Comune

SESTRI LEVANTE

Provincia

GENOVA

Titolo del progetto

IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE DI RAMAIA, A SERVIZIO DEI COMUNI DI SESTRI L., CASARZA L., CASTIGLIONE C.

Livello di progettazione	Settore di business	Disciplina
D - DEFINITIVO	I2 - DEPURAZIONE	GEN - GENERALE

Numero	Titolo	Scala
RT - 001	RELAZIONE GENERALE	-

ID Progetto	Titolo sintetico (nome file di stampa)	Codifica WBS
2017GESI0005-00	2017GESI0005-D-I2-GEN-RT-001.pdf	C10I2-L059-01-0002

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
03	17/01/2020	Integrazioni	ETC	PP	CZ
02	25/10/2019	Integrazioni	ETC	PP	CZ
01	09/08/2019	Aggiornamento layout	ETC	PP	CZ
00	28/06/2018	Emissione	ETC	PP	CZ

Redatto:

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TRENTO
dott. ing. Angelo Cantatore
Ingegnere civile e ambientale, industriale e dell'informazione
Iscritto al N. 2532 d'Albo - Sezione A degli Ingegneri

ing. Angelo Cantatore

Verificato:

ing. Pietro Pedrazzoli

Approvato:

ing. Christian Zanni

Funzione Ingegneria e realizzazioni
IRETI S.p.A. - Società con socio unico IREN S.p.A.
Sottoposta a direzione e coordinamento di IREN S.p.A.
Sede Legale: S.P.95 per Castelnovo Scrivia - 15057 Tortona (AL)
Cod.fisc. e P.IVA n° 01791490343 pec: ireti@pec.ireti.it

E.T.C. Engineering s.r.l.
Via dei Palustei 16, 38121 Meano (TN)
Tel./Fax: 0461 825966 - e-mail: info@etc-eng.it
Cod.fisc. e P.IVA n° 02067250221

INDICE

1 PREMESSA 5
2 RIFERIMENTI NORMATIVI 6
2.1 La normativa in materia di lavori pubblici 6
2.2 La normativa in materia di costruzioni 6
2.3 La normativa in materia di impianti elettrici 6
2.4 Caratteristiche richieste dell'effluente depurato 7
3 STATO ATTUALE 9
3.1 Inquadramento territoriale 9
3.2 Il sistema depurativo esistente 12
4 DATI DI PROGETTO 14
5 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI 18
5.1 Filiera di trattamento dell'impianto 18
5.2 Opere civili 23
5.3 Opere elettriche 26
6 CRITERI DI PROGETTAZIONE E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI 28
6.1 Criteri di progettazione di strutture e impianti 28
6.2 Caratteristiche dei materiali impiegati 33
6.2.1 Opere in c.a. 33
6.2.1.1 Calcestruzzo per elementi ordinari per opere a tenuta idraulica 34
6.2.1.2 Calcestruzzo autocompattante (SCC) per elementi di grandi dimensioni per opere a tenuta idraulica 35
6.2.2 Carpenterie metalliche 37
6.2.3 Carpenterie in legno 37
6.2.4 Opere elettromeccaniche e piping 38
6.2.5 Opere elettriche 39
7 INSERIMENTO ARCHITETTONICO E AMBIENTALE 40
8 CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA, PRODUZIONE DI RESIDUI SOLIDI, CONSUMO DI REAGENTI CHIMICI E FABBISOGNO DI ACQUA POTABILE 43
8.1 Stima del consumo medio di energia elettrica 43
8.2 Stima della produzione di residui solidi 44

8.3 Stima del consumo di chemicals 45
8.4 Stima del fabbisogno di acqua potabile 46
9 INTERFERENZE ESTERNE ED INTERNE 47
9.1 Manufatti esistenti 47
9.2 Reti aeree 47
9.3 Reti interrate 47
9.4 Abbattimento piante 48
10 INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO 49
11 TEMPISTICHE PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE 50
12 COSTI DELL'INTERVENTO 51

1 PREMESSA

Il presente documento rappresenta la relazione generale del progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto di depurazione delle acque reflue di Ramaia, a servizio dei comuni di Sestri Levante, Casarza Ligure, Castiglione Chiavarese.

L'obiettivo principale dell'intervento è il trattamento completo dei reflui fognari generati dall'ambito territoriale in esame in un unico impianto di depurazione centralizzato realizzato con tecnologie moderne e avanzate, garantendo quindi un maggior livello di efficacia, efficienza ed economicità rispetto a quanto possa avvenire con la gestione di più impianti ubicati in diverse zone. L'intervento stesso è assolutamente necessario dato che i due impianti esistenti di Sestri Levante (Baia) e di Riva Trigoso non sono autorizzabili allo scarico in base alla legislazione vigente e verranno pertanto dismessi una volta completate le opere di realizzazione del nuovo impianto oggetto del presente progetto e quelle di adeguamento e potenziamento della rete di collettamento fognario per il sollevamento al nuovo depuratore (queste ultime oggetto di un altro lotto di intervento).

La scelta dell'area in cui ubicare l'impianto e della tecnologia impiantistica da impiegare (MBR, *Membrane Biological Reactor*) è scaturita dalle valutazioni e dalle analisi effettuate in sede di Studio preliminare di fattibilità, a seguito delle quali è stato deciso di individuare come sito per la costruzione dell'impianto l'area di Ramaia, poco distante dal casello autostradale di Sestri Levante sulla A12.

L'impiego della tecnologia MBR consente di abbinare vantaggiosamente la provata affidabilità dei sistemi convenzionali a fanghi attivi e le elevate prestazioni depurative della filtrazione su membrana, garantendo un'elevatissima qualità dell'effluente depurato, con conseguenti benefici sull'ecosistema fluviale e marino, e limitando al contempo le volumetrie di processo e quindi l'occupazione di superfici.

Nel presente documento, dopo un richiamo dei principali riferimenti normativi alla base della progettazione definitiva (capitolo 2), viene fornito un inquadramento territoriale dell'area di intervento e viene descritta la configurazione attuale del sistema depurativo (capitolo 3). Il documento riepiloga quindi il quadro dei dati di progetto (capitolo 4) e illustra la soluzione progettuale proposta (capitolo 5). Il capitolo 6 è dedicato ad un riassunto dei criteri posti alla base delle scelte progettuali e delle principali caratteristiche dei materiali impiegati. Il capitolo 7 descrive la proposta relativa all'inserimento ambientale dell'impianto nell'area di intervento e alle sistemazioni esterne, permettendo di riqualificare la zona e renderla fruibile a fini ricreativi. Il capitolo 8 riporta le stime dei consumi di energia elettrica, della produzione di residui solidi da smaltire e del consumo di reagenti chimici attesi in fase di gestione del nuovo impianto in condizioni medie. Vengono poi analizzate le possibili interferenze riscontrabili in occasioni dei lavori con manufatti e reti aree e sotterranee esistenti (capitolo 9) e sono fornite indicazioni sugli aspetti da approfondire in sede di progettazione esecutiva (capitolo 10). Infine, nei capitoli 11 e 12 sono riepilogati le tempistiche di realizzazione dei lavori e il quadro economico degli interventi.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 LA NORMATIVA IN MATERIA DI LAVORI PUBBLICI

Il Progetto Definitivo è stato redatto ai sensi del D.Lgs. 50/2016. Va osservato che, ai sensi dell'Art. 23, comma 3, del D.Lgs. 50/2016, in attesa dell'emanazione e dell'entrata in vigore del decreto del Ministro delle infrastrutture e trasporti che dovrà definire i contenuti della progettazione nei tre livelli progettuali, il presente progetto definitivo viene redatto secondo quanto previsto dall'Art. 24 del D.P.R. 207/10.

2.2 LA NORMATIVA IN MATERIA DI COSTRUZIONI

L'intero compendio della progettazione strutturale si basa sui principi fondamentali contenuti nel D.M. 17.01.2018 – "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni". Le prestazioni e i requisiti di sicurezza relativi alle strutture sono stati pertanto valutati in relazione al complesso degli stati limite che verosimilmente possono verificarsi nel corso della vita utile di progetto degli edifici.
Per quanto attiene l'assegnazione dei carichi di progetto e le modalità di combinazione delle azioni e di conduzione delle verifiche agli stati limite ultimi e d'esercizio, si assumono come riferimento normativo principale i codici riconosciuti a livello internazionale, gli Eurocodici e le norme di calcolo nazionali contenute nel D.M. 17.01.2018.
Per l'elenco completo delle normative al riguardo si rimanda alla Relazione di pre-dimensionamento delle strutture (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-STR-RT-001).

2.3 LA NORMATIVA IN MATERIA DI IMPIANTI ELETTRICI

La progettazione dell'impianto elettrico è stata eseguita tenendo presente la seguente normativa:

- Legge n. 186/1968
- D.M. 37/2008
- D.Lgs 81/08 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, integrato dal D.Lgs 106/09
- Legge 18.10.1977 n. 791 "Attuazione della direttiva CEE relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione".
- Direttiva Bassa Tensione 73/23 CEE
- Direttiva compatibilità elettromagnetica 89/336 CEE
- Immunità alle interferenze secondo EN50082-2 (95)
- Emissioni di interferenze secondo EN50081-2 (94)
- Le prescrizioni e indicazioni del locale comando dei Vigili del Fuoco e delle autorità locali.

- Le prescrizioni e le indicazioni dell'ENEL, per quanto di loro competenza nei punti di consegna
- Le prescrizioni della TELECOM.
- Eventuali prescrizioni o specifiche del Committente.

Le norme tecniche seguite sono quelle dei Comitato Elettrotecnico Italiano, e in particolare:

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua.
- CEI 11-1: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica.
- CEI C.T. 3 Segni grafici (tutte le norme)
- CEI 17-13: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri B.T.)
- CEI 81-10/1: Principi generali
- CEI 81-10/2: Valutazione del rischio
- CEI 81-10/3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI 81-10/4: Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.

La normativa CEI è regolamentata, oltre che per l'installazione dell'impianto, anche per i suoi componenti. Citiamo a titolo d'esempio: gli accumulatori (CT 21), le apparecchiature a bassa tensione, quali interruttori automatici, prese a spina, tubi protettivi, apparecchi di comando, commutatori, connettori, interruttori differenziali, ecc. (CT 23), i condensatori (CT 33), le lampade (CT 34), i trasformatori di misura (CT 38), gli involucri di protezione (CT 70), gli apparecchi utilizzatori (CT 107).

2.4 CARATTERISTICHE RICHIESTE DELL'EFFLUENTE DEPURATO

Ai fini strettamente normativi, l'impianto deve garantire un effluente conforme a quanto previsto dal D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152; più in particolare deve **rispettare i limiti qualitativi per lo scarico in acque superficiali ai sensi delle tabelle 1 e 3 dell'Allegato 5 alla Parte Terza del D.Lgs. 152/06** e dovrà quindi essere autorizzato in tal senso.

Tuttavia, come specificato nel paragrafo 5.1, la necessità di limitare la minimo gli spazi occupati dal nuovo depuratore ha fatto propendere per l'impiego della tecnologia MBR. Tra i vantaggi di tale tecnologia, che sfrutta il processo di chiarificazione del fango mediante ultrafiltrazione su membrana, c'è quello di generare un'effluente depurato di elevatissima qualità, al punto da consentire, con l'introduzione di ulteriori minime implementazioni impiantistiche (nel caso specifico limitate ad una stazione di dosaggio di reagente chimico flocculante per l'abbattimento del fosforo per precipitazione in simultanea), il rispetto delle caratteristiche richieste dal D.M. 12 giugno 2003, n. 185 per il riutilizzo delle acque reflue, più restrittive rispetto ai limiti qualitativi previsti dal D.Lgs. 152/06. Ciò permette di conseguire un più elevato livello di protezione ambientale e consente

l'eventuale futuro reimpiego dell'acqua depurata per le destinazioni d'uso ammissibili. Peraltro, a tal riguardo, l'Amministrazione Comunale di Sestri Levante ha già prospettato in via informale l'interesse per il possibile riuso dell'effluente depurato prodotto dall'impianto per l'irrigazione dei parchi cittadini o a scopi antincendio. Visto che i costi aggiuntivi indotti risultano trascurabili, il nuovo impianto di depurazione è stato pertanto progettato prevedendo tutte le predisposizioni volte a semplificare, in futuro, la realizzazione di un sistema di riutilizzo dell'effluente. Esso sarà in ogni caso oggetto di un progetto dedicato, per il quale dovrà essere seguito lo specifico iter autorizzativo previsto dalla normativa vigente.

In sintesi, i principali standard qualitativi da rispettare allo scarico sono riassunti in Tabella 1.

Tabella 1: Limiti previsti allo scarico ai sensi del D.M. 185/2003

Parametro	Unità di misura	Valore	Note
Sostanza organica come BOD_5	mgBOD_5/L	**20**	
Sostanza organica come COD	mgCOD/L	**100**	
Solidi sospesi totali (SST)	mgSST/L	**10**	
Azoto totale (TN)	mgN/L	**15**	
Azoto ammoniacale (come NH_4)	mgNH_4/L	**2**	Corrispondente a 1.67 mgN-NH_4/L
Fosforo totale (TP)	mgP/L	**2**	
Escherichia coli	UFC/100 mL	**10** **100**	Limite da rispettare sull'80% dei campioni Valore massimo puntuale

3 STATO ATTUALE

3.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il contesto territoriale entro il quale si colloca il progetto è quello costiera di levante della Liguria. L'area di progetto fa parte del sistema periurbano di Sestri Levante, sulla piana alluvionale, a poche decine di metri dal torrente Gromolo ed ai piedi del monte Caddio. È localizzata nella zona nord-est del comune di Sestri Levante, in località denominata "Ramaia". È situata in posizione defilata dal mare e dal centro residenziale storico, marginale rispetto ai principali sistemi del paesaggio vallivo, delle emergenze storico-culturali e delle eccellenze di Sestri, è formalmente diviso dal resto della città dal passaggio dell'A12 Genova-Roma e dal grande vincolo autostradale Riviera sud. L'accesso diretto dal lotto alla strada provinciale SP44 (Via Santa Vittoria), permette il collegamento diretto a ovest con lo svincolo autostradale e al centro di Sestri e a nord-est con l'intero sistema della Val Petronio, facilitato dalla presenza della linea di trasporto pubblico su gomma. Dall'area di progetto ha inizio il sentiero pedonale che, lambendo il cimitero di S.Margherita di Fossa, tra uliveti e coltivi terrazzati, attraversa le fasce boscate del monte Caddio e arriva a Casarza Ligure.

