

COMUNE DI CAROVIGNO

PROVINCIA DI BRINDISI

RELAZIONE TECNICA GENERALE

OGGETTO: AUTORIZZAZIONE PER LO SCARICO IN SUBIRRIGAZIONE DELLE ACQUE DOMESTICHE (COMPRESIVE DELLE ACQUE DI CONTROLAVAGGIO DELLE PISCINE) PROVENIENTI DALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE A FANGHI ATTIVI AD OSSIDAZIONE TOTALE AL SERVIZIO DEL COMPLESSO TURISTICO RICETTIVO "MEDITUR", SITO IN AGRO DI CAROVIGNO LOC. SCIANNOLECCHIA - BR- R.R.P. 26/11 E D.LGS 152/06

COMMITTENTE : MEDITUR MEDITERRANEA TURISTICA S.R.L.- C.DA SCIANNOLECCHIA – CAROVIGNO – BR –

IL TECNICO ING. LUCA CARRIERI

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	CARATTERISTICHE QUANTITATIVE E QUALITATIVE DELLE ACQUE	3
3.	NORMATIVA	4
4.	DATI BASE DI CALCOLO.....	4
5.	EFFICIENZA EPURATIVA.....	5
6.	CARATTERISTICHE DEI COMPARTI DI TRATTAMENTO.....	5
7.	CRITERI GENERALI PER LE SCELTE DI VERIFICA E PROGETTUALI	6
8.	LAY OUT IMPIANTO	6
9.	FASI EPURATIVE	6
10.	DESCRIZIONE E DIMENSIONAMENTO DEI COMPARTI DEPURATIVI	7
10.1.	LINEA ACQUE	7
10.1.1.	TRATTAMENTI	7
10.1.1.1.	GRIGLIATURA.....	7
10.1.1.2.	ACCUMULO / EQUALIZZAZIONE.....	7
10.1.1.3.	DENITRIFICAZIONE	8
10.1.1.3.1.	DENITRIFICAZIONE - DIMENSIONAMENTO.....	9
10.1.1.4.	OSSIDAZIONE BIOLOGICA - NITRIFICAZIONE	11
10.1.1.4.1.	CALCOLO DEL FABBISOGNO DI OSSIGENO NELLA VASCA DI OSSIDAZIONE	14
10.1.1.4.2.	SISTEMA DI AERAZIONE	14
10.1.1.5.	SEDIMENTAZIONE SECONDARIA	16
10.1.1.5.1.	DESCRIZIONE DEL COMPARTO.	17
10.1.1.5.2.	SOLLEVAMENTO DEI FANGHI BIOLOGICI DI RICIRCOLO E SUPERO	18
10.2.	LINEA FANGHI.....	18
10.2.1.	STABILIZZAZIONE AEROBICA – RICIRCOLO FANGHI - ISPESSIMENTO FANGHI	18
11.	TRATTAMENTI TERZIARI	19
11.1.	ACCUMULO ACQUA GREZZA – RILANCIO FILTRI	19
11.2.	FILTRAZIONE	20
11.3.	DISINFEZIONE A RAGGI ULTRAVIOLETTI	21
12.	CORPO RECETTORE FINALE E PUNTO PRELIEVO CAMPIONI.....	21
13.	APPROVVIGIONAMENTO IDRICO	22
14.	CARATTERISTICHE QUANTITATIVE E QUALITATIVE DEL CORPO RECETTORE.....	22
15.	PUNTO PRELIEVO CAMPIONI.....	22
16.	IMPIANTO IDRAULICO.....	22
16.1.	CANALI A PELO LIBERO	22
16.2.	TUBAZIONI IN PRESSIONE	23
17.	PROCESSO LAVORATIVO.....	24
18.	CONCLUSIONI.....	25

1. PREMESSA

Lo scrivente, Ing. Luca CARRIERI, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Taranto al n. 1651, è stato incaricato dal legale rappresentante della ditta "Meditur Mediterranea Turistica s.r.l." con sede in C.da Sciannolechia –Carovigno – BR_, proprietaria della struttura turistico ricettiva "Meditur" ivi allocato, di predisporre la documentazione necessaria per l'autorizzazione allo scarico sul suolo (tab 4 all. 5 alla parte III del D. Lgs 152/06), delle acque depurate provenienti dall'impianto di depurazione al servizio dell'insediamento stesso.

L'impianto è stato realizzato giusta Concessione Edilizia rilasciata dal Comune di Carovigno riportata con numero 520 del 26.11.1991.

Inoltre allo stesso impianto è stata rinnovata l'autorizzazione allo scarico sul suolo dei reflui depurati mediante sub irrigazione, dal Comune di Ostuni giusto Atto del responsabile del Settore Corpo di Polizia Municipale n. 02.01.02.2010, già autorizzato con provvedimento n. 35 del 29.05.2006.

All'impianto confluiscono le acque domestiche del villaggio (bar, bungalow, ristorante e cucina, ecc.) per tramite di una rete fognaria adeguata ed interrata, nonché le acque di scarico dei camper e le acque dei contro lavaggio dei filtri della piscina.

Con tale relazione si verifica il dimensionamento dell'impianto di trattamento in conformità del R.R.P. 26/2011.

Si precisa che i fanghi, qualora necessario, vengono allontanati tramite ditta specializzata ed autorizzata e comunque in conformità della normativa vigente in materia ambientale.

2. CARATTERISTICHE QUANTITATIVE E QUALITATIVE DELLE ACQUE

La tipologia di scarico prevista è quella tipica delle acque reflue domestiche così come definiti dal R.R.P. n. 26/2011 art. 2 comma 1 lettera b).

Infatti, possiamo definire acque reflue domestiche le acque provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi e derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche.

Dopo la sua utilizzazione, l'acqua, inquinata da sostanze diverse quali detersivi, grassi, materie organiche ecc. è evacuata verso un bacino o un corso d'acqua o dispersa sul suolo o nel sottosuolo.

