



REGIONE SICILIANA ASSESSORATO ALLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'

DIPARTIMENTO DELLE
INFRASTRUTTURE, DELLA
MOBILITA' E DEI
TRASPORTI



MINISTERO DELLA GIUSTIZIA
TRIBUNALE DI CATANIA

DIPARTIMENTO
REGIONALE TECNICO



COMUNE DI CATANIA

NUOVI UFFICI GIUDIZIARI VIALE AFRICA CATANIA

CIG: 8204682DC3
CUP: D62H16000010002

ELABORATO:

MEC-03

MECCANICO

TITOLO DELL'ELABORATO:

Relazione tecnica - Impianto di Depurazione

COD. ELABORATO:

UG.PE.IMP.01.RE.03

SCALA:

REV:

00

DATA:

23-09-2021

GRUPPO DI LAVORO:

MANDATARIA:

Cibinel - Laurenti - Martocchia architetti associati

Arch. Fabio Cibinel

Arch. Roberto Laurenti

Arch. Giorgio Martocchia

Via Alessio Baldovinetti 19, 00142 Roma, P.IVA: 09133661000

MANDANTI:

Studio di Ingegneria Stancanelli-Russo

Ing. Antonio Russo

Ing. Ignazio Stancanelli

Ing. Emanuele Stancanelli

Ing. Anna Stancanelli

Arch. Francesca Garozzo

Ing. Vincenzo Sichera

Via De Caro 104, 95126 Catania, C.F./P.IVA: 03745630875

Ing. Claudio Consoli

Via Raona 1, 98050 Santa Marina Salina (ME), C.F.: CNSCLD53S28C351Y P. IVA: 02879640874

Ing. Melita Pennisi

Via Angelo Musco 13, 95021 Aci Castello (CT), C.F.: PNNMLT80D57C351D P.IVA: 04911730879

Comma engineering società di Ingegneria cooperativa

Ing. Giuseppina Cellino Cauda

Ing. Cesare Costantino

Ing. Salvatore Asero

Ing. Claudio Carbone

Arch. Salvatore Angelo Contraratto

Ing. Luigi Asero

Ing. Giulia La Ganga Vasta

Ing. Daniele Giovanni Pazzese

Ing. Salvatore Rigaglia

Ing. Antonino Russo

Arch. Antonino Salanitro

Via Aldebaran 21, 95124 Catania, C.F./P.IVA: 05459940879

Ing. Rosario Rosso

Via Salvatore Gueli 13, 97012 Chiaramonte Gulfi (RG), C.F.: RSSRSD8850501630
P.IVA: 01710260884

Dott. Geol. Salvatore Palillo

Via Fratelli Vigna, 94100 Enna, C.F.: PLLSVT67R29C342G P.IVA: 00593470167

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA

Impianto di depurazione biologico a fanghi attivi di tipo S.B.R. per il nuovo Tribunale di Catania, in Viale Africa. Portata giornaliera: 60 mc/die.

Premessa

In fase di stesura del progetto definitivo, abbiamo appreso che sul viale Africa, su cui si affaccerà il nuovo Tribunale di Catania, non è disponibile la rete fognaria pubblica atta a ricevere i reflui che saranno determinati dal nuovo insediamento.

Tale condizione ha determinato la necessità di prevedere un adeguato impianto di trattamento reflui il cui scarico venga convogliato ad una rete di sub-irrigazione dei circa 3.000 mq di area a verde presente ad est dell'edificio. Alla fine di tutto il ciclo di trattamento reflui l'acqua ottenuta sarà convogliata in una vasca finale e, da questa, dopo un'ulteriore disinfezione, sarà inviata, con una linea dedicata (AT - Acqua Tecnica), alle vaschette di scarico dei WC. Questa vasca servirà anche il sistema di irrigazione prevedendo all'interno del progetto un gruppo di pressurizzazione dedicato, da qui partirà la distribuzione dell'impianto di irrigazione. La sub-irrigazione sarà collegata al troppo pieno; solo in caso di mancato utilizzo di acqua per irrigazione e per i WC, interverrà la pompa sommersa prevista all'interno della vasca che distribuirà tale acqua in esubero verso la rete di sub-irrigazione prevista nell'area a giardino ad est dell'edificio.