Le particelle catastali su cui è prevista la realizzazione dell'impianto sono individuate ai mappali 358 e 381 del foglio 22 del C.C. di Sestri Levante. La p.f. 358 è già di proprietà del Comune di Sestri Levante, mentre per la p.f. 381 è stato stipulato in data 19/06/2019 il compromesso di vendita tra l'attuale proprietario (Levante S.r.l.) e il Comune di Sestri Levante (Protocollo ME002486-2019-A). Il Comune di Sestri Levante ha a sua volta costituito il diritto di superficie e uso a favore di IREN ACQUA S.p.A. in data 12/07/2019. Più in dettaglio, l'area occupa una porzione di circa 5000 m^2 della p.f. 358 e la totalità della p.f. 381 (7780 m^2), come evidenziato nella planimetria catastale (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-GEN-EG-004). La superficie complessiva interessata ammonta quindi complessivamente a circa 12780 m^2. Sulla parte restante della p.f. 358 è prevista la riqualificazione dell'area sportiva esistente, con realizzazione di un palazzetto dello sport, relativi servizi e sistemazione esterna a verde e parcheggi (opere non comprese nel presente progetto).
A qualche decina di metri dall'area di intervento scorre come detto il Gromolo, corso d'acqua a carattere torrentizio che attraversa l'intero territorio comunale.



Figura 1: Ortofoto con indicata l'ubicazione dell'area di intervento

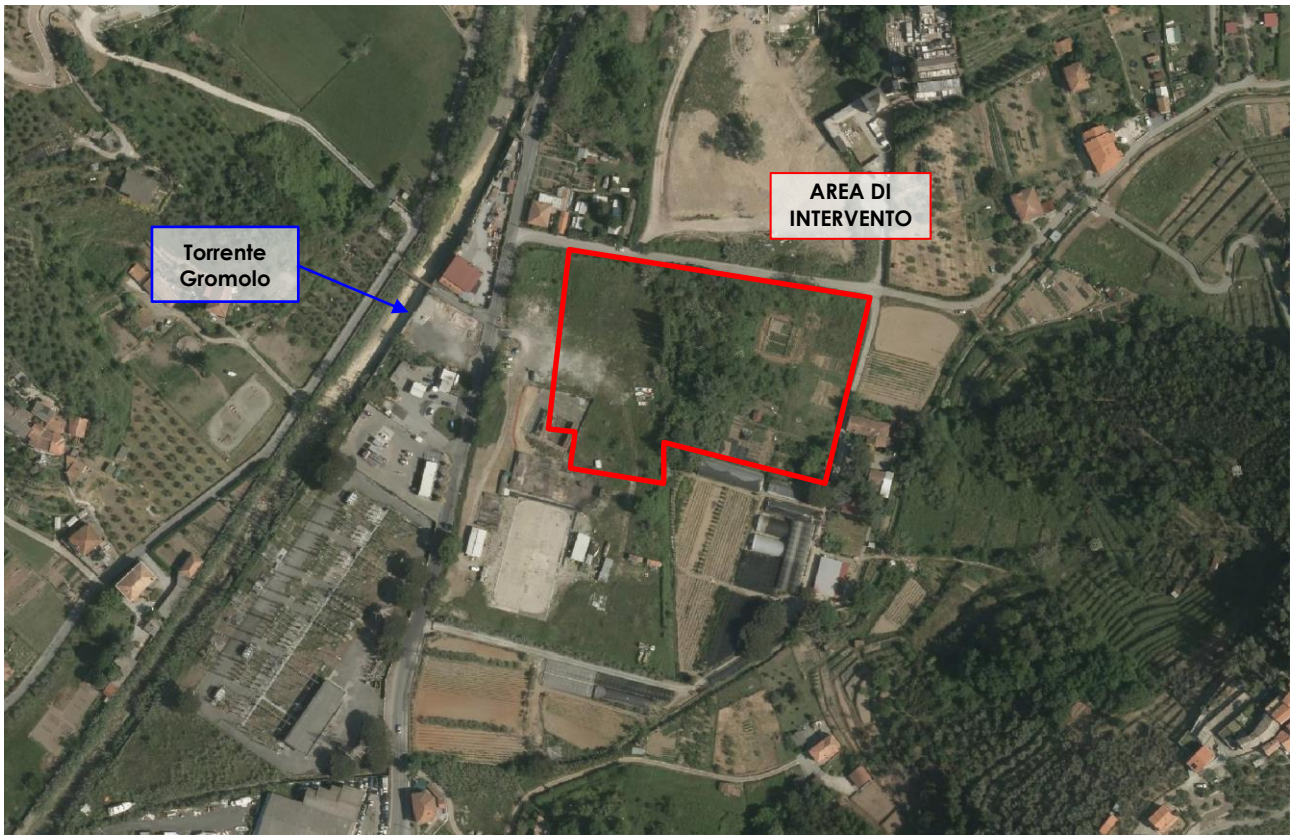


Figura 2: Vista aerea di dettaglio dell'area di intervento

Nonostante l'innegabile pregio ambientale della valle del Gromolo, ancora in buona parte intatta e ad uso agricolo, la piana di fondovalle in cui è prevista la realizzazione del depuratore risulta al momento compromessa dal punto di vista paesaggistico, a causa della presenza di varie attività ad alto impatto sul territorio (quali la centrale elettrica, l'autolavaggio, il distributore di carburante e i capannoni commerciali). La stessa p.f. 358 su cui parzialmente insiste l'area d'intervento costituisce al momento un elemento di degrado, in quanto occupata da una pista di pattinaggio e da uno skate park, di cui solo la prima in discrete condizioni e ancora utilizzata (Figura 3), mentre il secondo, costituito da due half-pipe e da alcune skate ramp, è inutilizzabile in quanto in condizioni ormai fatiscenti (Figura 4).



Figura 3: Pista da pattinaggio a rotelle



Figura 4: Half-pipe e skate ramp in disuso

3.2 IL SISTEMA DEPURATIVO ESISTENTE

Allo stato attuale l'intero territorio risulta servito da due distinti impianti di trattamento, che ad oggi risultano **entrambi non autorizzabili** perché non adeguati a garantire il rispetto dei limiti per lo scarico in acque superficiali imposti dalle Tabelle 1 e 3 dell'Allegato V alla Parte terza del D.Lgs. 152/06. Si tratta degli impianti di Sestri Levante (Baia) e Riva Trigoso, descritti sinteticamente di seguito.

- **Impianto di Sestri Levante (Baia)**

L'impianto di Sestri Levante è costituito dai seguenti comparti di trattamento:

- n. 2 rotostacci;
- vasca di dissabbiatura-disoleatura;
- vasca di stabilizzazione;
- vasca di ispessimento fanghi;
- decanter per disidratazione meccanica dei fanghi;
- scarico a mare mediante condotta sottomarina lunga 1105 metri a profondità di 38 m

Per l'impianto in oggetto era stata rilasciata autorizzazione provvisoria ai sensi dell'art. 19 della L.R. 43/95, PD n. 45 del 18.4.1996 nel rispetto dei limiti di tabella 4 della L.R. 43/95, per i primi sei mesi, e di tabella 5 per i successivi. Originariamente il Piano di Adeguamento approvato con delibera della G.P. n. 4296 del 31.10.84 rilasciato ai sensi della L.R. 38/82, prevedeva per l'impianto in oggetto la realizzazione di una fase biologica (classe 1). Successivamente la Regione Liguria, nella stesura del

Piano Regionale di Risanamento delle Acque, approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 53 del 03/07/1991, ha previsto la realizzazione della sola classe 2.
Successivamente a causa degli innumerevoli superamenti dei limiti previsti dalla norma e dal Provvedimento Dirigenziale, l'autorizzazione n. 45 del 1996 è stata revocata con Provvedimento Dirigenziale n. 708 del 03/09/1999.
L'impianto è di frequente soggetto a sanzioni per superamento limiti allo scarico a seguito delle analisi effettuate da ARPAL.

- **Impianto di Riva Trigoso**

L'impianto di Riva Trigoso è costituito da una stazione di sollevamento, una semplice stazione di grigliatura fine a 2 mm su due rotostacci e una condotta sottomarina di scarico a mare a gravità, sfruttando la quota geodetica di +2.85 m s.l.m. del pozzetto piezometrico di carico. L'impianto raccoglie circa il 40% degli scarichi dell'abitato di Sestri Levante oltre quello dei Comuni di Casarza Ligure e Castiglione Chiavarese, attraverso un collettore intercomunale.
I due rotostacci sono dotati di una pressa idraulica della mondiglia con sistema di insaccamento. I rotostacci e la pressa sono installati in un ex bunker della difesa costiera risalente alla Seconda Guerra mondiale adattato, nel corso degli anni, all'impiantistica che vi veniva installata.
Il pozzetto di sollevamento iniziale è interrato con n.3 pompe installate. È presente anche un collegamento di by pass dei rotostacci con scarico diretto a mare in caso di emergenza o mancanza di alimentazione. L'ambiente interno è dotato di un impianto di aspirazione dell'aria e trattamento di deodorizzazione su filtro a secco.

4 DATI DI PROGETTO

4.1 QUADRO DEI DATI DI PROGETTO

La definizione del quadro dei dati di progetto da assumere alla base delle verifiche di dimensionamento di processo e idraulico ha fatto riferimento agli approfondimenti tecnici condotti da IRETI in fase di redazione dello Studio preliminare di fattibilità tecnica ed economica, basati sull'analisi dei dati storici raccolti da Mediterranea delle Acque negli ultimi anni e su una campagna di analisi e rilievi integrativi effettuata tra agosto 2014 e ottobre 2015. È stato così possibile stabilire, tenendo conto anche dei possibili futuri incrementi del bacino di utenza servito, i carichi inquinanti e idraulici da trattare. Inoltre, il significativo incremento del numero di abitanti da servire nel periodo estivo per effetto dell'importante afflusso turistico richiede di verificare l'adeguatezza dell'impianto sia in condizioni di **alta stagione** (periodo estivo, appunto) che in condizioni di **bassa stagione** (il resto dell'anno), prevedendo gli opportuni accorgimenti per massimizzare la flessibilità gestionale e l'affidabilità operativa.

Le verifiche di dimensionamento delle sezioni di pre-trattamento e di trattamento terziario, che vengono effettuate sulla base di criteri correlati essenzialmente ai carichi idraulici applicati, sono state condotte con riferimento alle portate medie e massime di progetto nei periodi di alta e bassa stagione, ricavate dall'analisi dei bacini di utenza effettuata in sede di Studio preliminare di fattibilità tecnica ed economica.

Le verifiche di processo delle sezioni di trattamento secondario e della linea fanghi sono state invece condotte in **due diversi scenari di temperatura e di carichi inquinanti**:

- **Scenario AS-MC (alta stagione - medio carico)**: periodo estivo, con temperatura minima di riferimento di **20 °C** e concentrazioni dei principali macroinquinanti pari ai **valori medi** di progetto del periodo;
- **Scenario BS-MC (bassa stagione - medio carico)**: resto dell'anno, con temperatura minima di riferimento di **12 °C** e concentrazioni dei principali macroinquinanti pari ai **valori medi** di progetto del periodo.

Per quanto riguarda la linea acque, i risultati ottenuti da queste simulazioni hanno permesso di determinare le condizioni operative e le prestazioni depurative attese nei due periodi stagionali considerati. Le verifiche effettuate negli scenari con carichi inquinanti medi in ingresso sono state considerate anche al fine di determinare la produzione attesa di fanghi di supero su cui dimensionare le sezioni di trattamento della linea fanghi.

In aggiunta agli scenari di medio carico, sono state effettuate delle verifiche in **due scenari di alti carichi inquinanti in ingresso**, considerando i medesimi periodi stagionali in termini di temperatura e le medesime portate medie di progetto, ma in corrispondenza dell'85° percentile delle relative

concentrazioni inquinanti, desumibili dai risultati ottenuti dalla campagna di monitoraggio effettuata:

- **Scenario AS-AC (alta stagione - alto carico)**: periodo estivo, con temperatura minima di riferimento di **20 °C** e concentrazioni dei principali macroinquinanti pari all'**85° percentile** dei valori ricavati dalla campagna di monitoraggio per il periodo;
- **Scenario BS-AC (bassa stagione - alto carico)**: resto dell'anno, con temperatura minima di riferimento di **12 °C** e concentrazioni dei principali macroinquinanti pari all'**85° percentile** dei valori ricavati dalla campagna di monitoraggio per il periodo.

Le simulazioni di processo condotte in questi scenari hanno permesso di dimensionare le apparecchiature elettromeccaniche facendo riferimento alle condizioni più gravose di esercizio.