Le accresciute esigenze domestiche concorrono alla formazione di volumi sempre più grandi di acque inquinate, sui quali poco può fare la capacità auto depurativa dei recettori.

Occorre, pertanto, che tali acque inquinate , prima di essere scaricate nei recettori subiscano vari trattamenti tali da separare da esse le sostanze inquinanti presenti.

Le acque domestiche sono quelle il cui inquinamento principale deriva dalla attività dell'uomo. Esse provengono dai servizi igienici, dalle cucine e cioè quelle che derivano dalla preparazione degli alimenti e quelle di lavaggio.

Le sostanze inquinanti sono di varia natura ed origine.

Per l'inquinamento di natura umana le sostanze inquinanti viste sotto l'aspetto fisico, chimico e biologico possono essere rispettivamente sospese o disciolte, organiche od inorganiche, biodegradabili o non biodegradabili.

Si può quindi riassumere che l'inquinamento in termini di BOD₅/abitante x giorno in grammi è così distribuito:

- Solidi sospesi sedimentabili	19 grBOD ₅ /ab*d
- Solidi sospesi non sedimentabili	14 grBOD ₅ /ab*d
- Solidi disciolti	27 grBOD ₅ /ab*d

Le portate di reflujo che conferiscono al depuratore sono pari a circa 10 mc/h su un ciclo lavorativo pari a 18 h.

3. NORMATIVA

L'impianto di depurazione viene verificato in rispetto del combinato disposto dal D.lvo 152/06 e successive modificazioni e integrazioni, nonché al R.R.P. n. 26/2011.

I rifiuti solidi come i fanghi, verranno trattati secondo le normative di riferimento in materia di smaltimento dei rifiuti.

4. DATI BASE DI CALCOLO

La verifica dell'impianto è stata effettuata sulla scorta dei seguenti elementi:

Tipo di fognatura	nera	
Tipo di scarico	domestico	
Abitanti equivalenti (comprensivi scarichi piscina)	1000	AE
Dotazione idrica personale	160	lt/ab
Portata totale	160	m ³ /d
Portata media /18	8,8	m ³
Portata media /24	6,6	m ³

5. EFFICIENZA EPURATIVA

Le caratteristiche dell'effluente dell'impianto di depurazione devono essere conformi:

A quanto previsto dalla tabella 4 dell'allegato 5 alla parte terza del D.lvo 152/06 e ss. mm. e ii. in caso di immissione su suolo ovvero rispettare i seguenti parametri :

BOD ₅ nell'effluente	20 mgO ₂ /L
COD	100 mgO ₂ /L
Solidi sospesi totali	25 mg/L
PH	6 ÷ 8
Azoto totale	15 mg N /L

I fanghi finali derivanti dal trattamento vengono stabilizzati e comunque sia umidi che essiccati non sono convogliati all'affluente e sono trattati secondo le prescrizioni delle normative vigenti in materia.

6. CARATTERISTICHE DEI COMPARTI DI TRATTAMENTO

L'impianto del tipo a fanghi attivi ad ossidazione totale, viene verificato per soddisfare i requisiti della legge 152/06 e s.m.i. nonché il R.R.P. 26.2011, nell'ambito dell'impianto di depurazione possiamo individuare i seguenti manufatti, già esistenti:

linea acque

- arrivo/grigliatura
- sollevamento
- vasca accumulo
- vasca di denitrificazione
- vasca di ossidazione /nitrificazione
- sedimentazione
- clorazione
- vasca rilancio filtri /controlavaggio
- filtro multistadio
- stazione disinfezione a raggi uv
- locale tecnico

linea fanghi

- vasca ricircolo fanghi
- vasca fanghi

Corpo ricettore finale

- Sub irrigazione superficiale

si evidenzia che la tab. 4 non dà riferimenti specifici per i parametri batteriologici.

Peraltro, per lo scarico nel suolo la definizione di tali limiti viene rimandata in sede di rilascio dell'autorizzazione, consigliando in entrambi i casi un valore inferiore a 5000 UFC/100 ml (come E. coli).

7. CRITERI GENERALI PER LE SCELTE DI VERIFICA E PROGETTUALI

I criteri usati sono dettati da una parte dalle tecnologie attualmente disponibili sul mercato e dall'altra dai sistemi di smaltimento delle acque così come definiti dal D.L.gs. 152/06.

Interagendo tra questi parametri si è progettato l'impianto a fanghi attivi con trattamento terziario.

8. LAY OUT IMPIANTO

Lo schema di impianto richiede una attenta valutazione della possibile distribuzione dei vari comparti che, a parità di funzione, possono avere forma e localizzazione diverse.

La soluzione ottimale deve scaturire da un confronto in cui siano considerate tutte le possibili componenti che influiscono sia in fase di costruzione che di gestione.

9. FASI EPURATIVE

Le fasi epurative previste con l'adeguamento dell'impianto sono:

linea acque

- arrivo/grigliatura
- sollevamento
- vasca accumulo
- vasca di denitrificazione
- vasca di ossidazione /nitrificazione
- sedimentazione
- clorazione
- vasca rilancio filtri /controlavaggio
- filtro multistadio
- stazione disinfezione a raggi uv
- locale tecnico

linea fanghi

- vasca ricircolo fanghi
- vasca fanghi

Corpo ricettore finale

- Sub irrigazione superficiale

10. DESCRIZIONE E DIMENSIONAMENTO DEI COMPARTI DEPURATIVI

10.1. LINEA ACQUE

La potenzialità e le caratteristiche dell'impianto in oggetto sono tali da indicare con certezza il processo a fanghi attivi di tipo ossidativo con comparto terziario, come più idoneo ed in linea con gli orientamenti tecnologici del settore.

Il trattamento proposto, oltre ad offrire una grande semplicità, elasticità di funzionamento e sicurezza, permette di ottenere una depurazione molto spinta con l'abbattimento del carico inquinante superiore al 92%.

