Comune

GENOVA

Provincia

GENOVA

Titolo del progetto

Depuratore di Punta Vagno – Ammodernamento impianto – Revamping impianto – Comune di Genova

Livello di progettazione	Settore di business	Disciplina
PF	I2 - DEPURAZIONE	GEN

Numero	Titolo	Scala
RT-001	Relazione generale	---

ID Progetto	Titolo sintetico (nome file di stampa)	Codifica WBS
2022GESI0044-00		C75I2-A004-07-0003

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
01	12/2023	Adeguamento normativo		AP	AC
00	08/2022	Emissione Progetto Definitivo		AP	AC

Redatto:

Dott. Ing. ANDREA CHIOVELLI ORDINE INGEGNERI ROMA N. 19826

Ing. Andrea Chiovelli

Verificato:

Ing. Valentina Querci

Approvato:

PROJECT MANAGER
geom. Francesco Gaglio

Geom. Francesco Gaglio

IRETI

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 : Via Piacenza, 54 - 16138 Genova (GE)
cod.fisc n° 01791490343 e P.IVA n° IT 02863660359
pec:ireti@pec.ireti.it

RTP

cooprogetti

MANDATARIA:
COOPROGETTI Soc. Coop.
Via della Piaggiola, 152, 06024 Gubbio (PG) - Italia
Cod. fisc. e P.IVA n°00424850543 - Pec: cooprogetti@pec.it
MANDANTI:
VIA Ingegneria s.r.l.
ACS International Engineering s.r.l.
Arch. Mario Gallarati
Ing. Enrico Gallarati

COOPROGETTI Soc. Coop.
IL PRESIDENTE
Ing. Alessandro Placucci

INDICE

1 PREMESSA 3

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E STATO DI FATTO 4

2.1 CONFIGURAZIONE ATTUALE DELL'IMPIANTO DI PUNTA VAGNO 7

2.2 PROBLEMATICHE RISCONTRATE 9

2.3 CARICHI IDRAULICI 11

2.4 CARICHI INQUINANTI 15

2.5 QUALITÀ DEGLI EFFLUENTI DELL'IMPIANTO 19

3 OBIETTIVI E REQUISITI TECNICI E PRESTAZIONALI DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO 20

3.1 OBIETTIVI DI QUALITÀ DELLO SCARICO 20

4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO 22

4.1 ARRIVO DEI LIQUAMI E BY-PASS GENERALE DELL'IMPIANTO 25

4.2 GRIGLIATURA GROSSOLANA, SOLLEVAMENTO GENERALE DELL'IMPIANTO E GRIGLIATURA FINE 26

4.3 DISSABBIATURA-DISOLEATURA E CHIARIFICAZIONE ACCELERATA 27

4.4 EQUALIZZAZIONE 29

4.5 LIMITATORE DI PORTATA A VALLE DEI TRATTAMENTI PRIMARI 30

4.6 TRATTAMENTO BIOLOGICO MBR 31

4.7 RILANCIO A MARE 35

4.8 IMPIANTO ANTINCENDIO 35

4.9 TRATTAMENTO ARIA 37

4.10 NUOVA SISTEMAZIONE SPAZI INTERNI 40

5 FASIZZAZIONE DEI LAVORI 42

6 PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO 44

7 DISPONIBILITÀ DELLE AREE ED INTERFERENZE 45

7.1 DISPONIBILITÀ DELLE AREE 45

7.2 INTERFERENZE 45

8 ELEMENTI AMMINISTRATIVI 45

8.1 ESPROPRI E SERVITÙ 45

8.2 TARIFFA PREZZI E ANALISI NUOVI PREZZI 45

8.3 COMPUTO METRICO ESTIMATIVO E SOMMARIO 45

8.4 QUADRO ECONOMICO 46

1 PREMESSA

La presente Relazione descrive l'intervento di adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione di Punta Vango nel Comune di Genova gestito da IRETI S.p.a. ed a servizio dell'area orientale di Genova.

Più nel dettaglio, le opere oggetto della presente progettazione consistono nella generale revisione del depuratore in esame al fine di risolverne le odierne criticità legate all'obsolescenza di molte componenti tecnologiche e di adeguarne la capacità di trattamento ai carichi inquinanti ed idraulici in arrivo dalla fognatura urbana, tenendo anche conto di eventuali incrementi futuri di questi ultimi.

Le lavorazioni interesseranno la sola linea acque dell'impianto essendo quest'ultimo sprovvisto di una linea fanghi: anche nella nuova configurazione progettuale i fanghi prodotti dal processo depurativo continueranno ad essere inviati presso altri siti di trattamento (l'impianto di Volpara nell'immediato e, in prospettiva, il nuovo Depuratore Area Centrale - D.A.C. - in fase di progettazione).

Rimandando ai successivi paragrafi per una più dettagliata descrizione degli interventi, questi ultimi possono essere così sintetizzati:

- demolizione e ricostruzione ex novo dei pretrattamenti meccanici (grigliatura grossolana e fine, dissabbiatura);
- introduzione di una nuova sezione di chiarificazione accelerata mediante installazione di filtri rotativi a tela;
- conversione di due dei sedimentatori primari in vasche di equalizzazione;
- conversione dei reparti di ossidazione biologica e sedimentazione finale in reattori biologici a membrane (MBR) con separazione dei fanghi attivi dall'effluente finale mediante membrane di ultrafiltrazione ed implementazione dello schema di processo di predenitrificazione-nitrificazione;
- generale risanamento di tutte le componenti tecnologiche ammalorate;
- installazione nuova rete antincendio;
- realizzazione nuovo sistema di trattamento aria;
- ulteriori sistemazioni riguardanti una nuova sistemazione delle aree interne dell'impianto di depurazione (spogliatoi, locali tecnici, sala quadri ecc.) e sistemazioni aree esterne (Giardino Govi).

I suddetti interventi comporteranno la demolizione e la ricostruzione di alcune strutture all'interno dell'area dell'impianto, di cui saranno comunque preservate le opere di copertura e mascheramento visivo che garantiscono un ottimo inserimento ambientale del sito di trattamento.

Il complesso delle lavorazioni previste dalla presente progettazione permetterà di assicurare, con adeguati margini di sicurezza, il trattamento di un carico inquinante pari a 250.000 A.E. su base BOD_5 con effluente conforme ai requisiti delle tabb. 1 e 3 dell'Allegato V alla Parte III del D.Lgs. 152/06.

Tutto ciò premesso, IRETI S.p.A. ha affidato, allo scrivente RTP, l'incarico di redigere il presente Progetto Definitivo denominato "Depuratore di Punta Vagno – Ammodernamento impianto – Revamping impianto – Comune di Genova".

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E STATO DI FATTO

Le acque reflue della città di Genova sono trattate in diversi impianti di depurazione dislocati sul territorio comunale. L'ubicazione di tali impianti è stata nel tempo individuata sulla base delle esigenze idrauliche e di servizio dell'utenza dettate dal particolare contesto urbanistico ed orografico locale.