Va inoltre sottolineato che **il dimensionamento dei sistemi di aerazione dei comparti biologici e della sezione di stabilizzazione aerobica** è stato effettuato considerando **le temperature massime attese nei vari periodi stagionali** (assunte pari a **28 °C** e **24 °C** rispettivamente per il periodo di alta stagione (estate) e quello di bassa stagione (resto dell'anno). Tali condizioni risultano infatti le più gravose per i sistemi di aerazione per effetto della riduzione della solubilità dell'ossigeno in acqua con l'aumento della temperatura.

I dati di riferimento per i diversi scenari di verifica sono riepilogati in Tabella 2.

Tabella 2: Quadro dei dati di progetto nei diversi scenari di verifica considerati

Parametro	**Unità di misura**	**Scenario**			
		ALTA STAGIONE		**BASSA STAGIONE**	
		Medio carico (AS-MC)	**Alto carico (AS-AC)**	**Medio carico (BS-MC)**	**Alto carico (BS-AC)**
Portate di progetto					
Bacino di utenza servito	**AE**	**70000**	**70000**	**46000**	**46000**
Dotazione idrica pro-capite	L/AE/d	200	200	200	200
Coefficiente di afflusso in fognatura	-	0.80	0.80	0.80	0.80
Portata media nera Q_m	m^3/d m^3/h	11200 **467**	11200 **467**	7360 **307**	7360 **307**
Portata massima a pre-trattamento $Q_{pm}=5 \cdot Q_m$	m^3/h	**2333**	**2333**	**1533**	**1533**
Portata massima a trattamento biologico $Q_{pb}=3 \cdot Q_m$	**m^3/h**	**1400**	**1400**	**920**	**920**
Caratteristiche qualitative del refluo in ingresso					
Sostanza organica come BOD_5	**mgBOD_5/L**	**350**	**450**	**250**	**300**
Sostanza organica come COD	**mgCOD/L**	**700**	**900**	**500**	**600**
Azoto totale (TN)	**mgN/L**	**45.0**	**62.5**	**45.0**	**62.5**
Solidi sospesi totali (SST)	**mgSST/L**	**450**	**800**	**250**	**300**
Fosforo totale (TP)	**mgP/L**	**11.3**	**12.5**	**11.3**	**12.5**
Alcalinità	mg$CaCO_3$/L	112	112	112	112

Carichi di inquinanti in ingresso					
Sostanza organica come BOD_5	kgBOD_5/d	3920	5040	1840	2208
Sostanza organica come COD	kgCOD/d	7840	10080	3680	4416
Azoto totale (TN)	kgN/d	700	700	460	460
Solidi sospesi totali (SST)	kgSST/d	5040	8960	1840	2208
Fosforo totale (TP)	kgP/d	126	140	83	92
Potenzialità dell'impianto su base BOD_5 (60 gBOD_5/AE/d)	AE	65333	84000	30667	36800
Frazionamento del COD nel refluo in ingresso					
Frazione di COD solubile biodegradabile	-	0.20	0.20	0.20	0.20
Frazione di COD solubile non biodegradabile	-	0.05	0.05	0.05	0.05
Frazione di COD particolato biodegradabile	-	0.60	0.60	0.60	0.60
Frazione di COD particolato non biodegradabile	-	0.15	0.15	0.15	0.15
Temperature in vasca					
Temperatura minima di progetto	**°C**	**20**	**20**	**12**	**12**
Temperatura massima (per il dimensionamento dei sistemi di aerazione)	°C	28	28	24	24

4.2 STIMA DELL'APPORTO DI REFLUI DI ORIGINE INDUSTRIALE

Il refluo attualmente afferente alla rete fognaria dell'agglomerato è caratterizzato da ridotti apporti di origine industriale. Secondo le autorizzazioni allo scarico in fognatura attualmente in vigore, condizionate al rispetto dei limiti di emissione in rete fognaria previsti dalla Tabella 3 (II colonna) dell'Allegato 5 alla Parte Terza del D.Lgs. 152/06, l'apporto complessivo massimo dei reflui di origine industriale è equivalente a circa 380 AE[1]. Rispetto ai carichi medi di progetto afferenti all'impianto nei periodi di alto e basso carico, tale apporto incide rispettivamente per lo 0.6% e l'1.2%.

Oltre a tali scarichi industriali sono presenti nel territorio quelli generati dalle acque di vegetazione dei frantoi oleari presenti sul territorio comunale (ad oggi risulta autorizzato solamente lo scarico della Olivicoltori Sestresi Società Cooperativa) che ai sensi dell'art. 101 comma 7bis del D.Lgs. n°152 del 3 aprile 2006, risultano assimilate alle reflue domestiche. I reflui oleari sono però caratterizzati da concentrazioni particolarmente elevate di alcuni dei parametri previsti dalla Tabella 3 dell'Allegato 5 alla Parte Terza del D.Lgs. 152/06 (quali in particolare BOD_5, COD, SST, grassi, oli e fenoli). Per l'autorizzazione allo scarico degli stessi si farà riferimento a quanto previsto dal "Regolamento di utenza del Servizio Idrico Integrato" recentemente approvato dalla città metropolitana con Delibera di Consiglio metropolitano n°32/2019, all'Art. 43 e all'Art.48. Stando a quanto ad oggi autorizzato in

[1] Si ricorda che, ai sensi dell'art. 74 del D.Lgs. 152/06, con abitante equivalente (AE) si intende il carico organico biodegradabile convogliato in fognatura da utenze civili o assimilabili, avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD_5) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno.

via sperimentale, l'apporto massimo generato dallo scarico dal frantoio citato genera un carico inquinante corrispondente a 3300 AE, valutato compatibile con il funzionamento dell'impianto.
Va sottolineato che, ai sensi dell'Art. 43 del Regolamento servizio utenze, qualsiasi autorizzazione in deroga è comunque subordinata alla preventiva emissione di un parere da parte del gestore del sistema di depurazione e, comunque, al pre-trattamento del refluo prima dello scarico in fognatura secondo le indicazioni fornite dal gestore stesso. Questo sarà quindi l'iter da seguire anche in futuro per qualsiasi eventuale nuova richiesta di autorizzazione allo scarico in fognatura da parte di altri frantoi presenti sul territorio. A tal riguardo, va peraltro considerato che lo scarico dei reflui oleari da parte dei frantoi avviene esclusivamente nel periodo della molitura (tra novembre e marzo). Pertanto, esso contribuisce ai carichi afferenti all'impianto di depurazione esclusivamente nel periodo di basso carico, durante il quale l'impianto risulta caratterizzato da un ampio margine di potenzialità di trattamento residua, in particolare nei confronti dei parametri inquinanti maggiormente significativi per i reflui oleari. Ciò rappresenta quindi un importante fattore che potrà essere tenuto in considerazione dal gestore per valutare eventuali future richieste di autorizzazione allo scarico in deroga che dovessero pervenire dai frantoi.

5 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI

5.1 FILIERA DI TRATTAMENTO DELL'IMPIANTO

La scelta della tecnologia impiantistica da adottare è scaturita da un'approfondita analisi svolta in sede di Studio preliminare di fattibilità, confrontando le soluzioni tecniche che potessero garantire il conseguimento stabile delle elevate efficienze depurative desiderate e consentire al contempo una gestione efficiente, flessibile ed affidabile nel contesto di progetto.

Ai fini della loro applicabilità, le opzioni impiantistiche considerate sono state:

- Impianto tradizionale a fanghi attivi (Activated Sludge Process)
- Impianto MBR (*Membrane Biological Reactor*)
- Impianto MBBR (*Moving Bed Biofilm Reactor*) in versione base e IFAS

L'analisi condotta ha fatto propendere per la tecnologia MBR, che consente di abbinare vantaggiosamente la provata affidabilità dei sistemi convenzionali a fanghi attivi e le elevate prestazioni della filtrazione su membrana, garantendo un'elevatissima qualità dell'effluente depurato, come confermato dalle numerose installazioni già presenti in Italia e nel mondo, tra le quali alcune significative anche nel contesto territoriale ligure (si citano ad esempio gli impianti di Genova-Quinto, Santa Margherita Ligure, Recco, Levanto e il costruendo impianto di Rapallo).

Un ulteriore vantaggio, risultato decisivo nella scelta, è legato al fatto che la tecnologia MBR permette più di ogni altra di limitare i volumi impiantistici, consentendo di limitare l'occupazione di superfici e quindi l'impatto territoriale, a tutto vantaggio del contesto circostante l'impianto. Questi elementi sono particolarmente importanti nel caso in esame in quanto il territorio afferente all'impianto è ad alto pregio ambientale e ad alta vocazione turistica, con spazi disponibili ridotti ed economicamente impegnativi proprio perché principalmente destinati ad altro uso.

5.1.1 Linea acque

L'impianto MBR di Ramaia è ospitato interamente all'interno di un capannone. La filiera di trattamento della **linea acque** è composta da:

- **condotta di arrivo liquami** dalla nuova stazione di sollevamento fognario, realizzata nell'ambito di un altro lotto di lavori, sul cui tratto terminale verrà installato un misuratore di portata elettromagnetico con sistema valvolato di by-pass. Il limite di batteria è individuato dal punto di connessione con il nuovo collettore fognario, posto in corrispondenza del pozzetto interrato di by-pass del misuratore, mostrato nella planimetria 2017GESI0005-00-D-I2-IMP-EG-003;
- **stazione di grigliatura grossolana**, realizzata su due griglie automatiche a barre con spaziatura 20 mm installate in canale, con predisposizione di un terzo canale di by-pass;

- **stazione di grigliatura fine**, su tre griglie a cestello in cassone con luci di passaggio di 1.5 mm a foro circolare e sistema di compattazione del materiale grigliato costituito da due filtrocolee compattatrici in contenitore;
- **sezione di dissabbiatura-disoleatura**, su tre impianti compatti in cassone longitudinale aerato, munito di sistema di estrazione di sabbie e grassi, e due classificatori/lavatori delle sabbie separate;
- **ripartitore di portata alle linee di trattamento biologico**, con sistema automatizzato di by-pass allo scarico dell'aliquota di portata eccedente $Q_{pb}=3\cdot Q_m$;
- **quattro linee di trattamento secondario con tecnologia MBR operanti in parallelo**, composte da:
  - n. 4 linee di trattamento biologico configurato secondo lo schema di pre-denitrificazione/nitrificazione;
  - n. 1 canale comune di raccolta e distribuzione del fango alle celle di filtrazione;
  - n. 4 celle di ultrafiltrazione a membrana;
  - n. 2 vasche di deossigenazione, ciascuna equipaggiata con 2+1R pompe di sollevamento dei fanghi ai canali di ricircolo in testa al trattamento biologico;
  - n. 1 vasca di accumulo del permeato con funzione di polmone in occasione delle operazioni di lavaggio delle membrane;
- **una stazione di dosaggio di soluzione di cloruro ferrico al 40% per la defosfatazione chimica in simultanea**, con immissione nel canale di distribuzione alle linee biologiche;
- **una stazione di dosaggio di soluzione di idrossido di sodio al 30% per l'eventuale correzione del pH**, con immissione ne canale di distribuzione alle linee biologiche;
- **un comparto di disinfezione finale dell'effluente mediante irraggiamento UV**, strutturato su due canali operanti in parallelo con terzo canale di by-pass;
- **una vasca di accumulo dell'effluente trattato**, con funzioni di volume polmone per l'eventuale futuro riutilizzo e da cui preleva anche il gruppo di pressurizzazione dell'acqua di servizio dell'intero depuratore;
- **sistema di scarico dell'effluente**, composto da:
  - camera di arrivo dell'effluente trattato e dell'eventuale aliquota di portata di by-pass del trattamento biologico;
  - torrino di scarico, da cui traggono origine le condotte per il recapito a mare e per lo scarico di emergenza al torrente Gromolo;
  - camera di sollevamento finale al torrino di scarico.

La realizzazione della nuova condotta di scarico a mare non è compresa tra le opere del presente progetto, ma è oggetto di un altro lotto d'intervento, unitamente alla realizzazione della nuova rete fognaria di collettamento dei liquami al depuratore. Il limite di batteria è rappresentato dalla valvola di intercettazione a ghigliottina motorizzata montata sul tronchetto di tubazione in uscita dal torrino e alloggiata in un pozzetto interrato ad esso adiacente. L'esecuzione dei lavori previsti dal progetto

per la realizzazione della nuova rete fognaria e della nuova condotta di scarico a mare sarà coordinata in maniera da ultimare e collaudare le opere prima del completamento dei lavori del nuovo depuratore, in maniera da non ritardare il collaudo e la messa in esercizio dell'impianto stesso. Il presente progetto prevede invece la realizzazione del collettore di scarico di emergenza al torrente Gromolo: si tratta di una condotta interrata in PEAD PN10 De630, presidiata da una valvola di intercettazione a ghigliottina motorizzata alloggiata in un secondo pozzetto interrato adiacente al torrino. Il collettore di scarico di emergenza segue il tracciato mostrato nella planimetria 2017GESI0005-00-D-I2-IMP-EG-003 e termina in corrispondenza del muro arginale in sponda sinistra del torrente Gromolo, dove è prevista l'installazione di una valvola anti-reflusso a clapet.