Il processo prescelto consente di ottenere i massimi livelli di rimozione dei solidi sospesi e una buona disinfezione ottenuta con ipoclorito di sodio.

10.1.1. TRATTAMENTI

10.1.1.1. GRIGLIATURA

Le acque in ingresso sono soggette a grigliatura in canale.

Tale comparto è il primo trattamento cui bisogna assoggettare il liquame . Infatti le acque da depurare contengono frequentemente oggetti voluminosi come stracci, bende , garze, ecc. ; questi materiali non sono biodegradabili e bisogna eliminarli a mezzo di una grigliatura .

La grigliatura fa parte dei pretrattamenti cui si sottopone un liquame e la sua azione è di carattere meccanico fisico.

Il comparto è verificato.

10.1.1.2. ACCUMULO / EQUALIZZAZIONE

L'equalizzazione/acumulo si trova a svolgere il ruolo di omogeneizzare il carico in ingresso all'impianto di depurazione, altrimenti, inevitabilmente destinato a influenzare negativamente l'affidabilità dei comparti più delicati a valle.

Infatti è della massima importanza uniformare il carico organico che per la tipologia di scarico risulta essere molto vario e discontinuo.

PARAMETRI	U.M.	Valori
Unità previste	n°	1
Larghezza	m	4
Lunghezza	m	4
Profondità idrica utile	m	4
Volume esistente	mc	64

Volume necessario	mc	50
--------------------------	-----------	-----------

Il comparto è verificato

10.1.1.3. DENITRIFICAZIONE

Il raggiungimento delle basse concentrazioni allo scarico richiede la rimozione dei nutrienti con il processo di denitrificazione con utilizzo di carbonio interno, combinato con l'ossidazione-nitrificazione della componente carboniosa e dell'azoto ammoniacale.

Il processo anossico di denitrificazione è strettamente legato a quello di ossidazione.

Infatti, al termine del processo di nitrificazione gran parte dell'ammoniaca e dei nitriti contenuti nei liquami, sono stati trasformati in nitrati, sicchè la concentrazione dell'azoto ammoniacale allo scarico è stata ricondotta a valori compatibili con i valori ammessi allo scarico.

Non così avviene per i nitrati che, anche per le obiettive difficoltà di regolazione del processo di nitrificazione che rendono aleatoria la possibilità di arrestare il processo al momento desiderato, praticamente sono sempre superiori ai valori massimi allo scarico, anche quando almeno teoricamente potrebbero essere accettabili.

Si rende quindi necessario un trattamento di denitrificazione per l'eliminazione dei nitrati.

L'eliminazione dell'azoto nitrico (e nitroso) viene effettuata mediante riduzione dell'azoto nitrico ad azoto gassoso da batteri eterotrofi (*Pseudomonas denitrificans*, ecc.) già presenti usualmente nella biomassa degli impianti biologici.

Tali batteri, pur utilizzando sempre il carbonio organico nei processi di sintesi, sono "facoltativi": possono cioè utilizzare per la respirazione sia l'ossigeno atmosferico disciolto sia, se in condizioni anossiche (cioè in assenza di ossigeno atmosferico) dando, così, luogo al processo di denitrificazione.

Alla riduzione dei nitrati si accompagna una produzione di alcalinità, da cui deriva una tendenza all'innalzamento del pH.

Per lo sviluppo delle reazioni di denitrificazione è indispensabile la disponibilità di un substrato organico biodegradabile che fornisca il carbonio necessario alla sintesi: nel caso di liquami urbani, risulta naturale il ricorso alle sostanze organiche in essi presenti, con il risultato di ottenere, contestualmente alla denitrificazione, anche la rimozione di una parte del carico inquinante organico, stimabile in 4-4,5 grammi di BOD₅ per grammo di azoto nitrico ridotto.

Lo schema qui analizzato per la denitrificazione è quello cosiddetto di "denitrificazione" con utilizzo di fonti interne di carbonio. Esso prevede, in successione e senza sedimentazione intermedia, una fase di denitrificazione in condizioni anossiche ed una fase successiva di nitrificazione ed ossidazione della componente carboniosa.

Un ricircolo di portata dall'ossidazione e di fanghi dalla sedimentazione secondaria provvede ad alimentare i nitrati alla fase di denitrificazione.

Questa stazione di trattamento è stata prevista per ovviare ai problemi riscontrabili negli impianti in cui la nitrificazione e denitrificazione hanno luogo in maniera non controllata.

La denitrificazione, in mancanza di un trattamento specifico, avrebbe luogo nel sedimentatore secondario, producendo problemi notevoli di funzionamento di questa stazione.

Infatti, l'azoto molecolare che si genera in forma di bolle di gas di dimensioni ridotte, aderisce al fango sedimentato, diminuendone la densità apparente e riportandolo di conseguenza in superficie.

Ciò conduce ad un peggioramento notevole delle caratteristiche dell'effluente con un aumento della concentrazione dei solidi sospesi, del COD e dei nutrienti ad essi associati. Oltre a ciò, il non corretto funzionamento del sedimentatore secondario, specialmente se si protrae per tempi abbastanza lunghi, si riflette anche sulle prestazioni di vasca di ossidazione nella quale si può verificare una riduzione della concentrazione della biomassa e quindi una possibile diminuzione dell'efficienza di rimozione.

10.1.1.3.1. DENITRIFICAZIONE - DIMENSIONAMENTO

Si calcola prima la velocità di denitrificazione, quindi la quantità di flora batterica necessaria per raggiungere il grado di denitrificazione richiesto.