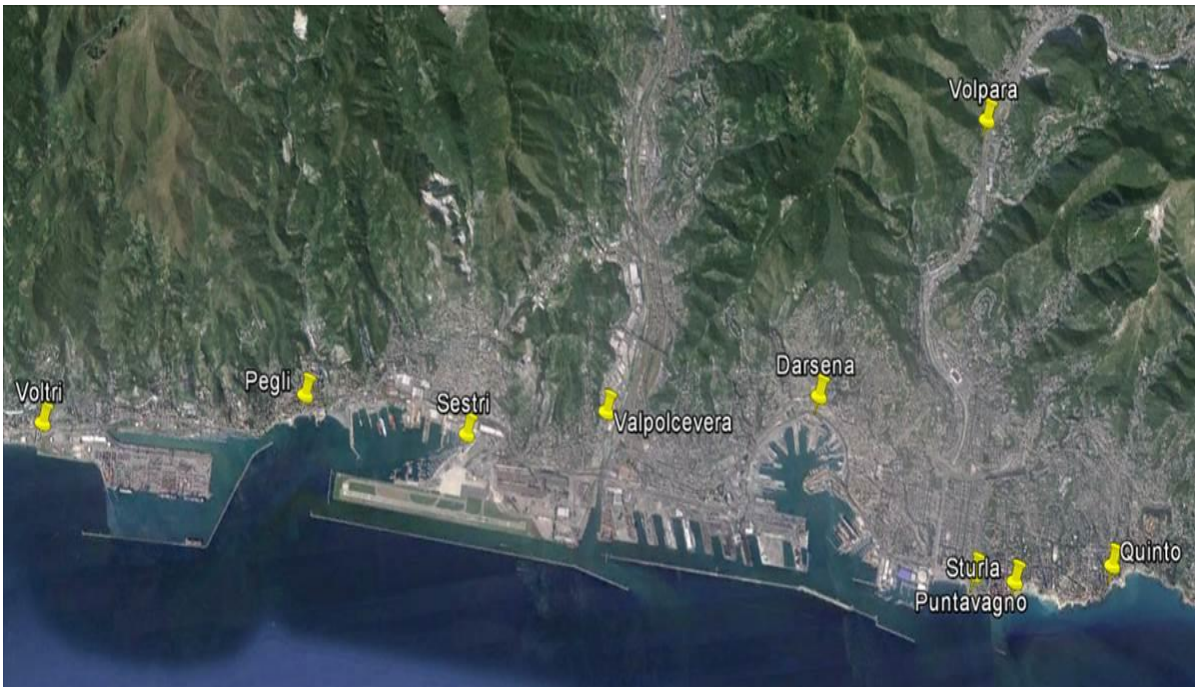


Fig. 1 – Ubicazione degli impianti di depurazione del territorio Genovese

Lo sviluppo urbanistico di Genova ha fatto sì che alcuni dei suddetti depuratori siano stati nel tempo "conglobati" nel tessuto urbano al punto che, ad oggi, la presenza degli stessi in zone fortemente antropizzate non è più sostenibile. Infatti, oltre agli impatti sul territorio e sulla popolazione, determinati dalla prossimità degli impianti alle aree residenziali e commerciali, altro fattore di criticità è rappresentato dalle limitazioni imposte, sempre per carenza di spazio, alla possibilità di adeguare tecnologicamente o potenziare i siti di trattamento esistenti.

Ciò è risultato evidente in particolare per gli impianti di Volpara e Valpolcevera, per i quali è stata infatti prevista la dismissione.

Le immagini di seguito riportate permettono di apprezzare immediatamente le problematiche associate al rilevante impatto ambientale e paesaggistico dei suddetti depuratori sul contesto urbano così come l'impossibilità di procedere al potenziamento degli stessi mediante ampliamento delle relative strutture.



Fig. 2 – Vista aerea dell'impianto di Volpara

Nel dettaglio, l'impianto di Volpara, nel quale viene trattata attualmente la maggior parte dei fanghi del sistema depurativo cittadino, è inserito in un'area marginale, in un contesto produttivo e residenziale. Inoltre, esso è localizzato sotto un versante collinare dove, in alcuni punti, sono stati riscontrati distacchi di roccia.

Il nuovo impianto centralizzato DAC di Genova, di cui è prevista la costruzione nell'area ex ILVA, è stato dimensionato per ricevere i fanghi dei diversi depuratori genovesi oltre ai reflui oggi afferenti al depuratore di Valpolcevera: a valle di tale riorganizzazione dell'infrastruttura fognaria e depurativa, i siti di Volpara e Valpolcevera potranno così essere dismessi.

A differenza dei depuratori sopra citati, l'impianto di Punta Vagno è stato invece concepito con un corretto inserimento ambientale e, grazie alla qualità delle strutture e dei sistemi impiantistici, può sicuramente continuare ad assolvere alla propria funzione se sottoposto ad opportuni interventi di rinnovamento.

L'attuale impianto di depurazione in località Punta Vagno è infatti ospitato in una struttura completamente coperta che si sviluppa in prossimità del litorale.

La progettazione risale alla fine degli anni '60, mentre l'impianto è stato realizzato ed è entrato in esercizio nei primi anni '80. Le oggettive difficoltà di inserimento ambientale e la limitata disponibilità di aree hanno sicuramente richiesto un notevole impegno progettuale che ha portato alla realizzazione di un'opera di rilevante interesse ingegneristico, caratterizzata da un'integrazione ambientale particolarmente riuscita. Le soluzioni impiantistiche adottate sono l'espressione delle tecnologie all'epoca consolidate.

Le opere strutturali presentano un livello di degrado commisurato all'età dei manufatti ed alla prolungata esposizione ad un ambiente chimicamente aggressivo. Tuttavia, pur richiedendo importanti interventi di risanamento, esse si presentano idonee per un efficace recupero in grado di rinnovarne la vita utile.

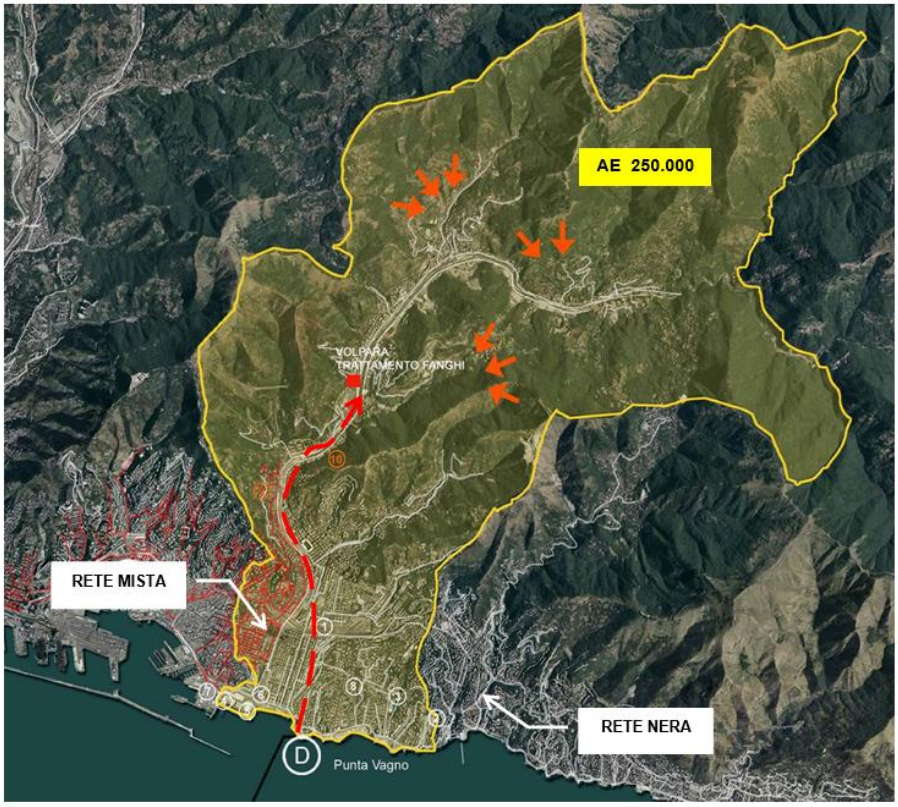


Fig. 3 – Ubicazione dell'impianto di Punta Vagno (D)



Fig. 4 – Ubicazione dell'impianto di Punta Vagno

Si riporta inoltre una veduta dell'area del depuratore con la sistemazione del giardino Gilberto Govi che, di fatto, costituisce la copertura dell'impianto.