5.1.2 Modalità di gestione dello scarico di emergenza al torrente Gromolo

Le modalità di attivazione dello scarico di emergenza al torrente Gromolo seguiranno procedure rigorose volte a limitarne l'utilizzo ai soli casi in cui ciò non determini rischi di aggravio dello stato ecologico e chimico del corpo idrico, né possibili problemi igienico-sanitari con conseguenze sulla balneabilità della costa in prossimità della foce. Di conseguenza, **l'attivazione dello scarico di emergenza potrà avvenire nel caso in cui si verifichino contemporaneamente le seguenti condizioni**:

- fuori servizio della condotta di scarico a mare;
- impianto di depurazione perfettamente funzionante ed efficiente, in grado di garantire lo scarico di effluente conforme ai limiti autorizzati allo scarico;
- evento di emergenza occorso al di fuori del periodo estivo, al fine di evitare che lo scarico dell'effluente nel torrente, spesso in secca in tale periodo, possa determinare il ri-sollevamento di depositi naturali accumulatisi nel letto e il loro trasporto fino alla foce, determinando possibili problemi sulla balneabilità del tratto di costa in prossimità di quest'ultima.

Va segnalato che il sistema di automazione e controllo prevede la possibilità di fermare i nuovi sollevamenti fognari all'impianto di depurazione, con conseguente attivazione degli scarichi diretti a mare attraverso le condotte attualmente esistenti a servizio degli impianti di Sestri Levante (Baia) e Riva Trigoso. Ciò consentirà di gestire lo scarico in maniera efficiente e tempestiva, evitando qualunque possibile ripercussione sul torrente Gromolo e sulla costa in caso di fuori servizio della condotta di scarico a mare (ad esempio in caso di rottura o guasto o attività di manutenzione).

In aggiunta a ciò, la dotazione strumentale dell'impianto prevede l'installazione di sensori di torbidità sulla mandata delle pompe di estrazione del permeato dal comparto di filtrazione su membrane. Tali sensori permetteranno il monitoraggio in continuo della qualità dell'effluente dall'impianto, evidenziando in tempo reale eventuali problemi e permettendo di conseguenza di mettere in atto le opportune contromisure di manutenzione. Qualora si manifestasse un inconveniente che determini la riduzione dell'efficienza depurativa dell'impianto in contemporanea al fuori servizio della condotta di scarico a mare, verranno automaticamente fermate le stazioni di sollevamento fognario al depuratore e si attiveranno gli scarichi diretti a mare esistenti presso gli impianti di Sestri

Levante (Baia) e Riva Trigoso. Va puntualizzato al riguardo che, in caso di black-out elettrico, un gruppo elettrogeno di emergenza da 600 kVA permetterà di mantenere attive le sezioni di pre-trattamento e di sollevamento al torrino di scarico dell'effluente nella condotta a mare.

5.1.3 Linea fanghi

La filiera di trattamento della **linea fanghi** è composta dalle seguenti unità:

- **sezione di pre-ispessimento**, su due ispessitori dinamici a coclea operanti in parallelo;
- **comparto di stabilizzazione aerobica**, strutturato su due vasche operanti in parallelo;
- **sezione di disidratazione meccanica**, su due decanter centrifughi operanti in parallelo;
- **vasca di accumulo ed equalizzazione** delle acque madri separate dalle sezioni di ispessimento e disidratazione e delle le acque di lavaggio delle apparecchiature di pre-trattamento meccanico del refluo in ingresso.

5.1.4 Sistema di trattamento dell'aria

Completa la dotazione impiantistica il **sistema di trattamento dell'aria**, che prevede la compartimentazione e il mantenimento in leggera depressione delle aree a maggiore impatto odorigeno, mediante captazione e trattamento dedicato dell'aria esausta, oltre all'aspirazione e al trattamento del resto dell'aria ambiente (aree d'impianto a ridotto impatto odorigeno), al fine di garantire un ricambio adeguato a mantenere la salubrità dei luoghi di lavoro. Più in dettaglio, la configurazione prevista è composta da:

- **stazione di aspirazione e trattamento su filtri a secco** dell'aria esausta prelevata dalle **sezioni di pre-trattamento meccanico** (opportunamente compartimentate e isolate dal resto dell'ambiente);
- **stazione di aspirazione e trattamento su filtri a secco** dell'aria esausta prelevata dalle **vasche di stabilizzazione aerobica e dalla vasca di accumulo/equalizzazione delle acque madri e di lavaggio;**
- **stazione di aspirazione e trattamento su filtri a secco** dell'aria esausta prelevata dal locale di disidratazione.
- **stazione di aspirazione e trattamento su filtri a secco** dell'aria ambiente generale;
- **stazione di immissione forzata dell'aria all'interno del capannone**, al fine di migliorare la circolazione dell'aria ambiente soprattutto nelle zone potenzialmente più umide (vasche di trattamento biologico e filtrazione, in cui è prevista insufflazione di aria di processo), massimizzando l'efficacia del sistema di ricambio aria.

5.1.5 Locali tecnici di servizio

La configurazione impiantistica proposta prevede infine i **locali tecnici e di servizio** necessari a garantire funzionalità, affidabilità e fruibilità impiantistica e gestionale, comprensivi di spazi dedicati non solo alla gestione del depuratore ma anche all'intero Centro Zona di Sestri Levante, tra cui:

- edificio di servizio, che ospita la sala controllo, gli uffici e gli spogliatoi;
- locali ad uso magazzino, deposito e officina;
- locale soffianti, che ospita le macchine deputate alla fornitura dell'aria alle vasche di ossidazione/nitrificazione, alle celle di filtrazione a membrana e ai bacini di stabilizzazione aerobica;
- cabina elettrica;
- locali trasformatori;
- locali quadri elettrici;
- locale gruppo elettrogeno.

5.1.6 Riepilogo delle dimensioni delle unità di trattamento principali

Il prospetto di Tabella 3 riepiloga le caratteristiche dimensionali delle principali unità di trattamento nella configurazione impiantistica di progetto.

Tabella 3: Caratteristiche dimensionali dei manufatti principali nella configurazione di progetto

Comparto	Num. vasche	Dimensioni planimetriche LxW	Battente utile max H	Superficie unitaria	Volume unitario	Volume totale comparto
	(-)	(m)	(m)	(m^2)	(m^3)	(m^3)
Trattamento biologico						
Pre-denitrificazione	4	11.80x8.50	4.50	100.3	451	*1805*
Ossidazione/Nitrificazione	4	14.40x8.50	4.50	122.4	551	*2203*
TOTALE					**1002**	**4008**
Filtrazione a membrana						
Filtrazione	4	7.00x6.20	3.10	43.4	135	**538**
Deossigenazione						
Canale uscita celle filtrazione	4	6.60x1.30	1.30	8.6	11	*45*
Vasca di deossigenazione	2	8.70x4.30	3.60	37.4	135	*269*
TOTALE						**314**
TOTALE IMPIANTO MBR						**4861**
Accumulo permeato per lavaggio membrane	1	4.00x3.50	2.50 (*)	14.0	35	**35**
Disinfezione UV	2	6.20x0.40	0.60	2.5	1.5	**3.0**
Vasca di accumulo effluente per il riuso						
Camera 1 (a lato canali UV)	1	12.90x4.50	4.60	58.1	267	*267*
Camera 2 (sotto canali UV)	1	8.20x5.50	4.40	45.1	198	*198*
Camera 3 (a monte sfioro in uscita)	1	10.00x2.60	4.60	26.0	120	*120*
TOTALE						**585**

Sollevamento finale						
Camera di scarico (conformata a L)	1	4.00x6.20	2.10 (**)	24.8	52	*52*
	1	5.90x2.00	2.10 (**)	11.8	25	*25*
Camere pompe	2	3.70x3.30	2.10 (**)	12.2	26	52
TOTALE						**129**
Torrino di caricamento delle condotte di scarico effluente	1	7.70x2.00	11.00	15.4	169	**169**
Stabilizzazione aerobica	2	14.00x6.50	4.50	91.0	410	**819**
Accumulo/equalizzazione acque madri e acque di lavaggio	1	10.65x15.50	4.50	165.1	743	**743**

(*) Battente utile sopra la quota di immissione dei collettori di estrazione del permeato
(**) Battente utile tra livello minimo di sommergenza delle pompe di sollevamento finale e il w.l. di set-point mantenuto in esercizio

5.2 OPERE CIVILI

I principali interventi strutturali previsti dal progetto sono sintetizzabili in:

- Realizzazione capannone a contenimento dell'intero impianto di depurazione;
- Pre-trattamenti meccanici;
- Comparto di trattamento biologico, comprendente vasche di nitrificazione, denitrificazione, filtrazione a membrana, deossigenazione, stabilizzazione aerobica, accumulo e pre-ispessimento;
- Sezione di trattamento terziario e scarico;
- Locali tecnici e ad uso ufficio;
- Carpenterie metalliche.

Di seguito si riportano brevemente le principali caratteristiche di ciascun manufatto.

Capannone

Si tratta dell'involucro all'interno del quale sarà alloggiato l'intero impianto di depurazione. Il manufatto presenta dimensioni in pianta 105.0 x 65.0 m, ed altezza complessiva fuori terra 7.0 m.

La struttura prefabbricata è composta dai seguenti elementi:

- Fondazioni con plinti a bicchiere, dimensioni 230x230x70cm, fondati su maglia 2x2 di pali trivellati di diametro 450 mm e lunghezza 18.0 m. I plinti sono collegati tra loro tramite graticcio di travi in c.a. sezione 30x30 cm, al fine di assorbire le forze di cui al § 7.2.5 delle NTC 2018, derivanti dagli spostamenti relativi del terreno sul piano di fondazione, di cui al § 3.2.4.2.
- Elevazioni con maglia 10x11 di pilastri, sezione 50x50 ed altezza utile interna 6,5m. Parte dei pilastri sono prefabbricati e posati su plinti, parte sono realizzati in opera direttamente sulle elevazioni delle nuove vasche;
- Travatura principale in copertura costituita da travi prefabbricate in c.a.p. a tipo T rovescio, a L e rettangolari impiegate in base alla geometria della copertura (campate con copertura a volte e campate a copertura piana);

- Nelle tre zone a tetto piano la copertura è costituita da solaio realizzato tramite posa di tegoli TT H=50cm, con armatura di continuità agli appoggi e soletta di completamento spessore 8cm; la copertura è delimitata da parapetto di altezza 60cm ed è progettata per sostenere carichi derivanti dalla realizzazione di un pacchetto completo per "tetto verde intensivo" comprendente uno spessore di 30cm di substrato di coltivazione in terra vegetale.

La restante parte della copertura è realizzata a volte, mediante un'orditura di travi principali e secondarie in legno lamellare classe GL24, sormontata da pannelli sandwich sp. 30+40 mm e completa di canali di gronda in alluminio preverniciato sp. 8/10 mm isolato con pannelli rigidi in polistirene espanso.

L'involucro edilizio è completato dalla posa di pannelli perimetrali con funzione di delimitazione dello spazio e di controventamento/limitazione degli spostamenti sismici di interpiano e dai serramenti esterni. Le facciate sono rivestite in mattone faccia a vista tipo a mano o con doghe in legno di larice. Le finestrature sono dotate di facciate frangisole in doghe di larice.

Pre-trattamenti meccanici

Il manufatto, interamente realizzato in c.a. gettato in opera, si costituisce di canali per grigliatura grossolana.

La pianta del manufatto è inscrivibile in un rettangolo di lati 4,20x12,30m, altezza massima 3,00m, di cui 0,70 parzialmente entro terra. Il battente massimo nelle vasche è pari a 2,75m.

La platea presenta spessore 30cm, così come le pareti principali e quelle che delimitano i canali.

Il manufatto è completato da scale metalliche di accesso in quota, parapetti a protezione dei dislivelli, grigliati in PRFV.

Comparti di trattamento biologico (vasche di nitrificazione, denitrificazione, filtrazione a membrana, deossigenazione), di stabilizzazione aerobica e di accumulo acque madri e di lavaggio

Si tratta del manufatto principale interno al capannone, interamente realizzato in c.a. gettato in opera, costituito dall'insieme di vasche che realizzano il comparto di trattamento biologico, ultrafiltrazione a membrana, deossigenazione ed accumulo.

La pianta del manufatto è inscrivibile in un rettangolo di lati 51,85x43,50m, altezza massima 6,30m, di cui 5,80 entro terra. Il battente nelle vasche è variabile, da un massimo di 5,08m ad un minimo di 3,60m.

La platea presenta spessore 50cm, così come le pareti principali, sulle quali insistono i pilastri che sorreggono la copertura. Le restanti pareti presentano spessore 40 cm.

Completano l'opera due solai a copertura completa della vasca di accumulo e a parziale copertura delle vasche di stabilizzazione aerobica. Il primo dei due solai è carrabile, mentre il secondo è progettato per ospitare apparecchiature elettromeccaniche, tra le quali: poli-preparatore, pompe volumetriche mono-vite, reattore di flocculazione (massa a pieno carico 1200

kg), ispessitore dinamico a coclea (massa a pieno carico 2000 kg). La copertura della vasca di accumulo è sorretta tramite due pilastri, posti in mezzeria del lato corto, rispettivamente ad un terzo e due terzi della lunghezza della vasca.
Infine, sul manufatto gravano n°32 pilastri a sostegno della copertura del capannone, di sezione trasversale 50x50cm.

Sezione di trattamento terziario e scarico

Il manufatto, interamente realizzato in c.a. gettato in opera, si costituisce di canali per disinfezione UV, vasca di accumulo permeato, accumulo per riuso, sollevamento finale e torrino di scarico.
La pianta del manufatto è inscrivibile in un rettangolo di lati 11,00x27,60m, con altezza massima 6,00m (ad esclusione del torrino finale di scarico che ha altezza massima di 12,00m), di cui 4,00 entro terra.
Il battente nelle vasche è variabile, da un massimo di 11,50m nel torrino ad un minimo di 0,60m.
La platea presenta spessore 50cm, così come le pareti principali, sulle quali insistono i pilastri che sorreggono la copertura. Le restanti pareti presentano spessore 40 cm.
Il manufatto è completato da scale metalliche di accesso in quota, parapetti a protezione dei dislivelli, grigliati in PRFV.
Infine, sul manufatto gravano n°8 pilastri a sostegno della copertura del capannone, di sezione trasversale 50x50cm.