Inoltre sarà prevista la predisposizione allo scarico in rete comunale su V.le Africa rimandando alla successiva fase di progettazione costruttiva, da parte dell'impresa esecutrice, la verifica con SIDRA sulla quota della condotta principale rispetto al livello stradale.

Secondo i dati comunicati dal Committente, il depuratore dovrà trattare, i liquami prodotti da tutti i dipendenti del Tribunale, ovvero magistrati, cancellieri, impiegati amministrativi e della polizia giudiziaria (in totale, circa cinquecento persone).

A questo numero, bisogna aggiungere il numero massimo di persone che, per motivi diversi, frequentano in modo non permanente, il Palazzo di Giustizia, quali CTU, CTP, avvocati e loro collaboratori, persone interessate alle udienze in programma in quel dato giorno, addetti alle pulizie, guardie giurate, addetti ai vari servizi tecnici (servizio idrico, elettrico, condizionamento dell'aria, etc.).

Il numero massimo di questo secondo gruppo di persone è difficilmente valutabile tuttavia, pur non rientrando fra le persone che stabilmente stazionano per tutto l'orario lavorativo all'interno del sito, ne terremo conto, in maniera cautelativa, aumentando del 20% la presenza ipotizzata di 500 persone portandolo a 600 unità.

In attività di questo tipo, si considera (fonte: ARPAV) che a cinque utenti possano corrispondere due abitanti equivalenti A.E.), tenuto conto della definizione di A.E. (un teorico abitante che produce giornalmente 250 litri di acqua reflua e 70 g. di BOD₅).

Considerato il rapporto sopracitato (5 utenti=2 A.E.), i 600 utenti di cui sopra corrispondono a 240 A.E. e i liquami prodotti avranno, pertanto, una portata giornaliera di 60 mc/die, con un BOD specifico di 280 mg/l di O consumato.

Inoltre, considerato che nella struttura di cui trattasi non si svolge alcuna attività di carattere residenziale, il liquame sarà caratterizzato da un elevato valore di azoto totale, risalente in buona parte all'urea $[CO(NH_2)_2]$, sostanza organica azotata che caratterizza l'urina. Ciò darà luogo ad un valore di TKN (Total Kjeldhal Nitrogen, azoto totale Kjeldhal) molto elevato, che può essere stimato pari a 60 mg/l.

La depurazione biologica descritta nel seguito è del tipo SBR (Sequencing Batch Reactor), una tecnica depurativa nella quale le diverse fasi (ossidazione e sedimentazione e denitrificazione) hanno luogo in tempi diversi ed in maniera sequenziale e non in spazi diversi come negli impianti a flusso continuo.

Trattamenti primari

Il liquame da trattare perverrà in un filtro rotativo a tamburo per la separazione dei corpi solidi con spaziatura 2,5 mm, e sistema di compattazione del residuo solido automatico, per poi passare da una stazione di sollevamento costituita da due pompe sommergibili da 0.55 kW con sistema automatico di estrazione.

Da questa stazione di sollevamento il liquame perverrà ad una vasca in cls di accumulo ed equalizzazione di 54.7 mc utili, dotata di due aeratori sommersi da 1,5 Kw, la cui funzione sarà quella di aerare il liquame in modo da evitare odori molesti ed omogenizzarlo per impedire la sedimentazione dei solidi residui.

Tale vasca sarà dotata di una coppia di pompe elettriche sommerse da 0.55 kW a girante arretrata che invieranno il refluo al successivo trattamento biologico secondario.

Trattamento secondario

Per quanto riguarda il trattamento secondario, i dati di progetto sono i seguenti.

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	VALORE
BOD ₅ specifico	mg/l di O ₂ consumato	280
Carico organico giornaliero (Co)	kg di BOD ₅ /die	16,8
Portata giornaliera (Qg)	mc/die	60
Fattore di carico organico (Fc)	kg di BOD ₅ /kg SS x die	0,08
Resa depurative (R)	%	95
Carico organico abbattuto giornaliero (Co abb/die)	kg di BOD ₅ abb/die	15,96
Carico organico abbattuto orario (Co abb/h)	kg di BOD ₅ abb/h	0,66

Il fattore di carico organico (Fc) adottato è stato scelto nel range 0,04-0,08, tipico degli impianti a fanghi attivi ad ossidazione totale, che non necessitano del digestore del fango di supero. Infatti, in tale tipo di impianti, nella stessa vasca di ossidazione, dove la flora batterica, che costituisce il fango attivo, viene fatta crescere fino alla concentrazione di 5 g/l, ha luogo sia la respirazione attiva, che la respirazione endogena.