Fig. 5 – Copertura dell'impianto di Punta Vango – Giardino Gilberto Govi

Il sistema fognario afferente al depuratore di Punta Vagno è di tipo separativo. La rete di raccolta delle acque nere ha uno sviluppo totale di circa 180 km e copre un bacino delimitato ad Est dal promontorio di Boccadasse e ad Ovest dalla collina di Carignano mentre a Nord, lungo la vallata del Bisagno, lo stesso si estende oltre i confini del Comune di Genova per raccogliere parte dei reflui di Bargagli e Davagna.

Come si dirà meglio nel seguito, le stime degli apporti di reflui derivanti dal comprensorio servito dal depuratore in esame portano all'individuazione di un bacino potenziale di circa 200.000 A.E.

In un'ottica organizzativa e gestionale più ampia, prendendo in considerazione anche la possibilità di accentrare nel sito di Punta Vagno il trattamento dei reflui oggi conferiti all'impianto di Sturla (interessato da importanti danni a seguito della mareggiata del novembre 2018), si è ritenuto opportuno impostare la presente progettazione attribuendo al sito un carico inquinante potenzialmente afferente di massimi 250.000 A.E.

2.1 Configurazione attuale dell'impianto di Punta Vagno

Di seguito si riporta la planimetria dell'impianto nella sua configurazione attuale. Sono evidenziati i principali comparti.

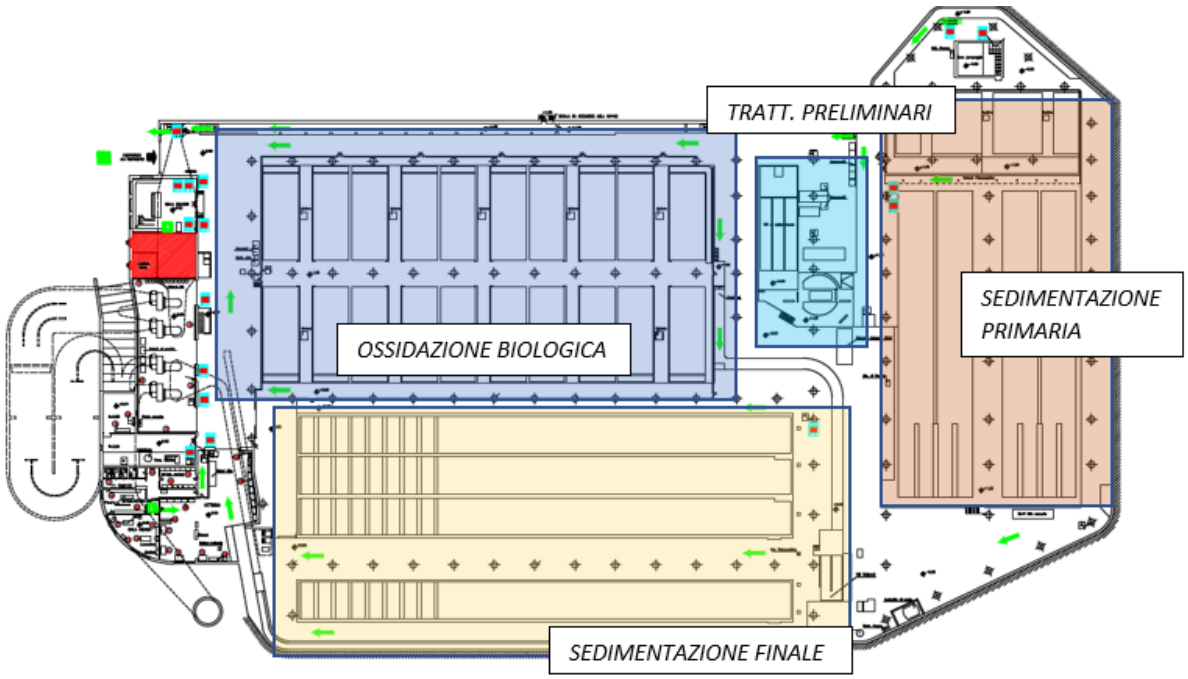


Fig. 6 – Planimetria dell'impianto di Punta Vagno con indicazione dei principali comparti (stato di fatto)

La filiera dell'impianto di trattamento è così strutturata:

a. arrivo del refluo;
b. sfioro delle portate eccedenti la capacità idraulica dell'impianto (in tempo di pioggia);
c. sezione di grigliatura (operata da due dispositivi con luci filtranti di 20 mm);
d. sollevamento iniziale mediante coclee;
e. dissabbiatura (attuata con dissabbiatore tipo "Pista");
f. grigliatura fine (tre griglie a gradini);
g. sfioro delle acque di pioggia;
h. pre-aerazione con turbine superficiali;
i. sedimentazione primaria, attuata all'interno di quattro vasche rettangolari attrezzate con ponti raschiatori va-e-vieni;
j. ossidazione biologica, articolata in dieci vasche a pianta quadrata (in cui l'aerazione è effettuata con turbine superficiali);
k. sedimentazione finale, operata all'interno di quattro vasche rettangolari con rimozione del fango mediante raschiatori a catena;
l. ricircolo del fango biologico (dalla sedimentazione finale al comparto di ossidazione) tramite coclee;
m. accumulo del refluo depurato e scarico in mare mediante condotta sottomarina;
n. rilancio del fango di supero all'impianto di digestione anaerobica di Volpara.

Non viene attuato un trattamento di denitrificazione in quanto lo scarico dell'impianto è autorizzato in base ai limiti imposti dalla Tabella 1 dell'Allegato 5 del D.Lgs 152/06.

Si evidenzia inoltre che la legge regionale n. 43 del 16/08/1995 – Norme in materia di valorizzazione delle risorse idriche e di tutela delle acque dall'inquinamento –, all'art. 23 "Scarichi delle pubbliche fognature nelle acque di transizione e nel mare", non prescrive limiti specifici sull'azoto.