Locali tecnici e ad uso ufficio

I locali interni al capannone saranno realizzati con le seguenti modalità:

- Muratura portante in blocchi di calcestruzzo aerato autoclavato, spessore 30 cm, posata direttamente su nastro di fondazione;
- Solaio intermedio locale uffici in latero cemento, sp.28cm;
- Solaio superiore locali Enel – misure in lastre prefabbricate e getto di completamento, spessore 30 cm;
- Tramezzature locale trasformatori in blocchi di calcestruzzo aerato autoclavato spessore 10cm, REI 60;
- Compartimentazione zona pre-trattamenti a tenuta d'aria, realizzata in pannelli tipo sandwich in poliuretano e struttura metallica di sostegno.

Carpenterie metalliche

Le carpenterie metalliche interne al depuratore saranno realizzate in acciaio grado S 235 JR, zincato a caldo secondo norma ISO 1461 (categoria di durabilità C4, classe di durabilità VH), classe di esecuzione EXC2 secondo EN 1090-2.

I grigliati per realizzazione dei gradini, dei camminamenti e delle chiusure orizzontali dovranno essere in vetroresina (PRFV) aperti o chiusi a seconda della destinazione, con opportune caratteristiche superficiali antisdrucciolo.

5.3 OPERE ELETTRICHE

La descrizione di dettaglio delle opere elettriche previste nell'ambito della realizzazione dell'impianto è riportata nel dettaglio nella Relazione tecnica dedicata (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-ELE-RT-001). Si riassumono di seguito gli elementi principali.

L'impianto elettrico è considerato come nuovo impianto elettrico.

Il progetto prevede una fornitura dell'energia elettrica in Media Tensione a 15 kV da ente distributore.

All'interno dell'area di intervento è prevista la realizzazione di una cabina di ricevimento energia costituita da un locale fornitore energia, un locale contatori ed un locale utente. I primi due locali sono realizzati secondo il DG 2092 di ENEL.

All'interno del locale utente è installato il quadro generale di media tensione di impianto contenente il DG di impianto; dal suddetto quadro elettrico denominato QMT-0 è derivata una linea di media tensione interrata, la quale alimenta un quadro di media tensione dedicato alla trasformazione dell'energia elettrica a 400 Vca.

Il suddetto quadro elettrico di media tensione di trasformazione denominato QMT-1 è installato in una sala quadri generale di bassa tensione ubicata in posizione centrale rispetto all'impianto e soprattutto ubicata adiacente alle utenze con il maggior assorbimento elettrico, cioè le soffianti dell'intero impianto e le centrifughe disidratazione fanghi.

Il quadro elettrico QMT-1 alimenta n°3 trasformatori M.T./B.T. in esecuzione in olio della potenza nominale ciascuno di 1250 kVA.

I n°3 suddetti trasformatori alimentano in bassa tensione un quadro generale di bassa tensione denominato QGBT-1 posizionato al piano primo della sala quadri generale di bassa tensione, il quale oltre ad essere alimentato dai suddetti trasformatori è alimentato in condizioni di emergenza da un gruppo elettrogeno di emergenza a diesel della potenza nominale di 600 kVA installato in locale adiacente.

I trasformatori non lavorano mai in parallelo; ogni trasformatore alimenta una singola sbarra di distribuzione del QGBT-1. Il trasformatore n°2 alimenta una sbarra centrale sul quale è collegato il gruppo elettrogeno di emergenza; la sbarra centrale è collegata tramite congiuntori interbloccati con le altre due sbarre del quadro generale di bassa tensione. Nel caso di malfunzionamento di uno dei due trasformatori principali (TR-01 e TR-03) il trasformatore TR-02 può subentrare come trasformatore di scorta e mantenere l'impianto in totale efficienza; nel caso di black-out il gruppo elettrogeno si attiverà e tramite i congiuntori andrà ad alimentare la totalità del quadro generale di bassa tensione, ovviamente il gruppo elettrogeno non ha la potenza necessaria per garantire il

totale funzionamento dell'impianto, sarà quindi il sistema di automazione a distaccare i carichi non privilegiati ed a garantire il funzionamento in emergenza dell'impianto.

Il quadro generale di bassa tensione alimenta direttamente le utenze di potenza maggiore (le soffianti dell'intero impianto) ed alimenta dei sotto quadri elettrici di distribuzione installati sempre nella stessa sala quadri generale di bassa tensione e dei sotto quadri elettrici di distribuzione installati nella sala quadri elettrici trattamenti primari situata presso la cabina di ricevimento energia e posizionata adiacente ai trattamenti primari.

I suddetti sotto quadri elettrici di distribuzione alimentano tutte le utenze motorizzate dell'impianto ed i quadri package installati presso le varie zone dell'impianto.

Completano l'impianto elettrico:

- Un quadro generale servizi ausiliari dedicato all'alimentazione dei servizi ausiliari di impianto (impianto di illuminazione e F.M. ed impianti di condizionamento), il quale a sua volta alimenta dei sotto quadri di distribuzione dedicati ai servizi ausiliari di impianto.
- Un gruppo statico di continuità dedicato all'alimentazione dell'impianto di illuminazione di emergenza dell'intero impianto.
- Un gruppo statico di continuità dedicato all'alimentazione del sistema di automazione e supervisione dell'intero impianto.
- Quadri elettrici di rifasamento.
- Un impianto di illuminazione normale e di emergenza realizzato con apparecchi illuminanti a led, sia per zone interne sia per zone esterne.
- Un impianto di automazione e supervisione dell'intero impianto.
- Un impianto di rilevazione incendi dedicato all'edificio servizi ed alle sale quadri, oltre a dei pulsanti di emergenza dislocati lungo l'impianto.
- Un impianto antintrusione dedicato all'edificio servizi ed alle sale quadri ed alle zone di accesso dell'impianto.
- Un impianto TVCC.
- Un impianto videocitofonico.
- Un impianto dati e fonia tipo VoiP completo di centrale telefonica.
- Un impianto di terra primario e secondario.

Per quanto riguarda le specifiche dei singoli componenti descritti nei capitoli seguenti si rimanda al "CSA - Opere elettriche" (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-GEN-CA-002).

6 CRITERI DI PROGETTAZIONE E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

6.1 CRITERI DI PROGETTAZIONE DI STRUTTURE E IMPIANTI

I principali criteri seguiti per la progettazione impiantistica e strutturale sono i seguenti:

- realizzazione di un impianto di depurazione centralizzato per il trattamento dei reflui fognari prodotti nei dei comuni di Sestri Levante, Casarza Ligure, Castiglione Chiavarese, con carichi inquinanti ed idraulici di progetto determinati a partire dall'analisi dello stato di fatto e dell'entità dei futuri allacciamenti previsti e con requisiti qualitativi imposti allo scarico particolarmente restrittivi, in grado di consentire l'eventuale futuro riutilizzo dell'effluente depurato ai sensi del D.M. 185/03;
- utilizzo delle migliori tecnologie disponibili (*Best Available Technologies, BAT*) nel campo dell'ingegneria sanitaria per il trattamento dei reflui fognari afferenti all'impianto;
- garanzia della sicurezza statica e sismica delle opere rispetto alle azioni ed ai carichi previsti sulle strutture, con riferimento ai livelli di sicurezza indicati nelle normative tecniche vigenti (NTC 2018);
- funzionalità delle strutture nei confronti della loro destinazione d'uso. Gli spazi sono stati studiati per accogliere gli impianti le strutture e le apparecchiature previste e per permettere la loro corretta installazione e manutenzione ordinaria e straordinaria;
- introduzione di soluzioni tecniche volte a minimizzare i consumi energetici dell'impianto, e in particolare della sezione di trattamento biologico, che risulta la più energivora in un impianto di depurazione;
- scelta di macchine caratterizzate da elevata efficienza, ridotti consumi energetici e bassa rumorosità;
- definizione di un sistema integrato di ricambio dell'aria e trattamento dell'aria esausta dalle varie sezioni di trattamento, allo scopo di mantenere condizioni di salubrità dei luoghi di lavoro interni al depuratore e minimizzare l'impatto ambientale in termini di possibile emanazione di odori;
- studio di sistemazioni esterne e viabilità per agevolare l'accesso ai mezzi ed alle persone coinvolte nelle attività dell'impianto;
- studio delle caratteristiche architettoniche del capannone che ospita il depuratore e delle opere a verde in maniera da garantire un suo efficace e armonico inserimento nel contesto territoriale circostante; oltre che perseguire la sua primaria funzione di salvaguardia della risorsa idrica, l'opera può infatti essere "sfruttata" anche per qualificare dal punto di vista architettonico e paesaggistico l'area di intervento;
- opere elettriche progettate utilizzando soluzioni standardizzate di elevato livello qualitativo privilegiando al contempo fattori come la sicurezza e la facilità di manutenzione e di gestione, prevedendo un alto grado di controllo dell'impianto mediante opportuni sistemi di automazione e di telecontrollo con gestione centralizzata dei dati.

- realizzazione di un impianto coerente con le linee-guida ANPA – Manuali e Linee Guida 1/2001[2]. In particolare, relativamente alla localizzazione dell'impianto, le scelte progettuali effettuate permettono di mantenere come unico punto di emissione in atmosfera il camino di scarico dell'aria esausta opportunamente pre-trattata. Tale camino è posto a distanza maggiore di 100 m dagli edifici di civile abitazione posti nelle immediate vicinanze dell'area di intervento, come mostrato negli allegati allo Studio Preliminare Ambientale predisposto nell'ambito della procedura di verifica di assoggettabilità ambientale (screening). Unitamente agli accorgimenti tecnici messi in atto per minimizzare le emissioni potenzialmente indotte dall'esercizio dell'impianto su tutte le matrici ambientali, riassunti nel successivo paragrafo 6.2, ciò permette di ottemperare alla prescrizione richiamata nel punto 2.3.1 delle succitate linea guida ANPA, che richiamando la Deliberazione CITAI del 04/02/1977 (Allegato 4 – Punto 1.2)[3], prescrive per gli impianti di depurazione una fascia di rispetto assoluto con vincolo di inedificabilità circostante l'area destinata all'impianto, di larghezza stabilita dall'autorità competente ma che in ogni caso non potrà essere inferiore a 100 metri, **fatto salvo i casi in cui è possibile**, con le tecnologie attuali, il contenimento di fattori pericolosi per la salute pubblica come aerosol, odori e rumori molesti.

6.2 SOLUZIONI E ACCORGIMENTI IMPIEGATI PER RIDURRE LE EMISSIONI

La progettazione del nuovo depuratore ha previsto l'implementazione di numerose soluzioni tecnologiche e accorgimenti tecnici che contribuiscono a limitare le emissioni dall'impianto nell'ambiente idrico, in atmosfera, nel sottosuolo e in termini di rumore, minimizzando di conseguenza gli impatti ambientali generati dall'esercizio dell'impianto. Essi vengono riassunti di seguito, suddivisi per le diverse matrici ambientali che contribuiscono a preservare. Si rimanda allo Studio Preliminare Ambientale redatto nell'ambito della procedura di verifica di assoggettabilità a VIA (screening) per maggiori dettagli in merito alla valutazione degli impatti ambientali previsti.

Minimizzazione delle emissioni in acqua

- Filiera di trattamento studiata e dimensionata per garantire il continuativo rispetto dei limiti particolarmente stringenti allo scarico previsti dal DM 185/03 per il riuso degli effluenti depurati.
- Utilizzo della tecnologia MBR, che garantisce una qualità molto elevata dell'effluente rispetto a tecnologie alternative a fanghi attivi, grazie al fatto che la separazione solido-liquido per la chiarificazione finale dell'effluente avviene mediante ultrafiltrazione su membrana.

[2] ANPA – Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (2001), *Guida alla progettazione dei sistemi di collettamento e depurazione delle acque reflue urbane*, Manuali e Linee Guida 1/2001.

[3] Deliberazione del Comitato dei ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento (CITAI) del 4 febbraio 1977. *Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2, lettere b), d) ed e), della legge 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento*.