La velocità di denitrificazione si calcola secondo la formula seguente:

$$V_D(T) = V_D(20) \times K_D^{(T-20)}$$

Dove:

- $V_D(T)$ = Velocità di denitrificazione alla temperatura T (gN₀₃ - N/KgMLSS/h)
- $V_D(20)$ = Velocità di denitrificazione alla temperatura di 20 Gradi C. Per i liquami urbani può essere assunto il valore di 3 gN₀₃ - N/KgMLSS/h
- K_D = Coefficiente di correzione relativo alla temperatura, per i processi di denitrificazione si può assumere $K_D = 1,12$.

DENITRIFICAZIONE PROCESSO

PARAMETRI	U.M.	Valori
Temperatura minima fango (T)	°C	17
Velocità di denitrificazione	mg di NO ₃ -N/ gr di SS x g	31,9
Volume richiesto denitrificazione	m ³	73
Concentrazione in vasca	Kg _{MLSS} / m ³	4
Rapporto ricircolo richiesto R	(escluso fanghi)	1

La quantità di azoto da denitrificare si calcola con la seguente equazione:

$$N_{DEN}(C) = (TKN_o - TKN_e - 0,05 \times (S_o - S_e)) - (NO_3 - N)_3$$

Dove:

- $N_{DEN}(C)$ = Azoto da denitrificare (mg/l)
- $TKN_o - TKN_e$ = Concentrazione di azoto organico e ammoniacale, in ingresso e in uscita
- $S_o - S_e$ = Concentrazione di substrato organico biodegradabile all'ingresso e in uscita dall'impianto
- $(NO_3 - N)_3$ = Concentrazione di azoto nitrico ammesso allo scarico

La flora batterica necessaria alla denitrificazione si calcola con la seguente equazione:

$$X_{DEN} = N_{DEN}(T) / V_D(T) / 24$$

La concentrazione della miscela aerata nelle vasche di denitrificazione è la stessa delle vasche di ossidazione.

Il rapporto di ricircolo ($Q_r/Q_m=R$) necessario per poter denitrificare il quantitativo di azoto voluto è dato dalla seguente equazione:

$$R = \frac{TKN_o - TKN_e - (NO_3 - N)_3 - 0,05 \times (S_o - S_e)}{(NO_3 - N)_3}$$

DENITRIFICAZIONE VASCHE

PARAMETRI	U.M.	Valori
Unità previste	n°	1
Larghezza	m	5
Lunghezza	m	5
Profondità idrica utile	m	4
Volume necessario	mc	73
Volume sviluppato	mc	80

DENITRIFICAZIONE MISCELAZIONE

PARAMETRI	U.M.	Valori
Tipo mixer		Esterno ad asse verticale
Unità per vasca	n°	1
Potenza installata	kW/cad	0.55
Diametro girante	mm	160
Velocità di rotazione	rpm	400

Il comparto è verificato

10.1.1.4. OSSIDAZIONE BIOLOGICA - NITRIFICAZIONE

La rimozione della sostanza organica inquinante dalle acque reflue civili ed industriali avviene, nel sistema a fanghi attivi, per mezzo di processi biologici e chimici strettamente concatenati.

Le acque provenienti dalla denitrificazione, vengono inviate in bacini aerati dove i microorganismi aerobi trovano nel liquame le condizioni favorevoli al loro sviluppo. Il processo è continuo e, per mantenere costante il quantitativo di solidi sospesi nel liquido misto (MLSS) del bacino, occorre ricircolare parte dei fanghi che si separano nel sedimentatore finale. I fanghi di supero vengono invece periodicamente estratti ed allontanati verso le successive operazioni di trattamento fanghi.

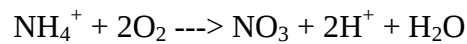
L'abbattimento del BOD è funzione del carico del fango C_f (KgBOD/KgMLSS) e del tempo di residenza idraulica. Se il valore di C_f è mantenuto basso ($< 0,15$ kgBOD/kg MLSS) si ha contemporaneamente alla rimozione del BOD un processo di ossidazione dell'azoto ammoniacale (nitrificazione).

Infatti, a causa della forte dipendenza del processo dalla variazione della temperatura, dovendo tenere conto anche dell'influenza delle temperature invernali, la possibilità di ottenere nitrificazione completa con $cf = 0,2-0,25$ è da considerarsi puramente teorica, essendo realizzabile solo a temperature di 20°C .

La nitrificazione avviene in due fasi:

- ossidazione dei composti ammoniacali a nitriti ad opera di batteri Nitromonas,
- ossidazione dei nitriti a nitrati ad opera di batteri Nitrobacter.

Complessivamente la reazione di ossidazione dell'ammoniaca a nitrati risulta:



La produzione di idrogenioni, sopra evidenziata, provoca una tendenza all'abbassamento del pH, generalmente compensata dalla alcalinità iniziale delle acque da trattare, sufficientemente elevata per tamponare l'acidità prodotta durante la nitrificazione.

Salvo casi eccezionali il pH si mantiene dunque costante, in campo debolmente alcalino (pH circa 7,2), corrispondente alle condizioni ottimali per la nitrificazione.

I Nitromonas si riproducono molto più lentamente dei Nitrobacter; di conseguenza nel calcolo di dimensionamento del comparto ossidativo si tiene conto esclusivamente del tasso di crescita dei Nitromonas, che è il fattore limitante.

La velocità di nitrificazione (espressa in g di TKN ossidata all'ora per Kg di biomassa nitrificante) può essere calcolata secondo la formula generale:

$$(V_n)_T = (V_n)_{20} * \frac{N_u}{K_N + N_u} * \frac{O_D}{K_O + O_D} * W^{(T-20)}$$

Essendo :

$(V_n)_T$ = velocità di nitrificazione alla generica temperatura T (in gradi C)

$(V_n)_{20}$ = velocità di nitrificazione, in assenza di fattori limitanti, alla temperatura di 20° C. Per le applicazioni in campo urbano può essere assunta prudenzialmente pari a 70 g TKN/Kg SSV

N_u = concentrazione di azoto organico ed ammoniacale nel comparto ossidativo, l'assunzione del valore N_u previsto in uscita anziché quello medio è sicuramente cautelativo

O_D = concentrazione di ossigeno disciolto in vasca, fissata in 2 mg/l

K_N = costante di semisaturazione relativa all'ammoniaca, che può essere assunta pari a 1 mg/l

K_O = costante di semisaturazione relativa all'ossigeno, che può essere assunta pari a 1 mg/l

T = temperatura effettiva di esercizio

W = coefficiente di correzione relativo alla temperatura; per i processi di nitrificazione può essere assunta pari ad 1,12.