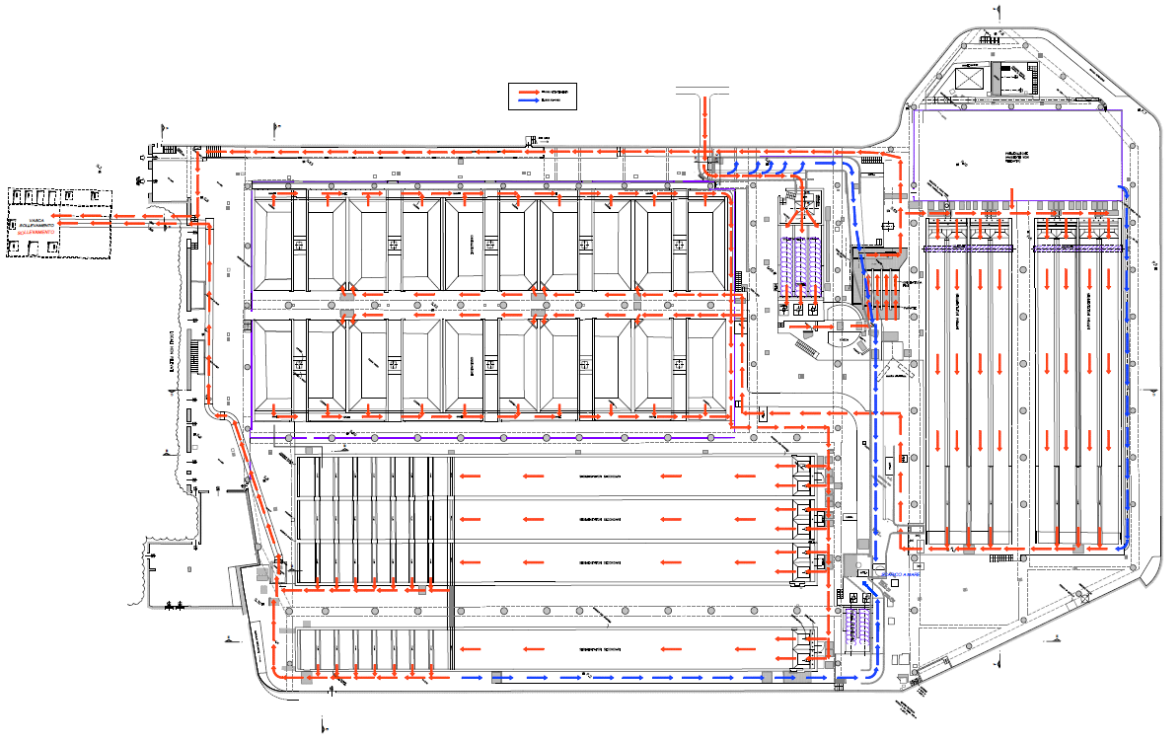
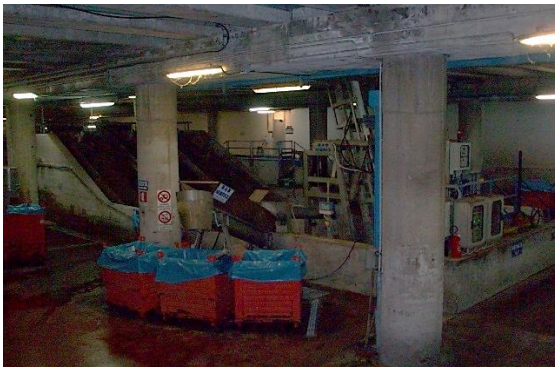


Fig. 7 – Planimetria dell'impianto con evidenziati i flussi di trattamento (stato di fatto)

2.2 Problematiche riscontrate

La naturale obsolescenza delle dotazioni impiantistiche rende necessario l'adeguamento del depuratore. Vengono di seguito riportate alcune recenti fotografie dell'impianto che ne illustrano lo stato di conservazione.





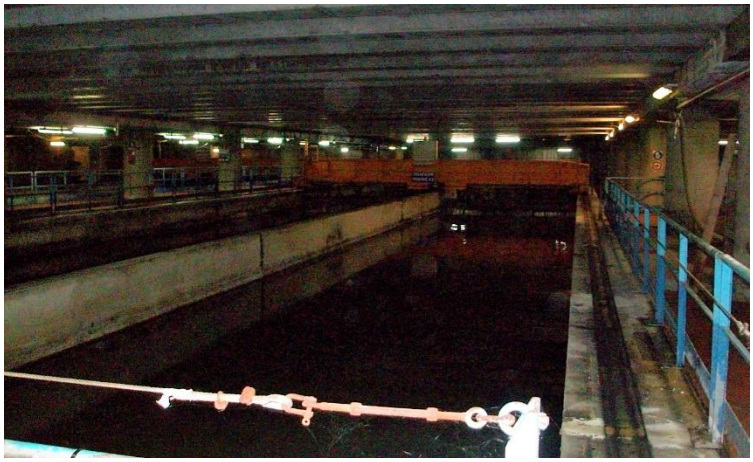








Fig. 8 – Strutture del depuratore

In generale, si può osservare un'avanzata usura delle apparecchiature elettromeccaniche, ormai giunte alla fine della propria vita utile (30 anni) e non recuperabili in termini funzionali anche con eventuali interventi di manutenzione.

Si deve inoltre segnalare che, indipendentemente dalle condizioni di conservazione, le stesse apparecchiature risultano superate sotto il profilo delle tecnologie impiegate, dei criteri di dimensionamento e dei materiali utilizzati, in considerazione della significativa evoluzione tecnica che ha interessato il settore del trattamento delle acque negli ultimi decenni.

Per esempio, laddove i carroponti dei sedimentatori in uso presso il depuratore possono arrivare a pesare anche 15 t (essendo realizzati in acciaio al carbonio, con importanti sovraspessori rispetto a quelli strutturalmente necessari per tener conto della corrosione), i dispositivi omologhi di moderna concezione, realizzati con acciai austenitici e materiali compositi, presentano pesi dell'ordine di 1 t.

Le citate caratteristiche costruttive, apparentemente indipendenti dal processo, di fatto, ne condizionano l'affidabilità e l'efficienza: l'impiego di macchinari realizzati con materiali meno resistenti alle aggressioni chimiche impongono più frequenti fermi dei reparti per le operazioni di manutenzione, le quali sono peraltro complicate, in un impianto coperto come quello in esame, dalla presenza di dispositivi ingombranti o di difficile movimentazione.

Per quanto riguarda invece le opere civili, esse sono soggette a diffusi fenomeni di degrado connessi all'esposizione ad un ambiente chimicamente aggressivo. A tali ammaloramenti si può tuttavia porre rimedio mediante interventi poco invasivi, provvedendo così al recupero integrale delle strutture dell'impianto le quali, al netto degli elementi non più compatibili con i carichi idraulici di progetto, appaiono in generale ancora sostanzialmente idonee a svolgere le proprie funzioni originarie.

2.3 Carichi idraulici

Come già detto, la rete fognaria in arrivo al depuratore di Punta Vagno è di tipo separativo.

L'analisi delle portate in ingresso all'impianto è stata effettuata sulla base delle risultanze di diversi progetti e Studi di Fattibilità di Mediterranea delle Acque S.p.A nonché sulla scorta dei dati gestionali di IRETI e della recente campagna di monitoraggio condotta per conto del Gestore dall'ATI BM Tecnologie Industriali S.r.l. – Idrostudi S.r.l. nel periodo Novembre 2020 – Gennaio 2021.

Lo Studio di Fattibilità per la ristrutturazione del Depuratore di Genova – Punta Vagno di Mediterranea delle Acque, redatto nel Luglio 2008 dalla divisione SASTER, riporta che, in base alle misurazioni di dettaglio dell'anno 2006-2007, la portata media annua si attestava intorno ai 460 l/s (1.660 m^3/h ovvero 39.800 m^3/d).