Minimizzazione delle emissioni in atmosfera

- Impianto confinato interamente all'interno di un capannone chiuso, con sistemi di captazione, aspirazione e trattamento su scrubber a secco dell'aria esausta dai comparti potenzialmente a maggiore impatto odorigeno, opportunamente compartimentati in locali chiusi o mediante copertura delle vasche (pre-trattamenti meccanici, vasca di stabilizzazione aerobica, vasca di accumulo/equalizzazione delle acque madri e di lavaggio, locale disidratazione fanghi). È inoltre previsto un sistema di ricambio aria ambiente all'interno delle restanti parti del capannone (a minore impatto odorigeno potenziale), mediante ventilazione forzata. Tutta l'aria ambiente è quindi sottoposta a trattamento di filtrazione su scrubber a secco.
- Utilizzo per il trattamento dell'aria esausta della tecnologia di scrubbing a secco su letti filtranti di carboni attivi e allumina impregnata, idonei all'abbattimento dei composti odorigeni tipicamente presenti negli impianti di depurazione e già utilizzata con successo in altri depuratori della Riviera Ligure.
- Predisposizione di impianti di ventilazione interni del tipo "a depressione", ovvero l'ambiente interno viene mantenuto in leggera depressione rispetto all'ambiente esterno, consentendo e favorendo l'afflusso di aria fresca dall'esterno verso l'interno e non viceversa ed eliminando la possibilità di fuoriuscita di aria non trattata verso l'esterno. L'aria fresca viene aspirata direttamente all'esterno tramite griglie di ripresa e collettori adeguatamente dimensionati, posizionati in maniera da convogliarla in modo equilibrato alle diverse zone dell'impianto. L'unico punto di emissione in atmosfera è rappresentato pertanto dal camino di espulsione dell'aria trattata, posizionato a distanza superiore a 100 m dalle abitazioni più prossime al sedime dell'impianto.
- Per limitare il rischio di emissioni fuggitive dalle aperture di accesso al depuratore, in fase di gestione saranno stabilite e attuate procedure operative volte a minimizzare i tempi di apertura dei portoni di ingresso e uscita dal capannone e dal locale disidratazione fanghi, che si limiteranno allo stretto necessario all'ingresso dei mezzi deputati al rifornimento dei reagenti chimici, allo svolgimento degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria e alle operazioni di prelievo dei rifiuti da avviare a smaltimento (svuotamento cassonetti raccolta materiale grigliato, prelievo cassone scarrabile di raccolta sabbie, prelievo cassoni scarrabili di raccolta dei fanghi disidratati). Sulla base della produzione attesa di rifiuti e dei consumi attesi di reagenti chimici (*cfr*. capitolo 8), si può stimare che il numero di operazioni di prelievo dei cassoni di fango disidratato sarà limitato a 2÷4 volte a settimana (con i valori più elevati nel periodo estivo di alto carico, cui corrisponde una maggiore produzione di fango da smaltire), richiedendo ogni volta due aperture di un portone sezionale per non più di qualche minuto per il prelievo del cassone pieno e per il posizionamento del cassone vuoto in sostituzione. Gli accessi all'impianto per tutti gli altri scopi saranno invece limitati mediamente a 1÷2 al giorno, con tempi di apertura in questo caso di poche decine di secondi, per consentire l'ingresso e l'uscita del mezzo. Va altresì

segnalato che, per limitare ulteriormente le possibili emissioni odorigene, i cassoni scarrabili di fanghi disidratati e sabbie saranno coperti con appositi teloni prima di essere fatti uscire dal capannone.

- L'insufflazione di aria nei reattori che richiedono l'ossigenazione del fango attivo (vasche di ossidazione/nitrificazione del comparto di trattamento biologico e vasche di stabilizzazione aerobica dei fanghi) avviene mediante diffusori a bolle fini ad elevata efficienza di trasferimento dell'ossigeno (SOTE), e la portata d'aria fornita dalle soffianti, operanti sotto inverter, e regolata automaticamente in funzione del mantenimento di un set-point di ossigeno disciolto nei reattori. Questi accorgimenti consentono di minimizzare la portata d'aria insufflata a quella strettamente necessaria per soddisfare la capacità di ossigenazione effettivamente richiesta dai batteri in funzione dei carichi inquinanti da ossidare. La diffusione d'aria con sistemi a bolle fini minimizza peraltro la turbolenza indotta in vasca, con conseguente minimizzazione della produzione di vapori e aerosol, la cui propagazione nell'ambiente circostante è limitata ad una distanza dell'ordine di qualche decina di cm dalla superficie della vasca.
- Per minimizzare il rischio di produzione di aerosol sono stati impiegate ulteriori accortezze:
  - Il profilo idraulico dell'impianto è stato studiato al fine di minimizzare i salti idraulici che potessero generare turbolenza.
  - Il recapito del refluo fognario in ingresso all'impianto (tubazione di mandata dalla stazione di sollevamento fognario) avviene sotto battente nella camera di distribuzione alle linee di grigliatura grossolana, così da evitare eccessiva turbolenza e possibili schizzi.
  - I pretrattamenti meccanici di grigliatura fine e dissabbiatura/disoleatura avvengono all'interno di apparecchiature completamente chiuse in versione cassonata, ossia incapsulate all'interno di strutture di contenimento in acciaio inox, con collegamento tra i diversi comparti in tubazione e non in canalette a pelo libero.
  - Le vasche di stabilizzazione aerobica e la vasca di accumulo/equalizzazione delle acque madri e di lavaggio sono dotate di copertura (mediante soletta in cls e tegoli in PRFV) e sono equipaggiate con un sistema dedicato di aspirazione e trattamento dell'aria esausta.
  - La configurazione del sistema di collettori per l'immissione forzata di aria fresca e per l'aspirazione dell'aria ambiente generale è stata studiata per garantire un'efficace circolazione dell'aria all'interno del capannone, garantendo il mantenimento in leggera depressione dell'ambiente interno ed evitando al contempo la possibile formazione di zone di ristagno d'aria.
- L'impianto è progettato in maniera da consentire di mettere in atto tutti gli accorgimenti gestionali necessari a rispettare le normative vigenti in termini di sicurezza sul lavoro, con particolare riguardo al contenimento del rischio biologico. A tal riguardo va segnalato che normalmente gli agenti biologici riscontrabili negli impianti di depurazione sono classificabili come appartenenti al gruppo 1 o 2 ai sensi dell'Art. 268 del D.Lgs. 81/2008, come peraltro riportato

anche nelle pubblicazioni INAIL di settore[4]. Si tratta quindi di agenti che, seppur a pericolosità non elevata, costituiscono un rischio per i lavoratori che va opportunamente tenuto sotto controllo mettendo in pratica adeguate contromisure e procedure gestionali e operative da definire a seguito della redazione del DVR. Per loro natura, la propagazione di tali agenti all'esterno dell'impianto risulta poco probabile: tenendo conto degli accorgimenti previsti per il trattamento dell'aria e per il contenimento delle emissioni di aerosol e vapori, può quindi essere anche considerato trascurabile il rischio di diffusione nel territorio circostante al depuratore di agenti patogeni.

Minimizzazione delle emissioni su suolo

- L'impianto è confinato interamente all'interno di un capannone chiuso, con predisposizione di una rete di raccolta delle acque di drenaggio separate nei pre-trattamenti meccanici (dai sistemi di compattazione del materiale grigliato e di classificazione e lavaggio delle sabbie) e in linea fanghi (da ispessimento dinamico e da disidratazione meccanica su decanter centrifughi), acque di lavaggio apparecchiature ed eventuali spanti. Le acque sono raccolte in apposita vasca di accumulo/equalizzazione, da cui sono rilanciate in testa impianto in maniera controllata in funzione della portata di refluo in arrivo dalla rete fognaria, così da evitare eccessivi sovraccarichi idraulici.
- Lo stoccaggio dei reagenti chimici impiegati per l'eventuale correzione pH (NaOH al 30%), la defosfatazione per precipitazione in simultanea ($FeCl_3$ al 40%) e le operazioni di lavaggio delle membrane di ultrafiltrazione (NaClO al 14% e acido citrico al 50%) avviene in serbatoi cilindrici verticali in PEAD posizionati su apposite platee in cls in due aree dedicate all'interno del capannone, muniti di camicia di sicurezza con sensore di perdite e linea di caricamento con vasca raccogli-gocce rimovibile.

Minimizzazione delle emissioni acustiche

- Impianto confinato interamente all'interno di un capannone chiuso.
- Apparecchiature più rumorose (in particolare le soffianti) alloggiate in locali chiusi ed equipaggiate con cabine di insonorizzazione.
- Predisposizione di silenziatori a setti fonoassorbenti sulla mandata di ciascuna unità di trattamento aria e a monte e valle dei ventilatori dell'UTA di immissione forzata per il ricambio aria e sul collettore principale di emissione, prima del collegamento al camino.
- Impiego di griglie di ripresa aria dall'esterno di tipo insonorizzato.

[4] INAIL (2009), *La sicurezza per gli operatori degli impianti di depurazione delle acque reflue civili*
INAIL (2011), *Il rischio biologico nei luoghi di lavoro – Schede tecnico-informative* (Scheda 21)

- Compatibilità delle emissioni acustiche attese in fase di esercizio dell'impianto con la normativa e la zonizzazione acustica vigenti, come evidenziato dallo studio previsionale di impatto acustico condotto nell'ambito della procedura di screening.

6.3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

I materiali utilizzati nella costruzione devono essere oggetto di prove certificanti la rispondenza fra i valori di progetto delle resistenze adottate nel calcolo e le caratteristiche meccaniche dei prodotti posti in opera. Particolare attenzione viene inoltre dedicata alla valutazione delle problematiche connesse alla durabilità delle strutture, facendo riferimento ai più moderni orientamenti normativi.

6.3.1 Opere in c.a.

Acciaio per armatura delle strutture in calcestruzzo

Barre ad aderenza migliorata in acciaio tipo B 450 C:

Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	450 MPa
Tensione caratteristica a rottura f_{tk}	540 MPa
Modulo elastico E	210 GPa
SLE: in tutte le combinazioni	σ_s<0.8f_{yk}=360 MPa

Calcestruzzo per opere non strutturali: magrone

Riferimento normativo: UNI 11104:2016

Classe di resistenza del calcestruzzo	C 12/15
Resistenza cubica caratteristica a 28 gg	R_{ck} ≥ 15MPa
Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg	f_{ck}≥ 12MPa
Classe di esposizione	X0

Calcestruzzo per opere di fondazione – Capannone

Riferimento normativo: UNI 11104:2016

Classe di resistenza del calcestruzzo	C 25/30
Resistenza cubica caratteristica a 28 gg	R_{ck} ≥ 30MPa
Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg	f_{ck}≥ 25MPa
Resistenza di calcolo allo S.L.U.	f_{cd} = 14.2MPa
Modulo elastico	E_c= 31000MPa
Classe di esposizione	XC2
Massimo rapporto a/c	0,60
Contenuto minimo di cemento	300 kg/m^3
Tipo di cemento	I ÷ V

Copriferro minimo: piastre-lastre	$c_{f,min}$>= 30 mm
Copriferro minimo: travi fondazione	$c_{f,min}$>= 35 mm
Classe minima di consistenza	S4
Diametro massimo dell'inerte	32 mm
SLE: combinazione rara	σ_c<0.6f_{ck}=15,0 MPa
SLE: combinazione quasi permanente	σ_c<0.45f_{ck}=11,25 MPa

Calcestruzzo per elevazioni ed elementi di copertura – Capannone

Riferimento normativo: UNI 11104:2016	
Classe di resistenza del calcestruzzo	C 40/50
Resistenza cubica caratteristica a 28 gg	R_{ck} ≥ 50MPa
Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg	f_{ck}≥ 40MPa
Resistenza di calcolo allo S.L.U.	f_{cd} = 22.61MPa
Modulo elastico	E_c= 35220MPa
Classe di esposizione	XC1
Copriferro minimo	$c_{f,min}$>= 15 mm
SLE: combinazione rara	σ_c<0.6f_{ck}=24 MPa
SLE: combinazione quasi permanente	σ_c<0.45f_{ck}=18 MPa

6.3.1.1 Calcestruzzo per elementi ordinari per opere a tenuta idraulica

Le prescrizioni contenute nel presente paragrafo si applicano a tutti gli elementi a tenuta idraulica, ad eccezione di quelli di cui al paragrafo 6.3.1.2.

Calcestruzzo per elementi ordinari completamente immersi in acque reflue (fondazioni):

Riferimento normativo: UNI 11104:2016 (Applicazione in Italia della EN 206-1)	
Classe di resistenza del calcestruzzo	C 32/40
Resistenza cubica caratteristica a 28 gg	R_{ck} ≥ 40MPa
Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg	f_{ck}≥ 32MPa
Resistenza di calcolo allo S.L.U.	f_{cd} = 18.8MPa
Modulo elastico	E_c= 33640MPa
Classe di esposizione	XC2 + XA2
Massimo rapporto a/c	0,50
Contenuto minimo di cemento	340 kg/m^3
Tipo di cemento	III ÷ IV
Copriferro minimo	$c_{f,min}$>= 40 mm

Classe minima di consistenza	S4
Diametro massimo dell'inerte	32 mm
SLE: combinazione rara	σ_c<0.6f_{ck}=19,9 MPa
SLE: combinazione quasi permanente	σ_c<0.45f_{ck}=14,9 MPa

Per classe di esposizione XA2 impiegare cementi ad alta resistenza al dilavamento ARD e ad alta resistenza chimica ai solfati ARS.

Calcestruzzo per elementi ordinari parzialmente immersi in acque reflue (elevazioni)

Riferimento normativo: UNI 11104:2016

Classe di resistenza del calcestruzzo	C 32/40
Resistenza cubica caratteristica a 28 gg	R_{ck} ≥ 40MPa
Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg	f_{ck}≥ 32MPa
Resistenza di calcolo allo S.L.U.	f_{cd} = 18.8MPa
Modulo elastico	E_c= 33640MPa
Classe di esposizione	XC4 + XA2
Massimo rapporto a/c	0,50
Contenuto minimo di cemento	340 kg/m^3
Tipo di cemento	III ÷ IV
Copriferro minimo: piastre-lastre	$c_{f,min}$>= 40 mm
Classe minima di consistenza	S4
Diametro massimo dell'inerte	32 mm
SLE: combinazione rara	σ_c<0.6f_{ck}=18,0 MPa
SLE: combinazione quasi permanente	σ_c<0.45f_{ck}=13,5 MPa

Per classe di esposizione XA2 impiegare cementi ad alta resistenza al dilavamento ARD e ad alta resistenza chimica ai solfati ARS.

6.3.1.2 Calcestruzzo autocompattante (SCC) per elementi di grandi dimensioni per opere a tenuta idraulica

Le prescrizioni contenute nel presente paragrafo si applicano a tutti gli elementi costituenti la vasca principale comprendente trattamento biologico, ultrafiltrazione, stabilizzazione aerobica, accumulo acque madri e di lavaggio, ad eccezione delle solette di copertura.