Con la prima, i batteri depurano il liquame, con la seconda il fango si autodepura, nel senso che, non avendo ancora soddisfatto completamente le proprie esigenze metaboliche, attinge alle proprie riserve nutritive (soprattutto lipidi), fino al punto che molti batteri muoiono, diventando cibo per i rimanenti (cannibalismo batterico).

In tal modo, si riduce la frazione organica del fango attivo, che, una volta estratto (fango di supero), non è più putrescibile, rendendo così inutile il digestore dei fanghi. Tutto ciò è reso possibile da un regime alimentare a bassa intensità nutritiva, cioè appena da 40 a 80 grammi di cibo (BOD_5) per ogni chilo di batteri (SS, solidi sospesi) al giorno (F_c compreso fra 0,04 e 0,08 kg BOD_5 /Kg SS x die).

Relazione di calcolo

1) Calcolo della quantità di ossigeno richiesto

Scelto F_c , si può determinare il fattore di richiesta dell'ossigeno (F_o), che sarà pari a:

$F_o = 2,3 \text{ kg di } O_2 / \text{kg di } BOD_5 \text{ abb}$

Ciò permetterà di calcolare la richiesta di ossigeno nelle condizioni reali, AOR (Actual Oxygen Request):

$$AOR = C_o \text{ abb/h} \times F_o = 5,1 \text{ kg } O_2 / \text{h}$$

Bisogna adesso calcolare la richiesta di ossigeno delle condizioni standard, SOR (Standard Oxygen Request), attraverso la relazione:

$$SOR = AOR / K$$

Il fattore K, a sua volta, è dato da:

$$K = k' \times \alpha \times \beta = [C_s - C_e / C_s \times 1,024^{(T-20)}] \times \alpha \times \beta$$

Dove:

α = fattore di trasferimento di ossigeno

β = fattore di correzione della solubilità dell'ossigeno per la pressione

C_s = concentrazione dell'ossigeno a saturazione

C_e = concentrazione effettiva dell'ossigeno nella miscela aerata

T = temperatura media di esercizio

Alla temperatura di 20 °C ed a 1 atm di pressione, avremo:

$$K = 0,63$$

Quindi, sarà:

$$\text{SOR} = 8,1 \text{ kg O}_2 / \text{h}$$

Per tener conto dei tempi di sedimentazione ed estrazione del chiarificato propri degli SBR (Sequencing Biological Reactor), decidiamo di somministrare l'ossigeno in 18 anziché 24 ore.

Pertanto, sarà:

$$\text{SOR} = 2,41 \text{ kg O}_2 / \text{h}$$

Questa esigenza di ossigenazione sarà soddisfatta da quattro aeratori sommersi da 1.5 kW.

2) Calcolo del volume della vasca di ossidazione biologica

Per quanto riguarda il volume della vasca di ossidazione, esso può essere calcolato mediante la formula:

$$V_{ox} = (Q_g \times \text{BOD}_5) / (F_c \times \text{SS}_{ox})$$

Sostituendo ad ogni parametri il relativo valore avremo:

$$V_{ox} = 42 \text{ mc}$$

Il volume totale sarà incrementato di un 15%, per tener conto delle fasi di sedimentazione ed estrazione del chiarificato, per un numero di quattro cicli giornalieri.

Il volume effettivo sarà, dunque:

$$V_{ox} = 44.7 \text{ mc}$$

Nella vasca di ossidazione verranno installati **N.2 mixer elettrici sommersi da 0,75 Kw**, che verranno azionati ad aeratori spenti per la necessaria denitrificazione del refluo.

Senza aerazione, l'ossigeno disciolto scenderà al di sotto di 0,5 mg/l e, in tali condizioni, i batteri c.d. "facoltativi" avranno la capacità di trarre dal nitrato l'ossigeno necessario per i loro processi catabolici, cosicché il nitrato, privato dell'ossigeno, si trasformerà in azoto elementare che andrà in atmosfera.

Tale aspetto è molto importante, dato il limite molto restrittivo dell'azoto totale, per l'eventuale riuso delle acque reflue depurate.