I dati forniti dalla Committenza risultano essere i più recenti ed affidabili per stimare le portate in ingresso, nonostante in alcuni casi si rilevino valori anomali presumibilmente dovuti ad errori del misuratore.

È stata dunque analizzata statisticamente la serie temporale di misure di portata in ingresso all'impianto, dal Gennaio 2015 al Gennaio 2019, di cui si riportano di seguito i valori della media (μ) e della deviazione standard (σ).

Portata in ingresso (m³/d)	
σ	8.121
μ	36.826
μ-3σ	12.464
μ+3σ	61.189

Tab. 1 – Risultati analisi statistica serie portate SENZA correzione anomalie

La serie in esame è stata depurata dai valori ritenuti statisticamente anomali (esterni all'intervallo [μ-3σ, μ+3σ]), per ricavare parametri statistici più significativi.

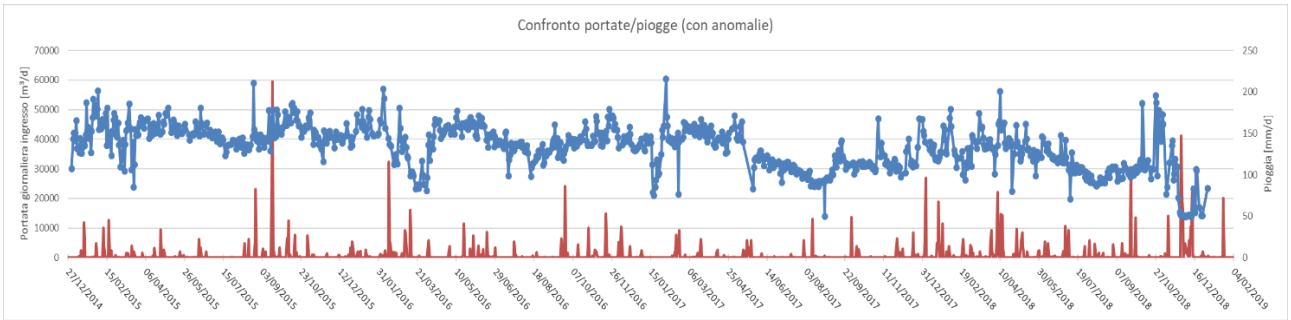
Portata in ingresso (m³/d)	
σ	7.411
μ	37.092

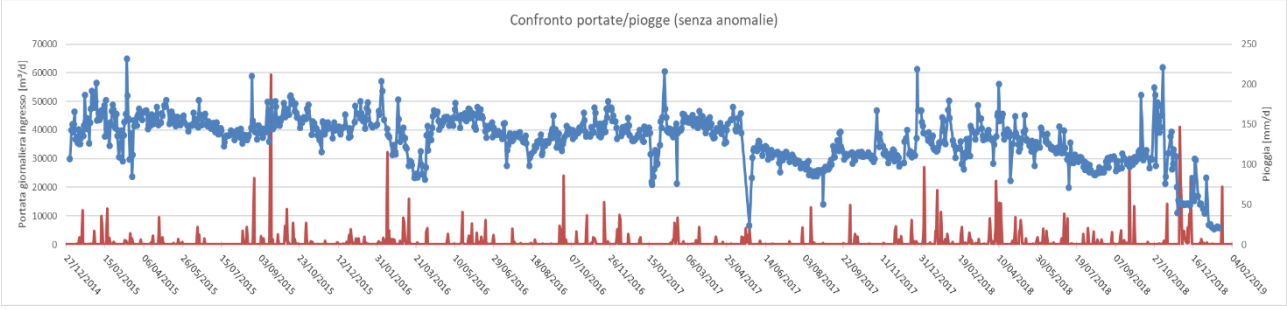
Tab. 2 – Risultati analisi statistica serie portate CON correzione anomalie

Al fine di valutare l'incidenza delle infiltrazioni di acque bianche sulla portata influente in caso di eventi di pioggia, sono stati correlati i dati di portata disponibili con i dati di precipitazione della stazione pluviometrica di Genova – Staglieno.

I grafici seguenti riportano la comparazione tra la serie della portata giornaliera in ingresso al depuratore (in blu) e le altezze giornaliere di pioggia registrate dalla stazione pluviometrica in esame (in rosso).

Considerando i dati relativi all'anno 2015, in quanto maggiormente affidabili sotto il profilo statistico, è possibile evidenziare che, anche per picchi giornalieri di 212 mm di pioggia, nel periodo analizzato gli incrementi di portata ascrivibili ad infiltrazioni di acque bianche in fognatura sono generalmente contenuti.





L'ultima campagna di monitoraggio relativa al periodo Novembre 2020 – Gennaio 2021 ha riscontrato una portata media di tempo secco in ingresso all'impianto pari a circa 458,5 l/s, valore in sostanziale accordo con i precedenti studi sopra richiamati.

Si ritiene pertanto che, per quel che concerne la portata media in arrivo al depuratore in tempo secco il valore di **40.000 m³/d** possa ritenersi adeguatamente rappresentativo delle odierne condizioni di esercizio.

Nella tabella seguente si riportano i dati ISTAT più recenti relativi agli abitanti di Genova suddivisi in base al bacino drenante di competenza: per ognuno degli agglomerati cittadini è stato quindi individuato il relativo carico inquinante in termini di abitanti equivalenti (A.E.).

Come è possibile notare, al depuratore di Punta Vagno è oggi attribuibile un carico contaminante complessivo da trattare (associato all'insieme di abitanti residenti e fluttuanti, delle attività alberghiere e di quelle industriali) di circa **200.000 A.E.**

Tenuto conto della suddetta portata media giornaliera di 40.000 m³/d e di un coefficiente di afflusso in fognatura pari a 0,8, è possibile ricavare una dotazione idrica pari a 250 litri/abitante equivalente/giorno, valore coerente con i dati di letteratura.

	DATI ISTAT								
	P1	A3	A7						
Agglomerato Genova	Popolazione residente - totale	Abitazioni vuote e abitazioni occupate solo da persone non residenti	Abitazioni occupate solo da persone non residenti	Componenti abitazioni vuote (Come da regolamento TARI 1 componente per case vuote)	Componenti non residenti (Come da regolamento TARI 2 componenti per case occupate da non residenti)	Totale occupanti abitazioni	Posti letto alberghi + affittacamere + bed & brekfast	Industriali	Totale AE
Sturla	40.359	2.926	74	2.852	148	43.360	96	117	43.573
Punta Vagno	188.429	9.181	88	9.093	176	197.698	246	2.440	200.384
Darsena	101.570	7.402	39	7.363	78	109.011	8.402	863	118.276
Valpolcevera	140.555	7.426	20	7.406	40	148.001	1.994	7.655	157.650
Sestri P.	46.570	2.447	12	2.435	24	49.030	1.700	638	51.368
Pegli	18.898	1.126	1	1.125	2	20.025	422	60	20.507
Prà - Voltri	38.582	1.640	3	1.637	6	40.225	250	21	40.496
Totale	574.963	32.149	237	31.912	474	607.349	13.110	11.794	632.253

Tab. 3 – Abitanti equivalenti di competenza depuratori dell'area genovese

Come accennato, il progetto di adeguamento dell'impianto contempla anche la possibilità di un aumento del quantitativo di reflui trattabili, nell'ipotesi di conferirvi in futuro anche il carico inquinante attualmente afferente al depuratore di Sturla (quantificato in oltre 40.000 A.E.).

