
	12/09/2017	NF	49	17	4
	24/10/2017	NF	175	70	34
	20/03/2018	NF	44	17	9
	28/08/2018	NF	52	16	9
	20/11/2018	8,06	46	11	9
	04/12/2018	7,85	50	16	6
NF: non fornito					

Massimo	8,06	175	70	34
Media	7,96	72	26	15
Minimo	7,85	44	11	4

Dalle analisi effettuate sul campo condotte dal Gestore (5 nel 2017 e 4 nel 2018), si rileva che i carichi considerati in progetto (riportati al paragrafo "Verifiche del processo in base ai parametri assunti in progetto") sono maggiori rispetto a quelli misurati in situ e, di conseguenza, più cautelativi e a favore del dimensionamento e verifica dell'impianto.

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

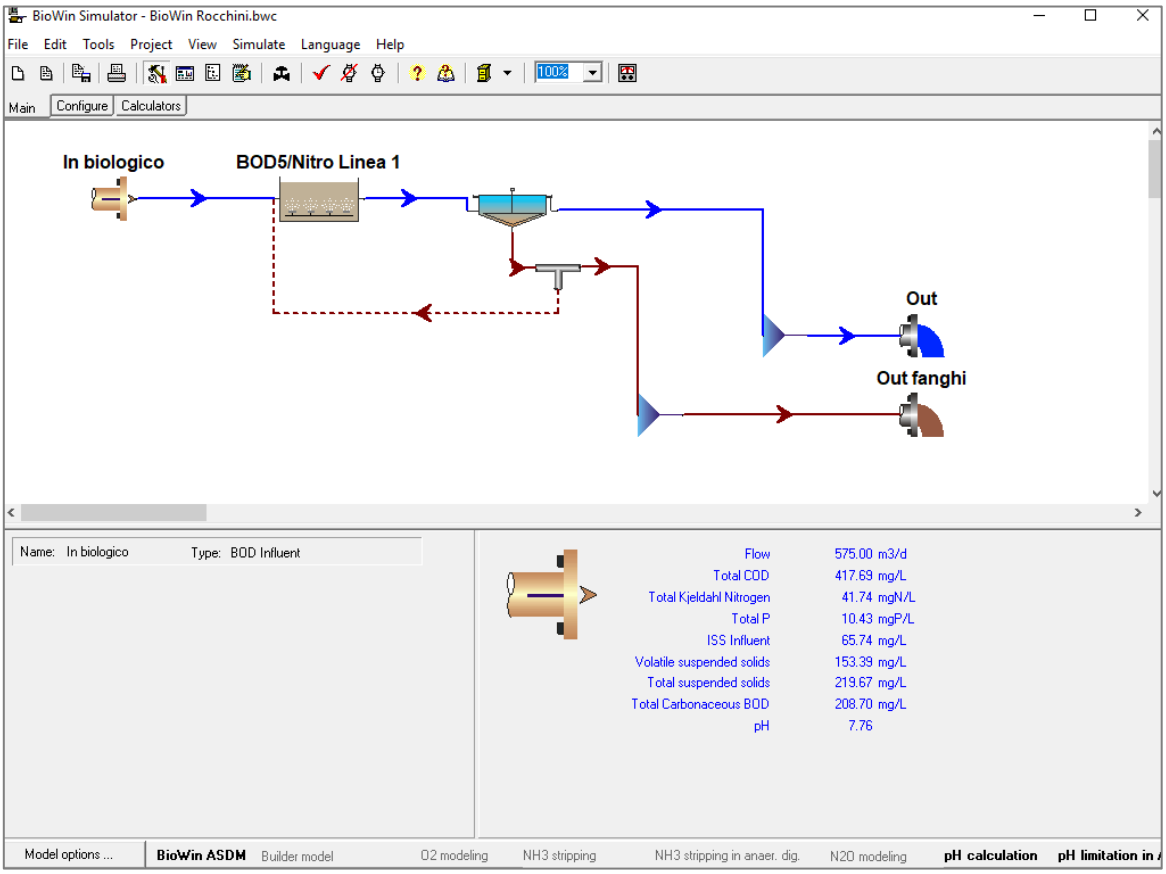
A seguito del dimensionamento dell'impianto effettuato nei paragrafi precedenti, è stato modellizzato l'impianto ed è stato verificato il funzionamento con il software BioWin®, un simulatore di processo per gli impianti di trattamento delle acque reflue che combina mediante modelli biologici, chimici 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