Calcestruzzo autocompattante (SCC)per elementi di grandi dimensioni completamente immersi in acque reflue (fondazioni):

Riferimento normativo: UNI 11104:2016 (Applicazione in Italia della EN 206-1)

Classe di resistenza del calcestruzzo	C 32/40
Resistenza cubica caratteristica a 28 gg	R_{ck} ≥ 40MPa
Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg	f_{ck}≥ 32MPa
Resistenza di calcolo allo S.L.U.	f_{cd} = 18.8MPa
Modulo elastico	E_c= 33640MPa
Classe di esposizione	XC2 + XA2
Massimo rapporto a/c	0,50
Contenuto minimo di cemento	340 kg/m^3
Tipo di cemento	III ÷ IV
Copriferro minimo	$c_{f,min}$>= 40 mm
Classe di spandimento	SF2
Classe di viscosità	VF1
Diametro massimo dell'inerte	20 mm
SLE: combinazione rara	σ_c<0.6f_{ck}=19,9 MPa
SLE: combinazione quasi permanente	σ_c<0.45f_{ck}=14,9 MPa

Per classe di esposizione XA2 impiegare cementi ad alta resistenza al dilavamento ARD e ad alta resistenza chimica ai solfati ARS.

Calcestruzzo autocompattante (SCC) per elementi ordinari parzialmente immersi in acque reflue (elevazioni)

Riferimento normativo: UNI 11104:2016

Classe di resistenza del calcestruzzo	C 32/40
Resistenza cubica caratteristica a 28 gg	R_{ck} ≥ 40MPa
Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg	f_{ck}≥ 32MPa
Resistenza di calcolo allo S.L.U.	f_{cd} = 18.8MPa
Modulo elastico	E_c= 33640MPa
Classe di esposizione	XC4 + XA2
Massimo rapporto a/c	0,50
Contenuto minimo di cemento	340 kg/m^3
Tipo di cemento	III ÷ IV
Copriferro minimo: piastre-lastre	$c_{f,min}$>= 40 mm
Classe di spandimento	SF2
Classe di viscosità	VF1
Diametro massimo dell'inerte	20 mm
SLE: combinazione rara	σ_c<0.6f_{ck}=18,0 MPa
SLE: combinazione quasi permanente	σ_c<0.45f_{ck}=13,5 MPa

Per classe di esposizione XA2 impiegare cementi ad alta resistenza al dilavamento ARD e ad alta resistenza chimica ai solfati ARS.

6.3.2 Carpenterie metalliche

I sistemi di fissaggio e supporto delle tubazioni fuori terra (staffe, collari, tasselli, …) sono previsti in acciaio inox AISI304, così come le strutture di supporto dei camminamenti a diretto contatto con il refluo. Le altre strutture, portanti o non, saranno realizzate in acciaio zincato a caldo (parapetti, scale, ecc.). i grigliati sulla sommità dei pozzetti e lungo i camminamenti sono invece previsti aperti o chiusi in PRFV antisdrucciolo, con maglia 30x30 mm (interasse 40x40 mm).

Carpenteria metallica in acciaio inossidabile

Riferimento normativo:	EN 10296
Grado	AISI 304L
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk} = 210 MPa
Tensione caratteristica a rottura	f_u = 500 MPa
Modulo elastico	E = 200 GPa
Modulo di elasticità trasversale	G = 76,9 GPa
Coefficiente di Poisson	ν = 0,3
Densità	ρ = 8000 kg/m^3

Carpenteria metallica in acciaio zincato

Riferimento normativo:	EN 10025 e 10028-3
Grado	S 235 JR
Zincatura di spessore conforme alla	UNI EN ISO 1461:2009
Tensione caratteristica di snervamento (t ≤ 40 mm)	f_{yk} = 235 MPa
Tensione caratteristica a rottura (t ≤ 40 mm)	f_{yd} = 360 MPa
Tensione caratteristica di snervamento	(40 mm< t ≤ 80 mm) f_{yk} = 215 MPa
Tensione caratteristica a rottura	(40 mm< t ≤ 80 mm) f_{yd} = 360 MPa
Modulo elastico	E = 210 GPa
Modulo di elasticità trasversale	G = 91,3 GPa
Coefficiente di Poisson	ν = 0,3
Coefficiente di espansione termica lineare	α = 12 x 10^{-6} per °C^{-1}
Densità	ρ = 7860 kg/m^3

6.3.3 Carpenterie in legno

Legno Lamellare Incollato (Elementi di copertura)

Riferimento normativo: UNI EN 14080

Classe di resistenza	GL24h
Resistenza caratteristica a flessione	$f_{m,g,k}$ = 24.0 MPa
Trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,g,k}$ = 16.5 MPa
Trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,g,k}$ = 0.4 MPa
Compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,g,k}$ = 24.0 MPa
Compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,g,k}$ = 2.7 MPa
Taglio	$f_{v,g,k}$ = 2.7 MPa
Modulo elastico medio parallelo alle fibre	$E_{0,g,m}$ = 11.6 GPa
Modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre	$E_{0,g,0.05}$ = 9.4 GPa
Modulo elastico medio perpendicolare alle fibre	$E_{90,g,m}$ = 0.39 GPa
Modulo di taglio medio	$G_{g,m}$ = 0.72 GPa
Massa volumica caratteristica	$\rho_{g,k}$ = 380 kg/m^3

6.3.4 Opere elettromeccaniche e piping

Il progetto prevede la fornitura di opere elettromeccaniche a servizio delle varie sezioni di trattamento dell'impianto di depurazione. Ogni parte dei vari impianti e macchine oggetto della fornitura dovrà essere adatta, anche in relazione alle prestazioni richieste, alle condizioni ambientali del sito ed agli standard vigenti.

Le caratteristiche tecniche e prestazionali principali delle opere elettromeccaniche sono riassunte negli Elenchi apparecchiature (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-IMP-RT-003), mentre le informazioni di dettaglio sono fornite nel Disciplinare degli elementi tecnici (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-GEN-CA-001).

Per quanto riguarda le tubazioni di processo, si prevede l'utilizzo di:

- Tubazioni fuori terra di trasporto di liquidi (refluo o fango attivo): tubazioni in acciaio inox AISI304L, conformi alle norme UNI EN 10217-7, di caratteristiche dimensionali come da Tabella 4.

Tabella 4: Diametri e spessori per tubazioni in acciaio inossidabile AISI304L per reflui o fanghi

Diametro tubazione	Spessore minimo
DN15 ÷ DN80	2.00 mm
DN100 ÷ DN500	3.00 mm
> DN500	4.00 mm

- Tubazioni fuori terra di trasporto di aria di processo: tubazioni in acciaio inox AISI304L, conformi alle norme UNI EN 10217-7, di caratteristiche dimensionali come da Tabella 5.

Tabella 5: Diametri e spessori per tubazioni in acciaio inossidabile AISI304L per aria di processo

Diametro tubazione	Spessore minimo
DN15 ÷ DN150	2.00 mm
DN200 ÷ DN500	2.60 mm
> DN500	3.00 mm

- Canali fuori terra per impianti di trattamento e ricambio aria: Canali a sezione circolare o rettangolare realizzati in acciaio inox AISI 316L a finitura opaca per formazione condotte di aspirazione e mandata di aria ambiente. Spessori minimi superiori a quelli minimi indicati dalla norma UNI 10381-1, secondo quanto indicato in Tabella 6.

Tabella 6: Spessori minimi per i canali in AISI316L degli impianti aeraulici

Canali a sezione circolare		Canali a sezione rettangolare	
Diametro (mm)	**Spessore minimo (mm)**	**Dimensione lato maggiore (mm)**	**Spessore minimo (mm)**
Ø ≤450	0.80	≤300	0.60
Ø 500-800	1.00	350-750	0.80
Ø 900-1250	1.20	800-1200	1.00
Ø 1400-1600	1.50	1250-2000	1.20
		>2000	1.50

- Collettore di scarico finale al torrente Gromolo: tubazione in polietilene ad alta densità (PE100), SDR17 - PN10, conformi agli standard UNI EN 12201, ISO 4427, UNI EN ISO 15494.

- Tubazioni interrate poste al di sotto del pavimento industriale del capannone per il trasporto di refluo, fango o aria compressa: tubazioni in acciaio L235 secondo norma UNI EN 10224 con protezione esterna con rivestimento bituminoso pesante secondo norme UNI 5256/87.

6.3.5 Opere elettriche

Le canaline porta cavi sono previste del tipo a filo in acciaio inox AISI 304. I tubi rigidi porta cavi sono previsti in acciaio inox AISI 304.

7 INSERIMENTO ARCHITETTONICO E AMBIENTALE

L'inserimento del depuratore nel contesto ambientale circostante all'area di intervento è mostrato nella planimetria di progetto 2017GESI0005-00-D-I2-IMP-EG-002, nei prospetti 2017GESI0005-00-D-I2-ARC-EG-003 e nei fotoinserimenti riportati negli elaborati 2017GESI0005-00-D-I2-ARC-EG-004.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, il progetto del nuovo depuratore mira a sfruttare questa opera, particolarmente importante dal punto di vista ambientale in termini di salvaguardia della risorsa idrica, anche allo scopo di qualificare le funzioni già in essere nell'area di intervento e creare delle azioni di miglioramento nella stessa.

Per cogliere l'opportunità generata dalla realizzazione dell'opera è necessario mettere in atto una serie di misure compensative che portano ad avere un impatto paesaggistico positivo o perlomeno trascurabile sulle aree interessate.

Innanzitutto, la realizzazione di una struttura completamente chiusa all'interno della quale ospitare tutte le sezioni di trattamento permette di minimizzare i possibili impatti ambientali dal punto di vista sia paesaggistico che di emissioni acustiche e in atmosfera.

La scelta della disposizione planimetrica del capannone all'interno dell'area a disposizione è scaturita dalla volontà di mantenere la funzione dell'area sportiva esistente, andando a qualificarla con la realizzazione di un nuovo palazzetto dello sport e con opere di sistemazione a verde e parcheggio (intervento che non compreso nel presente progetto ma di un altro lotto di lavori).

L'ubicazione scelta del capannone prevede un "fronte nobile" affacciato verso la struttura del nuovo palazzetto dello sport, arretrando il più possibile l'impianto rispetto alla Strada Provinciale 44 e interponendo una zona alberata da destinare a parcheggio che permetta di creare un filtro di mascheramento della nuova struttura.

L'ubicazione dell'impianto spostata verso il versante consente inoltre di salvaguardare la visuale libera in direzione sud anche per le abitazioni più prossime all'impianto, in corrispondenza dell'immissione di via Villa Zarello sulla Strada Provinciale 44.

L'effetto finale che viene a realizzarsi con i due nuovi edifici (depuratore e palasport) è quella di una nuova area a funzione direzionale/commerciale separata da una piazza comune e con l'elemento del camino di emissione dell'aria trattata a richiamare elementi di architettura industriale (Figura 5).

Per il visitatore in transito l'edificio del depuratore viene scambiato con un centro commerciale o con uno stabilimento industriale e senz'altro non con un impianto di trattamento acque reflue.



Figura 5: Fotoinserimento del nuovo depuratore e delle opere di sistemazione esterna dell'area circostante (non oggetto del presente progetto ma di un altro lotto di intervento) – Vista da nord-ovest

Le indicazioni rilevate circa la vocazione architettonica del territorio hanno permesso di realizzare un edificio che potesse richiamare gli opifici industriali del primo Novecento con una chiara rivisitazione in chiave moderna. Agli elementi classici del mattone sono stati infatti aggiunti il legno, l'acciaio e il vetro.

L'indirizzo architettonico seguito è stato finalizzato a dare l'impressione di aver realizzato un recupero di un manufatto industriale esistente. Sebbene questa operazione non possa "ingannare" chi nel territorio vive o è vissuto, all'occhio distratto del visitatore, del turista o di chiunque percorra occasionalmente la strada provinciale crea curiosità e anche piacere nel pensare che si tratti di un segno del passato ricreato ad arte.

Il fronte principale del depuratore con affaccio verso sud è stato pensato con una alternanza di materiali nobili quali il legno, il mattone e l'acciaio. Partendo dal basso sono state ricreati attraverso un gioco visivo dei finti pilastri rivestiti in mattone paramano rosso mentre tra gli stessi, con un lieve arretramento verso l'interno, si hanno delle pareti rivestite con legno di larice. Con l'impiego di tale legno "mutevole", che tende ad inscurire naturalmente nel tempo, la struttura assume un aspetto vissuto ma mai degradato. A creare un'unica parete continua vi è l'effetto di porte e portoni, anch'essi rivestiti in legno, che vanno a scomparire all'interno della facciata.

La porzione superiore delle pareti è caratterizzata da ampie vetrate che diventano funzionali anche come naturale irraggiamento all'interno dell'impianto. Per creare un continuo tra la parte inferiore in legno e quella superiore in vetro vi sarà una sorta di strato "filtro" in cui vengono posizionati dei

travicelli in legno a correre per tutta la lunghezza delle vetrate lasciando il posto nella parte superiore alle vetrate stesse munite di listelli frangisole.
Gli altri tre lati del capannone sono invece rifiniti nella parte inferiore interamente con mattone paramano rosso, mantenendo il gioco dei finti pilastri e le ampie finestrature nella parte superiore.
Per la struttura della copertura si è pensato all'impiego di travi in legno lamellare che vadano a continuare anche all'interno del capannone il dialogo naturale con l'elemento legno. La copertura è conformata con una serie di volte rivestite esternamente in lamiera d'acciaio, intervallati da alcune zone ribassate a tetto piano con prato pensile. Questa scelta nasce dalla volontà di spezzare la monotonia di un edificio esteso, creando di un "tetris" verde che, osservato anche dalle colline sovrastanti, crei interesse e risulti ben integrato con le sistemazioni esterne dell'area di intervento e dell'area sportiva adiacente.