Per le concrete applicazioni non è opportuno riferire la velocità di nitrificazione alla biomassa totale; è quindi necessario determinare la frazione “f” di batteri nitrificanti sulla biomassa totale.

Tale frazione si può calcolare con la formula:

$$f = \frac{1}{1 + \frac{Y}{Y_N} * \frac{BOD_i - BOD_u}{N_i - N_u}}$$

Dove :

Y/Y_N = è il rapporto tra il coefficiente di crescita (Y) dei microorganismi eterotrofi e l’analogo coefficiente (Y_N) relativo ai batteri nitrificanti; tale rapporto, nei casi normali, può essere assunto pari a 3,7;

BOD_i, BOD_u = rappresentano le concentrazioni di BOD5 rispettivamente in ingresso ed uscita della fase biologica;

N_i, N_u = rappresentano le concentrazioni di azoto ammoniacale rispettivamente in ingresso ed uscita dalla fase biologica.

Tenendo conto che non tutto l’azoto ammoniacale rimosso durante il processo subisce la nitrificazione, dato che una parte di esso viene utilizzata dai batteri eterotrofi per i loro fabbisogni sintetici (quantità che può essere assunta cautelativamente (pari al 5% del BOD5 rimosso), la biomassa complessivamente necessaria al processo di nitrificazione ammonta a:

$$X_n = \frac{Q * (N_i - N_u - 0,05 * (BOD_i - BOD_u))}{f * (V_n)T}$$

Dove:

- Q è la portata idraulica affluente al comparto biologico in mc/h.

Stabilita una concentrazione CA della massa biologica in ossidazione (kgSS/mc), il volume minimo necessario per il comparto ossidativo risulta:

$$V = \frac{X_n}{CA} ; (mc)$$

In considerazione della forte dipendenza della nitrificazione dalla temperatura, le rese e le verifiche dimensionali tengono conto di tali variazioni per i diversi periodi dell'anno e le diverse condizioni di funzionamento.

Il comparto ossidativo è comunque dotato della necessaria elasticità gestionale tale da garantire un controllo della concentrazione di azoto in uscita.

10.1.1.4.1. CALCOLO DEL FABBISOGNO DI OSSIGENO NELLA VASCA DI OSSIDAZIONE

Il fabbisogno di ossigeno dell'impianto dipende dalla quantità occorrente per la respirazione del substrato e per la respirazione endogena. Esso si ricava dalla seguente relazione proposta da Eckenfelder:

$$O_2 = a * \text{BOD eliminato} + b * \text{kg fango attivo presente} + c * \text{KgN}$$

Le quantità di ossigeno consumate effettivamente nell'ossidazione saranno pertanto ottenute dalla somma di quello occorrente per l'ossidazione del carbonio e dell'azoto ammoniacale.

Per il dimensionamento dei dispositivi di aerazione, il quantitativo di ossigeno calcolato con la formula precedente va espresso in condizioni standard (condizioni a cui convenzionalmente si riferiscono i dati di funzionamento dei dispositivi di aerazione: acqua limpida a 20 °C, pressione barometrica a livello del mare di 760 mm Hg e concentrazione di ossigeno disciolto uguale a zero).

Per passare alle condizioni operative (AOR) alle condizioni standard (SOR) si applica la formula:

$$O_2 \text{ standard} = O_2 * K \text{ (kg } O_2/\text{g)}$$

Il fattore di correzione K si ricava dalla seguente espressione calcolata alle condizioni più critiche, con il liquame a 20 °C.

$$K = \frac{1}{\frac{C_{sx} - C_x}{a * \frac{C_s}{1,024^{(t - 20)}}}}$$

10.1.1.4.2. SISTEMA DI AERAZIONE

L'aerazione del comparto è prevista mediante insufflamento di aria compressa, con diffusori d'aria, a microbolle, ad alto rendimento disposti sul fondo della vasca.

Questo sistema, se correttamente dimensionato, oltre a fornire l'ossigeno richiesto per lo sviluppo delle reazioni biologiche è in grado di garantire:

- la dispersione uniforme dell'ossigeno nella miscela liquida;
- la liberazione, per stripping, dell'anidride carbonica e di eventuali altri gas prodotti dall'ossidazione delle sostanze organiche;
- l'intima miscelazione della massa biologica presente nelle vasche di ossidazione con i liquami in arrivo, cosicché i microorganismi siano riforniti adeguatamente dell'ossigeno occorrente al loro sviluppo;
- il mantenimento in sospensione delle particelle solide di biomassa, impedendo sedimentazioni indesiderate. Inoltre l'aerazione con insufflazione d'aria ha, sulla aerazione superficiale con turbine i seguenti vantaggi:
 - minor sensibilità alle basse temperature invernali: per effetto della compressione, l'aria insufflata è dotata di una temperatura abbastanza elevata, che favorisce il mantenimento nella massa liquida di una temperatura maggiore che con l'aerazione superficiale; valori riportati in letteratura inducono a ritenere che l'aerazione superficiale possa produrre abbassamenti di temperatura anche di oltre 10 °C rispetto a quelli rilevati con l'insufflazione d'aria.
 - forte capacità di ossigenazione: Gli elevati rendimenti dei moderni diffusori d'aria a microbolle, rendono il rapporto tra l'ossigeno effettivamente erogato ed i consumi di energia decisamente competitivo rispetto agli aeratori a turbina.