Ciclo depurativo e sistema di telecontrollo

Pertanto, il ciclo depurativo avverrà attraverso le seguenti fasi:

- Riempimento - ossidazione biologica

- Sedimentazione
- Estrazione chiarificato
- Denitrificazione biologica

Le varie fasi saranno gestite in automatico dal quadro elettrico di comando dotato di un sistema di telecontrollo, che, attraverso la programmazione di un PLC, comanderà l'accensione degli aeratori, i tempi di sedimentazione e denitrificazione, nonché l'attivazione dei sistemi di estrazione del chiarificato. Sono previsti quattro cicli giornalieri, con l'estrazione di 15 mc ad ogni ciclo, per un totale di 60 mc/die.

Dopo l'iniziale fase di aerazione, gli aeratori verranno spenti per dar luogo alla sedimentazione. Il tempo di tale fase sarà regolato intorno ad un'ora. Successivamente verrà attivato il sistema di estrazione del chiarificato che, mediante due pompe sommergibili, preleverà il surnatante e lo invierà alla successiva vasca di circa 20 mc, aerata mediante N.1 aeratore sommerso da 1,5 kw, per l'accumulo dell'acqua depurata da inviare al successivo terzo stadio.

Nella fase di estrazione del chiarificato, ogni pompa sarà collegata, tramite un tubo corrugato flessibile, ad un sistema di galleggiamento, che permetterà l'estrazione del chiarificato 10 cm al di sotto del pelo liquido, in modo da escludere eventuali fanghi sfioccati flottanti.

Con il passare del tempo la quantità di fanghi in vasca di ossidazione aumenterà fino a quando sarà necessario estrarne una parte per mantenere la concentrazione ottimale (5-6 g/l).

A tale scopo, nella vasca di ossidazione, verrà installata una pompa sommergibile a girante arretrata da 1.2 kW, che invierà i fanghi in eccesso alla vasca di raccolta del fango di supero di 18 mc, aerata mediante N. 1 aeratori sommersi da 1,5 kw. In tale vasca, il fango subirà una migliore stabilizzazione ed un progressivo ispessimento, in attesa di un periodico smaltimento.

Dopo la fase di estrazione del chiarificato, verranno attivati i due mixer elettrici sommersi, completi di supporto fisso che, in carenza di ossigeno, permetteranno la riduzione dei nitrati ad azoto elementare (denitrificazione). Dopo la denitrificazione, riprenderà l'aerazione del successivo ciclo ossidativo.

L'ossigeno disciolto sarà misurato in continuo mediante un **ossidimetro completo di sonda a chemiluminescenza**, collegato al sistema di telecontrollo.

La programmazione del PLC del quadro elettrico permette, in automatico, di modificare i tempi delle varie fasi, in modo da ottenere un maggior numero di cicli, nel caso di un imprevisto aumento della portata giornaliera, registrata in continuo mediante un misuratore magnetico di portata, posto in testa all'impianto.

Terzo stadio

Il terzo stadio, indispensabile per rispettare i limiti molto restrittivi per lo smaltimento sul suolo o per il riuso, avrà le seguenti funzioni:

- Defosfatazione chimica;
- Filtrazione su sabbia e su carbone attivo
- Sterilizzazione chimica mediante ipoclorito di sodio
- Sterilizzazione fisica mediante raggi UV

Allo scopo, sulla mandata delle pompe di estrazione del chiarificato, verrà iniettato ipoclorito di sodio (contenuto in un tino da 100 lt), mediante una pompa dosatrice a membrana e, mediante una seconda pompa dosatrice a membrana, una soluzione di solfato di alluminio (contenuto in un tino da 100 lt).

Il primo reagente (ipoclorito di sodio) verrà aggiunto per la sterilizzazione del refluo depurato, il secondo (solfato di alluminio) per abbattere i fosfati, attraverso la formazione del sale insolubile AIPO (fosfato di alluminio).

L'acqua, così additivata, perverrà alla vasca di accumulo in cls da 20 mc, il cui volume è sufficiente a garantire il tempo minimo di contatto perché avvenga la sterilizzazione del refluo.

Da quest'ultima vasca il liquame depurato e sterilizzato verrà prelevato mediante un gruppo di pressurizzazione ed inviato ad un filtro a sabbia automatico da 10 mc/h di portata massima, dotato di una centralina elettronica di comando, seguito da un filtro a carbone attivo automatico, con portata massima di 7,5 mc/h.