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

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 nell'Allegato 2 "Limiti di accettabilità per scarichi di pubbliche fognature e scarichi civili" tab. 2.III della Legge Regionale 26 Marzo 1990, n.13

Modello e risultati ottenuti



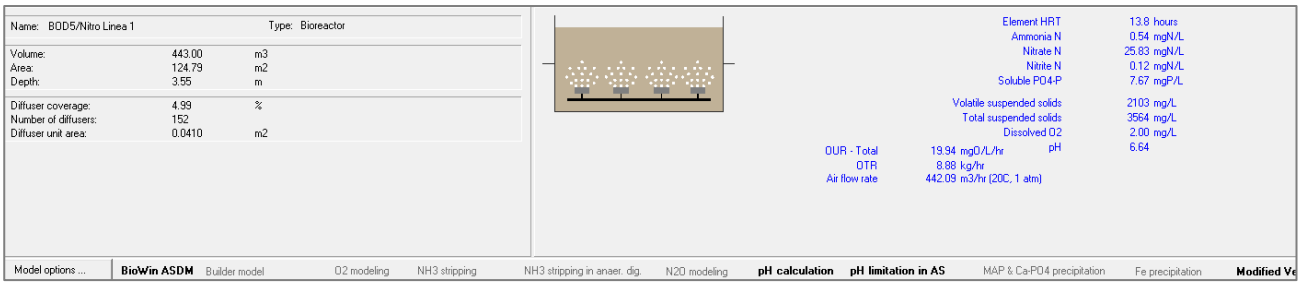
Configurazione delle vasche di trattamento biologico

Dati fisici

Element name	Volume [m3]	Area [m2]	Depth [m]	# of diffusers
BOD5/Nitro Linea 1	443,00	125,00	3,55	152

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



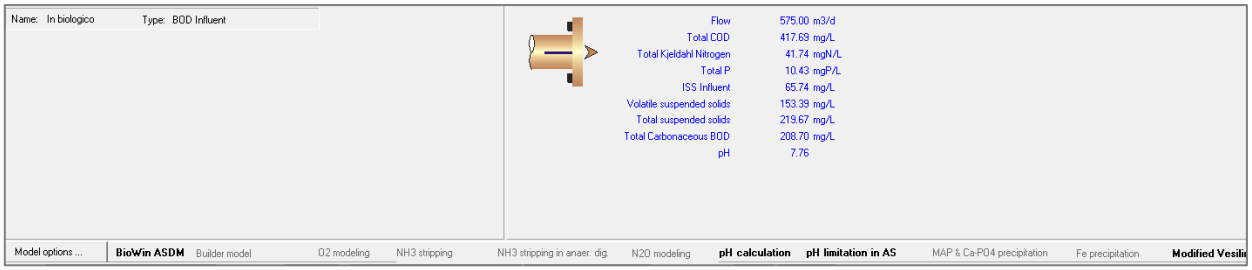
Dati medi di conduzione

Element name	Average DO Setpoint [mg/L]
BOD5/Nitro Linea 1	2,0

Configurazione degli elementi di ingresso (BOD Influent units)

Dati operativi medi

Element name	In biologico
Flow	575
Total Carbonaceous BOD mgBOD/L	208,70
Volatile suspended solids mg/L	153,39
Total suspended solids mg/L	219,13
Total Kjeldahl Nitrogen mgN/L	41,74
Total P mgP/L	10,43
Nitrate N mgN/L	0



Configurazione del sedimentatore II (Model clarifier units)

Dati fisici

Element name	Volume [m3]	Area [m2]	Depth [m]
Sed II Linea 1	102,00	48,00	3,44

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

Tabelle

Concentrazioni

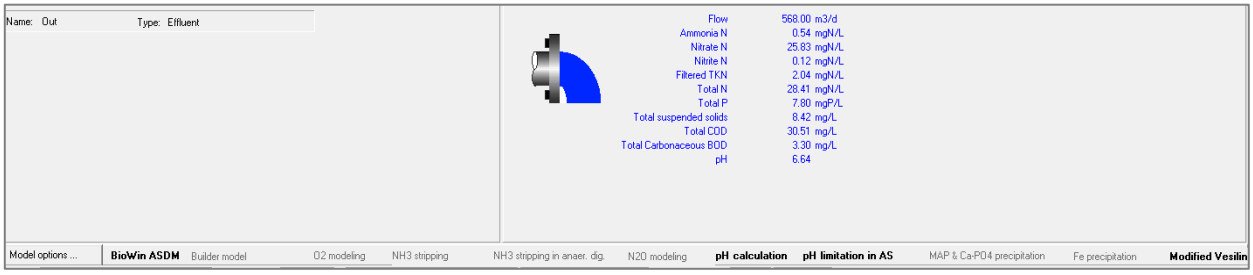
Elements	pH	Total Carbonaceous BOD	Total COD	Volatile suspended solids	Total Kjeldahl Nitrogen	Nitrite + Nitrate
	[]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mgN/L]	[mgN/L]
In biologico	7.76	208.70	417.69	219.67	41.74	0
Out	6.64	3.30	30.51	8.42	2.46	25.95