Il sistema di aerazione viene dimensionato per una portata superiore, per tener conto delle punte di carico prevedibili o impreviste e dell'eventuale diminuzione di rendimento dei diffusori in particolari circostanze di funzionamento.

I compressori d'aria prescelti sono del tipo a canale laterale

OSSIDAZIONE BIOLOGICA - VASCA DI OSSIDAZIONE

PARAMETRI	U.M.	Valori
Unità previste	n°	2
Larghezza	m	5
Lunghezza	m	5,5
Profondità idrica utile	m	4
Volume necessario	mc	126
Volume esistente	mc	220

OSSIDAZIONE BIOLOGICA – SISTEMA DI AERAZIONE

PARAMETRI	U.M.	Valori
Richiesta di ossigeno		
TOTALE RICHIESTA	KgO ₂ / KgBOD ₅	3.9
Rendimento diffusori	%	10
Portata di aria richiesta	Nm ³ /h	100

OSSIDAZIONE BIOLOGICA - DIFFUSORI D'ARIA

PARAMETRI	U.M.	Valori
Unità installate	n.	20
Portata unitaria	N m ³ /h * diff.	3.8
Rendimento trasferi-mento di ossigeno	%	15

OSSIDAZIONE BIOLOGICA - STAZIONE DI PRODUZIONE ARIA COMPRESSA

PARAMETRI	U.M.	Valori
Tipo di compressore		Canale laterale
Unità installate	n.	1+1
Portata unitaria	Nm ³ /h	400
Prevalenza	m c.a.	4
Velocità di rotazione	rpm	2900
Potenza installata	kW	5
Sistema di asservimento		timer

Il comparto è verificato

10.1.1.5. SEDIMENTAZIONE SECONDARIA

I liquami ossidati sono convogliati in un bacino a pianta rettangolare. L'unità di sedimentazione secondaria, nei sistemi a fanghi attivi, rappresenta il punto nevralgico dell'intero ciclo di trattamento biologico.

Il dimensionamento ottimale richiederebbe la conoscenza preventiva delle caratteristiche di sedimentabilità del fango biologico.

I criteri di dimensionamento, hanno tuttora natura essenzialmente empirica e indicano l'intervallo di variazione ammissibile per i parametri di controllo del processo.

Per la verifica si sono utilizzati i valori suggeriti dall'esperienza per i seguenti parametri:

- 1) Velocità ascensionale < 0,5 m/h alla portata media

- $< 1.5 \text{ m/h}$ alla portata di punta
- 2) Tempo di ritenzione $> 3 \text{ h}$ alla portata media
 $> 1 \text{ h}$ alla portata di punta
- 3) Carico superficiale di solidi sospesi (flusso solido limite)
- $< 6 \text{ Kg/m}^2\text{xh}$ alla portata media +portata di ricircolo
 $< 9 \text{ Kg/m}^2\text{xh}$ alla portata di punta nera
- 4) Altezza liquida in vasca compresa nel campo 2 -4 m

10.1.1.5.1. DESCRIZIONE DEL COMPARTO.

La vasca esistente è di forma rettangolare a fondo tipo tronco piramidale munita di air lift per l'estrazione del fango.

I liquami provenienti dalla fase di ossidazione-nitrificazione vengono immessi nel decantatore, attraverso una tubazione munita di fessure verticali successivamente alla separazione per sedimentazione delle particelle più grossolane il refluo viene inviato ad una vasca di stoccaggio e rilancio alla filtrazione.

La soglia di sfioro è costituita dal bordo della vasca.

Di seguito sono riportate tutte le caratteristiche dimensionali e funzionali dei sedimentatori finali.

SEDIMENTAZIONE SECONDARIA - VASCHE DI SEDIMENTAZIONE

PARAMETRI	U.M.	Inverno
Tipo	Quadrata	
Unità previste	n°	2
Altezza media liquame	m	4
Superficie utile unitaria	m ²	64
Superficie utile unitaria	m ²	16
Volume utile necessario	mc	74
Volume utile esistente	m³	350

SEDIMENTAZIONE SECONDARIA - PARAMETRI DI FUNZIONAMENTO

PARAMETRI	U.M.	Valori
Velocità ascensionale a Q24	m/h	0.32

Carico superficiale SS a Q24 + Qr	KgSS/m ² /h	28,8
-----------------------------------	------------------------	------

Il comparto è verificato

10.1.1.5.2. SOLLEVAMENTO DEI FANGHI BIOLOGICI DI RICIRCOLO E SUPERO

I fanghi biologici, decantati nella fase di sedimentazione secondaria, vengono estratti dai bacini di sedimentazione ed inviati ad un pozzetto di raccolta.

Il rapporto di ricircolo (r₀) del fango biologico (rapporto tra la portata di ricircolo Q_r e la portata di liquami influenti Q_i) necessario per mantenere nel comparto biologico la concentrazione C_a di biomassa desiderata, si ricava dal bilancio di massa delle sostanze sospese del comparto e può essere calcolato con la formula:

$$r_0 = \frac{C_A}{C_r - C_A} = \frac{Q_r}{Q_i}$$

dove C_r rappresenta la concentrazione del fango di ricircolo estratto dal comparto di sedimentazione secondaria (normalmente compreso tra 8 –12 Kg SS/mc, a seconda delle caratteristiche del fango - indice di Mohlmann - e dei sistemi di estrazione).

Per fare comunque fronte a qualsiasi evenienza, si è previsto che le coclee possano ricircolare una portata pari alla portata media affluente.

SOLLEVAMENTO FANGHI DI RICIRCOLO

PARAMETRI	U.M.	Valori
Eiettore idropneumatico		
Unità installate	n°	1

All'interno del sedimentatore è installata l'air lift per lo spurgo del fango di supero.