In tali condizioni di alimentazione, l'impianto di Punta Vagno riceverebbe una portata media di liquami in ingresso pari a **50.000 m³/d,** corrispondente ad un carico, in termini di abitanti equivalenti, pari a 250.000 A.E.

Sempre dai dati delle successive campagne di monitoraggio, è possibile quantificare il coefficiente di punta oraria, ovvero il rapporto tra la portata massima giornaliera e quella media di tempo asciutto: esso è risultato pari a circa 1,51, da cui derivano, allo stato attuale (carico di 200.000 A.E.), portate di punta di circa 2.517 m³/h e, nella configurazione di progetto (carico di 250.000 A.E.), portate di punta di circa 3.145 m³/h.

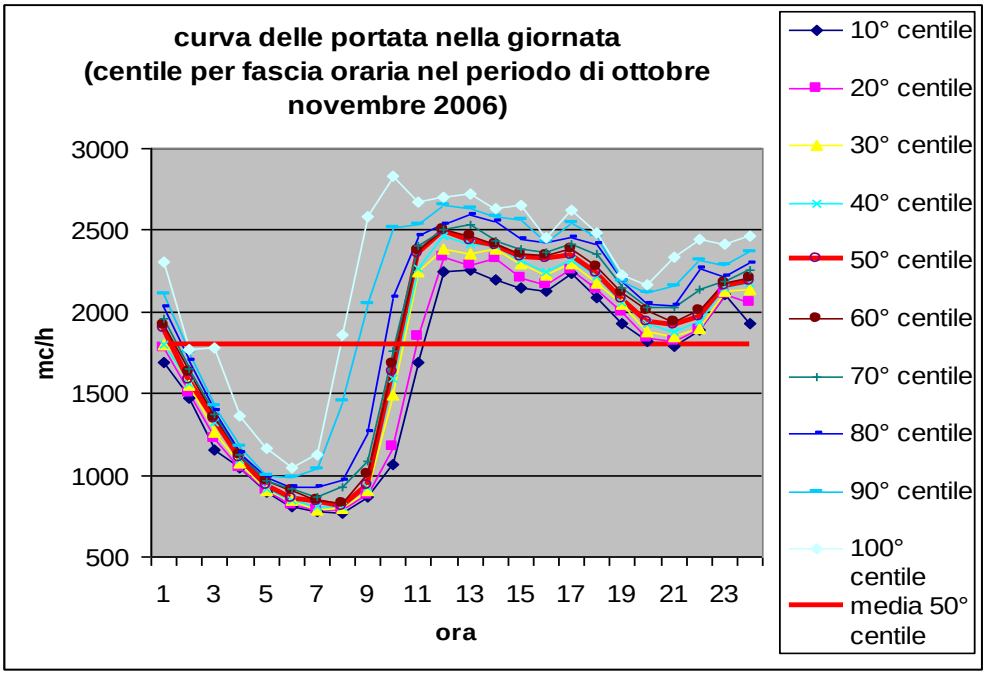


Fig. 9 – Andamento orario delle portate in ingresso al depuratore

Infine, per quel che concerne le massime portate riscontrabili in ingresso all'impianto in tempo di pioggia, nonostante come già ribadito la rete fognaria sia di tipo separativo, in corrispondenza di eventi meteorici particolarmente gravosi sono stati osservati anche valori compresi tra 3.750÷5.000 m³/h.

Al riguardo, si deve rilevare che la rete fognaria è prossima all'impianto per cui le punte idrauliche (in tempo asciutto così come in tempo di pioggia) non sono significativamente attenuate dall'effetto di invaso nel complesso delle canalizzazioni.

Nell'ambito dell'odierna progettazione si assumerà pertanto che la portata massima ammessa al trattamento in tempo di pioggia sia pari a 6.250 m³/h (150.000 m³/d). I volumi di reflui eccedenti tale soglia saranno scolmati a monte dell'impianto e saranno inviati allo scarico in mare previa grigliatura grossolana.

Preme sottolineare che, in corrispondenza dell'afflusso della portata massima ascrivibile ad eventi meteorici, si fa l'ipotesi che i carichi inquinanti medi si mantengano sostanzialmente analoghi a quelli di tempo asciutto e che agli stessi si possa applicare un fattore di diluizione pari al rapporto tra la portata in tempo di pioggia e quella media di tempo secco. Le concentrazioni del refluo in tempo di pioggia saranno pertanto ridotte del medesimo fattore rispetto a quelle di tempo asciutto.

2.4 Carichi inquinanti

Per la determinazione dei valori di concentrazione degli inquinanti è possibile far riferimento alle analisi del refluo in ingresso all'impianto (a monte della grigliatura grossolana) fornite da IRETI.

Per le finalità del presente progetto, si è ritenuto opportuno utilizzare dati misurati ed effettivamente riferibili all'impianto in questione, in modo da ottenere una valutazione più realistica possibile dei contaminanti in arrivo dalla fognatura.

I dati considerati sono relativi ad una serie di misure dei parametri inquinanti in ingresso quali azoto, fosforo, BOD_5, COD e SST, in un periodo temporale compreso tra Gennaio 2015 e Gennaio 2019.

VALORI IN INGRESSO (LIQUAME A MONTE GRIGLIE GROSS.)	**Azoto totale mg/l**	**Fosforo totale mg/l**	**Rich. biochimica di O_2 (BOD) mg/l**	**Rich. chimica di O_2 (COD) mg/l**	**Saggio di tossicità acuta %**	**Solidi sospesi totali (SST) mg/l**
25° percentile	47	6	158	415	9	208
50° percentile	**56**	**8**	**221**	**558**	**55**	**290**
75° percentile	84	10	399	1022	93	543

Tab. 4 – Concentrazioni in ingresso – serie storica 2015/2019

I suddetti valori sono stati confermati anche dalla campagna di monitoraggio condotta nel periodo Novembre 2020 – Gennaio 2021 nel corso della quale sono stati registrati, mediante strumentazioni in campo, i valori di concentrazione di COD e SST in un nodo della rete fognaria immediatamente a monte dell'impianto di Punta Vagno, ricavando i seguenti risultati.

Parametro	**COD [mg/l]**	**SST [mg/l]**
5° percentile	368	51
50° percentile	568	137
95° percentile	746	237
media	562	140

A partire dai valori medi di concentrazione in ingresso di COD, SST, azoto e fosforo, opportunamente corretti alla luce dei dati di letteratura[1], sono stati dunque stimati i relativi carichi inquinanti, tenuto conto che, nella configurazione di progetto, l'impianto dovrà essere in grado di ricevere e trattare adeguatamente una portata media di 50.000 m^3/d ed un carico inquinante su base BOD_5 di 250.000 A.E.

Il dettaglio dei suddetti carichi inquinanti (rispetto alle condizioni di alimentazione odierne ed a quelle future) viene riassunto nelle tabelle seguenti:

[1] La correzione si rende necessaria in quanto le concentrazioni medie calcolate sulla base dei dati di monitoraggio possono essere alterate da fenomeni di sedimentazione lungo la rete fognaria (che incidono sulla componente particolata dei contaminanti – il che si ripercuote in particolare sui valori di COD e BOD_5), da fenomeni di diluizione in tempo di pioggia, da incertezze e imprecisioni dei metodi di analisi, etc.