L'acqua filtrata, infine, dopo essere stata additivata con sterilizzante, verrà inviata nella successiva vasca di accumulo finale in cls, da 80 mc da dove verrà periodicamente prelevata mediante un gruppo di pressurizzazione, additivata di aria mediante un idoneo compressore ed utilizzata per il contro lavaggio del filtro a sabbia, la cui acqua di reiezione verrà inviata alla vasca di accumulo/egualizzazione. Allo stesso modo, anche il filtro a carbone attivo subirà un periodico contro lavaggio.

In tale vasca di accumulo finale verrà installata una coppia di pompe elettriche sommerse, che invieranno l'acqua depurata alla subirrigazione, o al riuso previo passaggio attraverso uno Sterilizzatore a raggi UV (completo di quadro elettrico, lampade UV Long Life, controllo irraggiamento e set point di allarme).

Quadro elettrico di comando

Il quadro elettrico di comando avrà le seguenti caratteristiche.

- armadio completamente stagno IP 65 in resina isolante;
- dispositivi di comando e protezione, con circuiti ausiliari di comando in bt (24 Vac);
- trasformatore di sicurezza 400/230/24 Vac;
- interruttore di manovra/sezionatore con bloccoportello;
- selettori manuali/automatici;
- PLC, collegato ad un touch screen, per gli automatismi
- controllo remoto dell'impianto via internet;
- il tutto assemblato secondo norme CEI 64-8 e 23-51;
- certificazione secondo la legge 37-08.

VANTAGGI DI UN SISTEMA S.B.R.

I depuratori biologici SBR (Sequencing Batch Reactor) presentano numerosi vantaggi:

- Possibilità di garantire l'affidabilità del processo depurativo attraverso un sistema nel quale i parametri operativi sono controllati completamente in automatico;
- Miglior controllo della crescita di batteri filamentosi;
- Semplicità impiantistica e costruttiva;
- Assenza del ricircolo dei fanghi e dei relativi problemi (rising, bulking) e del ricircolo della miscela aerata, con incremento dei rendimenti di riduzione dell'azoto nitrico;
- Maggiori rendimenti nei confronti degli impianti tradizionali per effetto delle migliori condizioni della sedimentazione e della maggiore quantità di biomassa presente nel sistema;
- Facilità di ampliamento, quando necessario, grazie alla modularità del sistema

CARATTERISTICHE DELL'ACQUA EFFLUENTE ED IMPATTO AMBIENTALE

Fermi restando i dati di progetto, l'acqua effluente avrà caratteristiche analitiche a norma con i valori riportati **nella tab. 4 della legge 152/2006**, per gli scarichi sul suolo, mediante subirrigazione.

Il rendimento depurativo (superiore al 95%), garantito dall'impianto in oggetto, fa sì che l'acqua depurata non crei alterazioni alcuna all'ecosistema, né problemi di impatto ambientale.

L'impianto garantirà anche il rispetto dei limiti della **legge 185/2003**, sul riuso delle acque reflue depurate, permettendo di alimentare, attraverso una **rete duale**, tutti gli sciacquoni dei servizi igienici dell'intero edificio, con notevole risparmio idrico.

Eventuale smaltimento delle acque chiarificate non riutilizzate per la linea di alimentazione delle cassette dei WC sarà garantito attraverso una rete di subirrigazione.

Per il residuo smaltimento mediante subirrigazione, ci rifacciamo ai dati contenuti nella relazione del Geologo atta ad assicurare la salvaguardia di eventuali falde idriche sotterranee. Da tali dati si evince che data la natura del terreno di tipo "sabbia grossa e pietrisco", secondo quanto stabilito dai riferimenti normativi vanno garantiti 3 ml/A.E.

Pertanto risulterebbe necessaria una tubazione drenante da \varnothing 125 di estensione pari a:

$$3 \times 240 \text{ A.E.} = 720 \text{ ml}$$

Nel nostro caso specifico, tenuto conto che la gran parte delle acqua trattate saranno riutilizzate per la rete duale delle cassette WC, riteniamo di poter ridurre del 50 % la lunghezza della tubazione drenante.

$$720 \text{ ml} \times 0.5 = 360 \text{ ml}$$