10.2. LINEA FANGHI

10.2.1. STABILIZZAZIONE AEROBICA – RICIRCOLO FANGHI - ISPESAMENTO FANGHI

I fanghi estratti della vasca di ossidazione sono caratterizzati da un elevato grado di putrescibilità, dovuto alla notevole quantità di sostanze organiche in essi ancora contenute (circa i 2/3 delle sostanze solide totali). Tali sostanze in parte vengono inviate in vasca di denitrificazione e nitrificazione per innestare i fenomeni di depurazione.

Inoltre, in essi si concentrano gran parte dei microrganismi originalmente presenti in enormi quantità nei liquami di origine civile, fra cui numerosi microrganismi patogeni. È quindi necessario sottoporre i fanghi, prima del loro smaltimento finale, ad un processo - detto di “stabilizzazione” - che li renda adatti a subire le successive manipolazioni senza inconvenienti di carattere igienico e facilitare la disidratazione.

Si mira, in sostanza, a diminuire la putrescibilità del fango ed a ridurre la carica batterica.

L’esperienza dimostra che un fango può considerarsi sufficientemente stabilizzato quando non dà più origine a cattivi odori, il che si realizza, in circostanze normali, quando ha subito una riduzione dei solidi volatili, in esso contenuti, di circa il 40%.

Al fine di evitare sgradevoli odori la vasca, comunque chiusa viene dotato di un insufflatore di aria..

RICIRCOLO FANGHI

PARAMETRI	U.M.	Valori
Unità previste	n°	1
Larghezza	m	1
Lunghezza	m	3
Profondità	m	4
Volume utile unitario esistente	m³	12
Volume necessario	m³	7

Successivamente i fanghi cristallizzati vengono inviati all’ispessimento

ISPESSIMENTO FANGHI

PARAMETRI	U.M.	Valori
Unità previste	n°	1
Larghezza	m	3
Lunghezza	m	4
Profondità	m	4
Volume utile unitario esistente	m³	48
Volume necessario	m³	20

Il comparto è verificato

11. TRATTAMENTI TERZIARI

11.1. ACCUMULO ACQUA GREZZA – RILANCIO FILTRI

L'effluente dalla sedimentazione viene raccolto in un bacino di accumulo avente dimensioni riportate di seguito. La vasca in questione sarà in grado di contenere la portata media prevista per un tempo sufficiente ad assicurare pertanto una costante alimentazione a filtri in pressione. La stessa acqua viene utilizzata per il controlavaggio.

La tabella seguente riporta i principali dati dimensionali

ACCUMULO ACQUA GREZZA

PARAMETRI	U.M.	Valori
Unità previste	n°	1
Larghezza	m	5
Lunghezza	m	4
Profondità	m	4
Volume utile unitario esistente	m³	80
Volume necessario	m³	10

Questo volume è considerato sufficiente per le esigenze del processo di affinamento successivo, che presenta altri volumi di accumulo intermedio

Dalla vasca preleveranno le pompe per l'alimentazione del successivo stadio di filtrazione su sabbia.

Le macchine previste avranno le seguenti caratteristiche.

PARAMETRI	U.M.	Valori
numero di unità	n°	1+1
tipologia	SOMMERSA	
portata	m ³ /h	20
prevalenza	mca	10
potenza installata	kW	1.2

11.2. FILTRAZIONE

Il filtro previsto per ottenere un'acqua corrispondente alla tabella 4 dell'allegato 5 alla parte terza del D LGS 152/06 è del tipo al quarzo e a carboni attivi e consente un maggiore accumulo volumetrico del solido sospeso con conseguente riduzione dell'intervallo e della durata dei controlavaggi.

Le condizioni operative potranno determinare la soluzione migliore per il funzionamento in continuo della seconda unità oppure il suo mantenimento in stand-by.

PARAMETRI	U.M.	Valori
numero		1
diametro nominale:	mm	800
portata operativa:	m ³ /h	10
pressione operativa/di progetto:	bar	2
temperatura operativa/di progetto:	°C	25
velocità di filtrazione:	m ³ /hm ²	10
portata acqua di controlavaggio:	m ³ /h	20
altezza fasciame:	mm	1500
numero di strati filtranti	n°	2

Tale filtro potrà garantire un taglio di filtrazione pari a 25 mm ed una conseguente rimozione del solido sospeso totale del 75% circa.

Il gruppo di filtrazione viene equipaggiato di 1 elettropompa centrifuga per il controlavaggio con acqua pulita stoccata in apposito serbatoio di accumulo, complete di valvole d'intercettazione e non ritorno, della portata di 20 mc/h e prevalenza 2 Bar

La pompa centrifuga per il controlavaggio ha le seguenti caratteristiche:

PARAMETRI	U.M.	Valori
n.		1
portata	m ³ /h	20
prevalenza	mca	20
Volume vasca contro lavaggio	m ³	80

I dreni del controlavaggio saranno convogliati in pressione alla vasca di equalizzazione iniziale.

La pompa di controlavaggio preleverà l'acqua dalla vasca di accumulo delle acqua filtrate ed il suo funzionamento sarà limitato rispetto al funzionamento normale di servizio.

Il comparto è verificato

11.3. DISINFEZIONE A RAGGI ULTRAVIOLETTI

Successivamente alla filtrazione e prima dell'immissione in canale e/o del riutilizzo per irrigazione superficiale l'acqua viene disinfettata tramite una stazione a raggi ultravioletti ad alta pressione.

12. CORPO RECETTORE FINALE E PUNTO PRELIEVO CAMPIONI

L'effluente dalla stazione di disinfezione a raggi ultravioletti, in cui insiste il punto prelievo campioni, viene inviato al sistema di sub irrigazione esistente.

13. APPROVVIGIONAMENTO IDRICO

L'approvvigionamento idrico avviene tramite Acquedotto Pubblico con normale contratto di fornitura. Pertanto l'acqua da trattare ha le caratteristiche di potabilità.