Parametro (ingresso all'impianto) – Condizioni di alimentazione odierne	**U.d.m.**	**VALORE**
Carico equivalente (su base BOD_5)	**A.E.**	**200.000**
Portata media (Qm_attuale)	**m^3/d**	**40.000**
	m^3/h	**1.666,67**
Portata di punta nera (Qpn_attuale)	**m^3/h**	**2.516,67**
Portata massima in tempo di pioggia (presenza di infiltrazioni acque parassite) (3 Qm_attuale)	**m^3/h**	**5.000,00**
Carico medio di COD influente	kg/d	24.000
Concentrazione media di COD influente	mg/l	600
Carico medio di BOD_5 influente	kg/d	12.000
Concentrazione media di BOD_5 influente	mg/l	300
Carico medio di SST	kg/d	15.600
Concentrazione media di SST influente	mg/l	390
Carico medio di TKN influente	kg/d	2.400
Concentrazione media di TKN influente	mg/l	60
Carico medio di P_{tot} influente	kg/d	400
Concentrazione media di P_{tot} influente	mg/l	10

Tab. 5 – Stima dei carichi inquinanti in ingresso all'impianto di Punta Vagno – portate di refluo odierne

Parametro (ingresso all'impianto) – Condizioni di alimentazione di progetto	**U.d.m.**	**VALORE**
Carico equivalente (su base BOD_5)	**A.E.**	**250.000**
Portata media (Qm)	**m^3/d**	**50.000**
	m^3/h	**2.083,33**
Portata di punta nera (Qpn)	**m^3/h**	**3.145,83**
Portata massima in tempo di pioggia (presenza di infiltrazioni acque parassite) (3 Qm)	**m^3/h**	**6.250,00**
Carico medio di COD influente	kg/d	30.000
Concentrazione media di COD influente	mg/l	600

Carico medio di BOD_5 influente	kg/d	15.000
Concentrazione media di BOD_5 influente	mg/l	300
Carico medio di SST	kg/d	19.500
Concentrazione media di SST influente	mg/l	390
Carico medio di TKN influente	kg/d	3.000
Concentrazione media di TKN influente	mg/l	60
Carico medio di P_{tot} influente	kg/d	500
Concentrazione media di P_{tot} influente	mg/l	10

Tab. 6 – Stima dei carichi inquinanti in ingresso all'impianto di Punta Vagno – potenzialità di progetto

Come già anticipato, i fanghi prodotti dall'impianto di Punta Vagno, nella configurazione definitiva del sistema fognario depurativo di Genova (associata all'entrata in servizio del D.A.C. ed alla dismissione di altri impianti esistenti, tra cui quello di Volpara), saranno trattati presso il già citato D.A.C. Tale impianto è stato progettato per ricevere i dreni prodotti da detto trattamento.

In una situazione gestionale transitoria, i fanghi dell'impianto potrebbero essere tuttavia inviati ancora al depuratore di Volpara, che restituirebbe i suddetti dreni al sito di Punta Vagno attraverso la fognatura urbana.

In sede di analisi delle prestazioni depurative, si è pertanto valutato anche l'impatto sul processo di tali dreni: essi si sommeranno ai carichi inquinanti indicati per la situazione di alimentazione attuale o di breve-medio termine determinando condizioni di esercizio intermedie tra quelle odierne e quelle di progetto.

Per questo ulteriore flusso di materia sono state assunte concentrazioni in ingresso tipiche di impianti della potenzialità in esame. Particolare rilevanza assume il parametro azoto ammoniacale ($N\text{-}NH_4$) che, nel dreno prodotto dalla digestione e dalla disidratazione dei fanghi, presenta livelli di concentrazione elevati.

La portata dei dreni assunta per le verifiche di processo è stata calcolata considerando una produzione di fanghi dell'ordine di 16.000 kg SS/d.

Come anticipato, i carichi idraulici ed inquinanti sotto riportati saranno sommati a quelli convogliati nel breve-medio termine (bacino servito di 200.000 A.E.) tramite la fognatura nell'ambito degli specifici scenari di analisi descritti nel seguito.

Parametro (ingresso all'impianto) – DRENI DA TRATTAMENTO FANGHI	**U.d.m.**	**VALORE**
Portata media	**m^3/d**	**1.600**
	m^3/h	**66,7**
Carico medio di COD	kg/d	1.600
Concentrazione media COD	mg/l	1.000

Carico medio di BOD_5	kg/d	800
Concentrazione media BOD_5	mg/l	500
Carico medio di SST	kg/d	800
Concentrazione media di SST	mg/l	500
Carico medio di TKN	kg/d	680
Concentrazione media di TKN	mg/l	425
Carico medio di $N\text{-}NH_4$	kg/d	640
Concentrazione media di $N\text{-}NH_4$	mg/l	400
Carico medio di P	kg/d	160
Concentrazione media di P	mg/l	100

Le caratteristiche quantitative e qualitative dei reflui sopra sintetizzate costituiscono i dati di progetto per le verifiche di processo e per la definizione degli interventi di adeguamento e di potenziamento dell'impianto.

2.5 Qualità degli effluenti dell'impianto

La seguente tabella riassume i valori dei principali parametri qualitativi dell'effluente liquido dell'impianto di Punta Vagno nell'attuale configurazione e nelle odierne condizioni di funzionamento.

VALORI IN USCITA	Azoto ammoniacale mg/l	Azoto nitrico mg/l	Azoto nitroso mg/l	Fosforo totale mg/l	Rich. biochimica di O_2 (BOD) mg/l	Abbattimento BOD %	Rich. chimica di O_2 (COD) mg/l	Abbattimento COD %	Solidi sospesi totali (SST) mg/l	Abbattimento Solidi sospesi totali (SST) %
25° percentile	13	0	0	3	6	93	39	87	9	92
50° percentile	**26**	**1**	**1**	**3**	**10**	**96**	**52**	**92**	**14**	**96**
75° percentile	34	5	1	3	13	98	62	96	20	98

Tab. 7 – Concentrazioni in uscita – serie storica 2015/2019

Dall'analisi dei dati è possibile confermare che, nonostante l'obsolescenza delle apparecchiature elettromeccaniche, nelle presenti condizioni di alimentazione, il ciclo di trattamento della linea acque possa essere ritenuto ancora funzionale, in quanto le concentrazioni allo scarico e gli abbattimenti per BOD_5, COD ed SST rispettano i limiti normativi. Come già precedentemente evidenziato, non è operato l'abbattimento dell'azoto che infatti si ritrova in concentrazioni relativamente elevate allo scarico.

3 OBIETTIVI E REQUISITI TECNICI E PRESTAZIONALI DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

L'impianto in esame opererà esclusivamente il trattamento dei liquami in arrivo dalla locale fognatura urbana e sarà articolato nei reparti della sola linea acque. I fanghi prodotti dal processo depurativo (fanghi primari e fanghi biologici di supero) saranno inviati al trattamento presso altri siti (l'impianto di Volpara, come avviene nelle odierne modalità di esercizio, o il nuovo D.A.C. una volta completata la realizzazione di quest'ultimo e la contestuale dismissione del sito di Volpara).