Masse

Elements	pH	Total Carbonaceous BOD	Total COD	Volatile suspended solids	Total Kjeldahl Nitrogen	Nitrite + Nitrate
	[]	[kg /d]	[kg /d]	[kg /d]	[kg N/d]	[kg N/d]
In biologico	7.76	120.00	240.17	126.31	24.00	0
Out	6.64	1.87	17.33	4.78	1.40	14.74

Caratteristiche dell'effluente

Out			
Parameters	Conc. (mg/L)	Mass rate (kg/d)	Notes
Volatile suspended solids	4.97	2.82	
Total suspended solids	8.42	4.78	
Particulate COD	7.37	4.18	
Filtered COD	23.14	13.15	
Total COD	30.51	17.33	
Soluble PO4-P	7.67	4.36	
Total P	7.80	4.43	
Filtered TKN	2.04	1.16	
Particulate TKN	0.42	0.24	
Total Kjeldahl Nitrogen	2.46	1.40	
Filtered Carbonaceous BOD	1.59	0.90	
Total Carbonaceous BOD	3.30	1.87	
Nitrite + Nitrate	25.95	14.74	
Total N	28.41	16.14	
Total inorganic N	26.50	15.05	
Nitrate N	25.83	14.67	



La portata di ricircolo del fango richiesta è pari a circa 190 mc/d.

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

Attraverso la modellazione del processo su BioWin® si conferma l'adeguatezza dei manufatti esistenti all' eventuale rispetto della tabella 2.IV dell'Allegato 2 della Legge Regionale 26 Marzo 1990, n.13.

Non si riportano ulteriori verifiche a temperature maggiori (condizione migliorativa rispetto a 12°C) in quanto il sistema funziona correttamente in condizioni di basse temperature.

COLLEGAMENTI IDRAULICI

I collegamenti idraulici in progetto sono i seguenti:

Codice	Descrizione	Materiale	Diametro	Funzionamento
LA01-00	Alimentazione nuovo rotostaccio	Acciaio INOX AISI 304	DN150	Pressione
LA01-01	Alimentazione comparto biologico	Acciaio INOX AISI 304	DN200	A gravità
LA01-02	By-pass	Acciaio INOX AISI 304	DN250	A gravità
LF01-00	Ricircolo fanghi	Acciaio INOX AISI 304	DN50	Pressione
LF01-01	Alimentazione digestione aerobica	Acciaio INOX AISI 304	DN50	Pressione
LF02-00	Estrazione surnatanti	Acciaio INOX AISI 304*	DN100	A gravità
LF02-01	Mandata pompe estrazione surnatanti	Acciaio INOX AISI 304*	DN50	Pressione
*: Le porzioni di tubazione interrate saranno in PEAD PN16 nel corrispondente diametro				

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

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:

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

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	m
LA01-00	160,30	Acciaio DN150	6,0	119,79	1,65	1	0,45
LF01-00	54,50	Acciaio DN50	27,0	10,00	2,03	1	1,95
LF01-01	54,50	Acciaio DN50	6,0	10,00	2,03	1	0,40
LF02-01	54,50	Acciaio DN50	6,0	10,00	2,03	1	0,56

A monte di tutte le condotte in progetto con funzionamento in pressione, è previsto un sollevamento. Perciò si è tenuto conto di questa quota in sede di dimensionamento delle apparecchiature (in termini di prevalenza).

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

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:

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

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:

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

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

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_{max}	Di	Pendenza	Altezza d'acqua	Grado di riempimento	V	Fr	Ve
	(-)	mc/h	cm	%	cm	%	m/s	(-)	(-)
LA01-01	Acciaio DN200	71,88	21,01	1,0	10,65	50,67	1,13	1,11	0,37
LA01-02	Acciaio DN250	119,79	26,30	1,0	12,68	48,21	1,28	1,15	0,38
LF02-01	Acciaio DN100	10,00	10,79	1,0	4,90	45,41	0,69	0,99	0,33

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