8 CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA, PRODUZIONE DI RESIDUI SOLIDI, CONSUMO DI REAGENTI CHIMICI E FABBISOGNO DI ACQUA POTABILE

8.1 STIMA DEL CONSUMO MEDIO DI ENERGIA ELETTRICA

La stima dei consumi medi di energia elettrica attesi nella configurazione impiantistica di progetto è riportata nel dettaglio nella relazione di calcolo di processo (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-IMP-RT-001). In Tabella 7 e Tabella 8 sono riassunti i consumi medi attesi negli scenari di alta e bassa stagione. Effettuando una media ponderata sui due periodi, **il consumo medio annuo atteso da parte dell'intero impianto si attesta su 3987 MWh/anno**, con consumi specifici d **1.33 kWh/m³**, 2.61 kWh/kgCOD_{rim} e 35.0 kWh/kgN_{rim}.

Tabella 7: Consumi di energia elettrica nelle varie sezioni di trattamento nella configurazione di progetto – Scenario di ALTA STAGIONE

Sezione di trattamento	Consumo medio	Consumo specifico		
	kWh/d	kWh/m³	kWh/kgCOD_{rim}	kWh/kgN_{rim}
LINEA ACQUE				
Pre-trattamenti	159	0.014	0.02	0.37
Trattamento biologico	3 120	0.279	0.42	7.23
Filtrazione e deossigenazione	2 800	0.250	0.38	6.49
Trattamenti terziari	698	0.062	0.09	1.62
TOTALE LINEA ACQUE	***6 777***	***0.605***	***0.91***	***15.72***
LINEA FANGHI				
Pre-ispessimento	108	0.010	0.01	0.25
Stabilizzazione aerobica	1 204	0.108	0.16	2.79
Disidratazione meccanica	272	0.024	0.04	0.63
TOTALE LINEA FANGHI	***1 584***	***0.141***	***0.21***	***3.67***
ALTRE SEZIONI				
Trattamento aria	2 950	0.263	0.40	6.84
Servizi generali	2 235	0.200	0.30	5.18
TOTALE ALTRE SEZIONI	***5 185***	***0.463***	***0.70***	***12.02***
TOTALE IMPIANTO	**13 546**	**1.21**	**1.82**	**31.4**

Tabella 8: Consumi di energia elettrica nelle varie sezioni di trattamento nella configurazione di progetto – Scenario di BASSA STAGIONE

Sezione di trattamento	Consumo medio	Consumo specifico		
	kWh/d	kWh/m³	kWh/kgCOD_{rim}	kWh/kgN_{rim}
LINEA ACQUE				
Pre-trattamenti	108	0.015	0.03	0.39
Trattamento biologico	1 723	0.234	0.49	6.21
Filtrazione e deossigenazione	1 663	0.226	0.48	5.99
Trattamenti terziari	542	0.074	0.16	1.95
TOTALE LINEA ACQUE	***4 036***	***0.548***	***1.15***	***14.54***
LINEA FANGHI				
Pre-ispessimento	49	0.007	0.01	0.18
Stabilizzazione aerobica	665	0.090	0.19	2.40
Disidratazione meccanica	139	0.019	0.04	0.50
TOTALE LINEA FANGHI	***853***	***0.116***	***0.24***	***3.08***
ALTRE SEZIONI				
Trattamento aria	2 950	0.401	0.84	10.63
Servizi generali	2 210	0.300	0.63	7.96
TOTALE ALTRE SEZIONI	***5 160***	***0.701***	***1.48***	***18.60***
TOTALE IMPIANTO	**10 049**	**1.37**	**2.87**	**36.2**

8.2 STIMA DELLA PRODUZIONE DI RESIDUI SOLIDI

I residui solidi da avviare a smaltimento prodotti presso l'impianto nella configurazione di progetto sono costituiti da:

- materiale grigliato separato nei comparti di grigliatura grossolana e di grigliatura fine;
- sabbie separate nel comparto di dissabbiatura;
- fango disidratato prodotto dai decanter centrifughi;
- carboni attivi esausti da stazioni di trattamento aria (ipotizzando una sostituzione all'anno della carica filtrante degli scrubber a secco previsti).

Il riepilogo della produzione stimata su base annua delle varie tipologie di residuo, ricavata come media ponderata sui due periodi di alta e bassa stagione, è riportato in Tabella 9.

Tabella 9: Stima della produzione media di residui solidi da smaltire

Residuo solido	Origine	Produzione media annua	
		m³/anno	t/anno
Materiale grigliato	Grigliatura grossolana	*121*	*97*
	Grigliatura fine	*152*	*182*
	TOTALE	**273**	**279**
Sabbie	Dissabbiatura + Classificazione/lavaggio	**152**	**243**
Fango disidratato	Disidratazione meccanica	**1726**	**1854**
Carboni attivi esausti	Trattamento aria zona pre-trattamenti	*10.5*	*6.8*
	Trattamento aria da stabilizzazione aerobica e da vasca di accumulo acque madri e di lavaggio	*1.4*	*0.92*
	Trattamento aria da locale disidratazione	*2.2*	*1.4*
	Trattamento aria ambiente generale	*11.5*	*7.5*
	TOTALE	**25.6**	**16.6**

8.3 STIMA DEL CONSUMO DI CHEMICALS

La filiera di trattamento dell'impianto prevede l'impiego dei seguenti reagenti chimici:

- idrossido di sodio NaOH in soluzione al 30% per la correzione del pH, con dosaggio nel canale di distribuzione alle linee di trattamento biologico;
- cloruro ferrico $FeCl_3$ in soluzione al 40% per la precipitazione chimica dei composti del fosforo, con dosaggio nel canale di distribuzione alle linee di trattamento biologico;
- ipoclorito di sodio in soluzione al 14% per le operazioni periodiche di lavaggio chimico delle membrane;
- acido citrico in soluzione al 50% per le operazioni periodiche di lavaggio chimico delle membrane.
- polielettrolita in emulsione per il condizionamento chimico del fango alimentato ai pre-ispessitori dinamici e ai decanter centrifughi.

La quantificazione del consumo di reagenti chimici è stata effettuata facendo riferimento alle condizioni operative medie di progetto nei due scenari stagionali considerati, e si basa sui risultati delle verifiche di dimensionamento descritti nella relazione di calcolo di processo (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-IMP-RT-001). I consumi medi annui, riportati in Tabella 10, sono stati stimati come media ponderata sui due periodi.

Tabella 10: Stima del consumo medio di reagenti chimici

Reagente chimico	Utilizzo	Consumo medio annuo	
		m^3/anno	t/anno
NaOH 30%	Correzione pH	**142**	**189**
$FeCl_3$ 40%	Defosfatazione chimica	**196**	**278**
NaClO 14%	Lavaggio membrane – *Maintenance Cleaning*	*13.3*	*16.6*
	Lavaggio membrane – *Recovery Cleaning*	*9.6*	*12.1*
	TOTALE	**22.9**	**28.7**
Acido citrico 50%	Lavaggio membrane – *Recovery Cleaning*	**2.7**	**3.4**
Polielettrolita in emulsione	Condizionamento chimico fanghi a pre-ispessimento	*3.1*	*3.1*
	Condizionamento chimico fanghi a disidratazione meccanica	*2.7*	*2.7*
	TOTALE	**5.8**	**5.8**

8.4 STIMA DEL FABBISOGNO DI ACQUA POTABILE

La rete dell'acqua tecnica a servizio del depuratore è alimentata da un gruppo di pressurizzazione che preleva l'effluente depurato (permeato di ultrafiltrazione) dalla vasca di accumulo per il riuso.
Il gruppo e la rete di distribuzione dell'acqua di servizio sono stati dimensionati sulla base del fabbisogno massimo di acqua tecnica per i vari utilizzi previsti nelle diverse sezioni di impianto, considerando le possibili contemporaneità di funzionamento. Per maggiori dettagli in merito si rimanda alla Relazione di calcolo di processo e dimensionamento (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-IMP-RT-001).
Il fabbisogno di acqua potabile è dunque correlato esclusivamente agli utilizzi da parte del personale addetto alla gestione del depuratore e del Centro Zona di Sestri Levante nei servizi igienici previsti all'interno dell'edificio di servizio, che ospita la sala controllo, gli uffici e gli spogliatoi. Il numero massimo di addetti previsto è di 15 unità. Considerando la presenza non continuativa degli addetti, il fabbisogno medio pro-capite può essere assunto cautelativamente pari a 100 L/ab/d, determinando un consumo medio giornaliero di circa **1.5 m^3/d**. La portata istantanea di punta considerando le contemporaneità di utilizzo di docce e servizi igienici può essere stimata in **0.3 L/s** (**1.1 m^3/h**).
Una derivazione dell'acqua potabile va inoltre prevista per alimentare la rete dell'acqua di servizio in condizioni di emergenza o in fase di avviamento dell'impianto, predisponendo un apposito recapito come reintegro del volume stoccato nella vasca di accumulo per il riuso da cui preleva il gruppo di pressurizzazione. Il fabbisogno massimo istantaneo stimabile a questo scopo, pari a circa **2 m^3/h** (**0.55 L/s**), determina la portata massima prelevabile dalla rete idrica.

9 INTERFERENZE ESTERNE ED INTERNE

La realizzazione delle opere in progetto crea alcune interferenze con i manufatti presenti sull'area di intervento e con le reti aeree e interrate di servizio esistenti. Si rende inoltre necessario l'abbattimento di alcune piante ad alto fusto presenti nella zona incolta della p.f. 381.

9.1 MANUFATTI ESISTENTI

Come mostrato dalla planimetria dello stato attuale (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-IMP-EG-001) e dalla tavola di inquadramento fotografico (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-GEN-EG-003), i manufatti presenti nell'area di intervento sono costituiti da:

- una pista da pattinaggio a rotelle, di dimensioni planimetriche pari a circa 55x32 m, tuttora utilizzata;
- uno skate park costituito da due half-pipe e alcune skate ramp, attualmente in condizioni fatiscenti e in disuso;
- alcuni edifici prefabbricati che ospitano i locali di servizio della pista da pattinaggio (uffici, bar e servizi igienici);
- alcuni container e tettoie in disuso.

Di tutti questi manufatti, solo lo skate park in disuso, mostrato in Figura 4 nel paragrafo 3.1, risulta interferente con l'area di intervento. A progetto sono pertanto previsti gli oneri per la sua demolizione e rimozione.

9.2 RETI AEREE

L'unica interferenza rilevabile con le reti aeree è costituita da una linea telefonica che attraversa da nord a sud la p.f. 381, individuata sulla planimetria dello stato attuale (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-IMP-EG-001). Prima di iniziare i lavori è pertanto necessario provvedere al suo spostamento o interramento. La definizione delle modalità ottimali di risoluzione dell'interferenza è demandata alla fase di progettazione esecutiva.

9.3 RETI INTERRATE

Le reti interrate esistenti all'interno dell'area di intervento sono invece costituite da alcuni collettori di drenaggio di acque meteoriche, il cui tracciato indicativo è riportato nella planimetria dello stato attuale (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-IMP-EG-001). Il progetto prevede gli oneri per la rimozione dei collettori interferenti con il nuovo depuratore e per la posa di nuove tubazioni in loro sostituzione che corrano lungo i confini del sedime d'impianto.

Per quanto riguarda infine le interferenze esterne, vanno segnalate quelle prevedibili tra il nuovo collettore di scarico di emergenza dell'effluente depurato al torrente Gromolo in PEAD De630 e i sottoservizi presenti lungo le strade attraversate. Queste interferenze andranno risolte prevedendo una preventiva localizzazione dei sottoservizi stessi e procedendo con particolare cautela nelle operazioni di scavo e di posa del nuovo collettore.

9.4 ABBATTIMENTO PIANTE

All'interno della p.f. 381, interamente interessata dall'area di intervento, sono presenti alcune piante ad alto fusto, come evidenziato nella planimetria dello stato attuale (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-IMP-EG-001). Più nel dettaglio, sono state rilevate nel complesso circa 50 piante, per lo più caratterizzate da fusto a piccolo diametro. Tali piante dovranno essere abbattute prima dell'inizio dei lavori. A titolo compensativo, nell'ambito del progetto delle opere di sistemazioni esterne al depuratore è prevista la ripiantumazione di un numero di alberi ben superiore rispetto a quelli abbattuti, come mostrato nella planimetria d'insieme dello stato di progetto (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-IMP-EG-002).

10 INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO

La redazione del progetto esecutivo dovrà prevedere approfondimenti sia di tipo tecnico che di tipo economico. Il progetto esecutivo dovrà in particolare tener conto ed indagare nel dettaglio i seguenti elementi:

- definizione in ogni particolare degli interventi da realizzare, dal punto di vista strutturale, impiantistico e architettonico;
- recepimento delle eventuali prescrizioni fornite dai pronunciamenti degli Enti coinvolti in sede autorizzativa;
- redazione del piano di sicurezza e coordinamento.

11 TEMPISTICHE PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE

Come mostrato nel cronoprogramma dei lavori, riportato nell'elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-GEN-EG-001, si stima che l'esecuzione delle opere di progetto occuperà complessivamente **1000 giorni naturali consecutivi**.

12 COSTI DELL'INTERVENTO

I costi di investimento necessari per la realizzazione delle opere previste sono riportati nel dettaglio nel Computo metrico (elaborato 2017GESI0005-00-D-I2-GEN-CE-001).