14. CARATTERISTICHE QUANTITATIVE E QUALITATIVE DEL CORPO RECETTORE

Per quanto riguarda il corpo recettore si rinvia alla reazione geotecnica, geologica e idrogeologica allegata. Preliminarmente si evidenzia che le trincee per sub irrigazione, in considerazione della permeabilità e dei litotipi affioranti negli strati superficiali, hanno uno sviluppo complessivo di circa 700 mt e sono poste a 70-80 cm dal piano campagna ad interasse di 3,00-3,50 mt l'una dall'altra. Esse sono poste nei piazzali di parcheggio in corrispondenza delle aiuole ivi persenti.

15. PUNTO PRELIEVO CAMPIONI

Il punto prelievo campioni è posto a monte del sistema di disinfezione con raggi ultravioletti.

16. IMPIANTO IDRAULICO

Il dimensionamento idraulico dell'impianto è stato effettuato con riferimento alla portata di massimo efflusso.

Nell'impianto sono stati previsti sia collegamenti idraulici in pressione, attraverso tubazioni in acciaio, che a pelo libero in canalette di conglomerato cementizio.

Le tubazioni di collegamento tra le varie unità di trattamento sono state dimensionate per mantenere la velocità del fluido che la percorre superiore al valore minimo richiesto per garantire una autopulizia interna della tubazione ed evitare fenomeni di sedimentazione.

16.1. CANALI A PELO LIBERO

Si è fatto riferimento, nell'ipotesi di moto uniforme, alla formula di Chezy, secondo la formulazione data da Gauckler-Strickler :

$$Q = cR^{1/6} A (Ri)^{0,5} \quad (a)$$

$$\text{dove: } R \text{ (m)} = \text{raggio idraulico} = \frac{A}{C}$$

C (m)	=	contorno bagnato
A (m ²)	=	area della sezione trasversale della corrente
c (m ^{1/3} s ⁻¹)	=	coefficiente di scabrezza (uguale a 75 nel caso di cls non perfettamente liscio)
i	=	pendenza del fondo

Per la valutazione della portata su stramazzo Bazin si è utilizzata la formula di Rehbock:

$$Q = (1,782 + 0,24 h/p) * h^{1.5} \text{ (in mc/s m di larghezza)} \quad \text{(b.1)}$$

dove: h_e (m)	=	$h + 0,0011$
h (m)	=	carico sulla stramazzo
p (m)	=	altezza della traversa

Per la misura su stramazzi triangolari vale la relazione:

$$q = 1,46 \times n \times h^{5/2} \times \tan a/2 \quad \text{valida per stramazzi a V} \quad \text{(b.2)}$$

dove:	
n	= numero di stramazzi a V
a	= angolo alla base

Per la misura su stramazzi rettangolari vale la relazione:

$$Q = \mu l h (2gh)^{0,5} \quad \text{(c)}$$

dove: Q (m ³ /s)	=	portata effluente dallo stramazzo
μ	=	coefficiente d'efflusso (uguale a 0,45 nel caso di parete grossa arrotondata, uguale a 0,8 nel caso di parete grossa non arrotondata)
l (m)	=	lunghezza del ciglio sfiorante
h (m)	=	carico idraulico sul ciglio sfiorante.

16.2. TUBAZIONI IN PRESSIONE

Le perdite di carico distribuite nelle tubazioni, nell'ipotesi di moto permanente, sono state valutate attraverso la classica formula di Darcy-Weisbach:

$$J = \frac{\lambda}{D} \frac{V^2}{2g} \quad \text{(d)}$$

dove: J	=	cadente piezometrica
V (m/s)	=	velocità media in condotta
D (m)	=	diametro nominale della tubazione

$g \text{ (m/s}^2\text{)} = \text{accelerazione di gravità}$

Tale formula può essere ridefinita in funzione del parametro di scabrezza di Bazin γ con una formulazione del tipo:

$$J = \frac{\beta}{D^5} Q^2 \quad (e)$$

Dove: $Q \text{ (m}^3\text{/s)} = \text{portata in condotta}$

$$\beta = 0.000857 \left(1 + \frac{2\gamma}{(D)^{0.5}}\right)^2 \text{ (parametro di scabrezza)}$$

$\gamma \text{ (m}^{1/2} \text{s}^{-1}\text{)} = 0.23 \text{ (coefficiente di scabrezza di Bazin corrispondente alla condizione cautelativa di tubazione in esercizio da molto tempo)}$

17. PROCESSO LAVORATIVO

Il processo lavorativo si basa sull'accoglienza e il servizio ai clienti della struttura, essa è composta da:

- sala di ricevimento;
- ristorante , cucina;
- bar;
- piscina;
- bungalow per ospiti;
- posto scarico camper, wc chimici;

Il cliente viene accolto da una piccola reception che fornisce indicazioni in merito all'evento per cui è chiamato.

Agli stessi ospiti viene servito il pranzo prodotto direttamente nelle cucine della struttura, dotate di sgrassatore e desolatore in uscita allo scarico.

Annesse a tale attività insistono bagni per i bisogni fisiologici degli ospiti.

Allo scarico viene inviato , pertanto, il reflu di bagni, delle attività di cucina e dei bungalow in cui sono accolti gli ospiti, nonché le acque di contro lavaggi dei filtri della piscina e gli scarichi dei camper (wc chimici).

Tali scarichi rientrano nella tipologia di scarico domestico.

18. CONCLUSIONI

L'impianto di depurazione realizzato ha la capacità idonea atta al trattamento in sicurezza delle acque che ivi pervengono per un carico massimo di 1500 AE di gran lunga superiore ai 1000 AE posti a base di calcolo, pertanto, risulta essere ben dimensionato e idoneo al trattamento delle stesse.

Dalla verifica effettuata sui vari comparti esso è conforme al RRP 26/2011 nonché allo scarico in tabella 4 dell'allegato 5 alla parte terza del D.Lgs 152/06.

Il Tecnico

Ing. Luca CARRIERI