Ciò premesso, i principali requisiti tecnici da considerare nella progettazione delle nuove opere possono così riassumersi:

- **per il trattamento dei liquami**:
  - le sezioni impiantistiche dovranno essere dimensionate per assicurare la depurazione dei reflui in arrivo dalla fognatura ed ammessi al trattamento, in tempo asciutto ed in tempo di pioggia, tenendo conto anche di possibili evoluzioni nella configurazione della rete fognaria (nuovi allacciamenti);
  - lo scarico dovrà rispettare i limiti prescritti per il recapito in acque superficiali dei reflui trattati;
  - si dovrà prevedere la possibilità di recuperare una quota dell'effluente liquido depurato ai fini della produzione di acqua tecnica utile al processo;
- **per la gestione dei fanghi:**
  - si dovrà perseguire il contenimento della quantità di fanghi prodotti;
  - il flusso complessivo di fanghi dovrà avere caratteristiche di concentrazione della sostanza secca tali da risultare compatibili con il pompaggio verso gli impianti di trattamento;
- **in generale:**
  - gli effluenti solidi, liquidi ed aeriformi dovranno risultare conformi alle normative vigenti e si dovranno minimizzare i possibili impatti sulla popolazione con l'adozione delle tecnologie e degli accorgimenti costruttivi più moderni ed efficienti oggi disponibili;
  - la scelta delle soluzioni tecnologiche utili al raggiungimento degli obiettivi sin qui esposti dovrà necessariamente tenere conto dei ridotti spazi disponibili, condizionati anche dalla necessità di preservare la sovrastruttura di copertura dell'impianto, essenziale per il mantenimento degli odierni livelli di impatto visivo. In quest'ottica saranno quindi privilegiate installazioni compatte.

3.1 Obiettivi di qualità dello scarico

L'impianto produrrà effluenti liquidi, solidi ed aeriformi.

I primi sono rappresentati dai reflui e dai dreni in ingresso alla linea acque e da questa depurati in vista del recapito finale in acque superficiali o di un parziale riutilizzo della risorsa idrica.

La progettazione dell'adeguamento dell'impianto di Punta Vagno è stata condotta in modo da garantire l'osservanza dei limiti stabiliti dalle Tabelle 1 e 3 dell'Allegato V alla Parte III del D.Lgs 152/06 (recapito in acque superficiali), di seguito sinteticamente riassunti:

Parametro	Concentrazione limite [mg/l]	Riduzione (%)	Tab. rif. (D. Lgs 152/06)
BOD_5	≤ 25	80	TAB 1
COD	≤ 125	75	TAB 1
SST	≤ 35	90	TAB 1
Azoto ammoniacale (NH_4^+)	≤ 15	-	TAB 3
Azoto nitrico (N)	≤ 20	-	TAB 3
Fosforo totale	≤ 10	-	TAB 3

Gli interventi in progetto contemplano quindi anche l'abbattimento dell'azoto.

Una più elevata qualità dell'effluente rispetto a quanto strettamente richiesto dalla disciplina per lo scarico in acque superficiali risulta infatti opportuna sia nell'ottica di una minimizzazione dell'impatto ambientale sia per assicurare condizioni ottimali di funzionamento per la particolare tecnologia adottata per il trattamento secondario della linea acque (ossidazione biologica seguita da ultrafiltrazione a membrane[2]).

Inoltre, nel medio termine si potranno ragionevolmente scongiurare ulteriori interventi di adeguamento legati ad eventuali evoluzioni normative in senso più restrittivo.

Per quel che riguarda l'aliquota di refluo da destinare ad un possibile riutilizzo a fini tecnici od antincendio all'interno dell'impianto, per molte applicazioni sarà in generale sufficiente che essa risulti conforme ai limiti suddetti.

Come dimostrato nell'allegata Relazione Tecnica, l'impianto potrà comunque essere esercito affinché il refluo depurato (a seconda delle effettive condizioni di alimentazione ed in condizioni climatiche favorevoli) presenti una qualità conforme ai requisiti stabiliti dal D.M. 185/03 e riportati nella successiva tabella.

Parametro	Concentrazione limite [mg/l]
BOD_5	≤ 20
COD	≤ 100
SST	≤ 10
Azoto ammoniacale (NH_4^+)	≤ 2
Azoto nitrico (N)	-
Azoto totale (N)	≤ 15
Fosforo totale	≤ 2

[2] Un regolare ed efficiente esercizio delle membrane di ultrafiltrazione richiede che il trattamento biologico sia progettato per garantire, in ingresso alle membrane stesse, ridotte concentrazioni di BOD_5 e NH_4^+. Ciò si traduce nell'assicurare un minimo tempo di residenza cellulare alle biomasse impiegate nel processo depurativo e, quindi, nel disporre di un corrispondente volume di reazione.

E. coli	10* UFC/100 ml - 100** UFC/100 ml

* 80% dei campioni;
** valore puntuale massimo

Le emissioni gassose sono principalmente rappresentate dall'aria esausta dei locali tecnici e dei serbatoi contenenti liquami e fanghi.

La qualità dei suddetti effluenti è disciplinata in generale dal D.Lgs 152/06 e s.m.i. che costituisce il principale riferimento per la presente progettazione, accanto alle normative regionali e locali ed agli strumenti di pianificazione territoriale ed ambientale specificamente applicabili.

Laddove per alcuni aspetti (emissioni odorigene in primis) non siano forniti valori limite per il contesto tecnologico ed ambientale in esame, si è fatto riferimento alle norme vigenti in altre Regioni.

Per quel che concerne i flussi di materiali solidi prodotti dall'impianto, alcuni (sabbie, grigliati, etc.) saranno smaltiti conformemente alla vigente disciplina relativa ai rifiuti; i fanghi (primari e biologici) saranno invece inviati al trattamento presso altri impianti (tramite fangodotti).

4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Come anticipato, sulla scorta dei precedenti studi, l'esigenza di risolvere le criticità funzionali odierne e di assicurare il trattamento, con adeguati margini di sicurezza, dei carichi inquinanti generati dal bacino di utenza servito (anche tenuto conto di possibili future espansioni dello stesso), ha portato a selezionare una soluzione di generale rinnovamento e potenziamento del sito depurativo in esame. D'intesa con la Stazione Appaltante, tale soluzione è stata ritenuta caratterizzata dal migliore rapporto costi-benefici e dalla migliore compatibilità con le strutture esistenti.

Sono infatti proprio le necessità di adattare i nuovi trattamenti a manufatti esistenti e le limitazioni legate in particolare alla totale copertura dell'impianto che impongono i maggiori vincoli al dimensionamento idraulico del depuratore come si dirà meglio nel seguito.

Tutto ciò premesso, la soluzione progettuale individuata è così riassumibile nei suoi aspetti essenziali:

- ricevimento all'impianto di una portata massima (in tempo di pioggia) pari a 3 Qm, avendo assunto come portata media di tempo secco Qm il valore di 50.000 m^3/d (associato ad una potenzialità massima di 250.000 A.E.). Al riguardo si osserva quindi che il dimensionamento della nuova configurazione del depuratore incorpora un fattore di sicurezza di almeno il 25% rispetto alle odierne condizioni di alimentazione.
  I volumi idrici eccedenti la suddetta portata di 3 Qm saranno scolmati a monte della filiera di processo mediante lo sfioro esistente;
- adduzione ai pretrattamenti della suddetta portata massima 3 Qm. Detti pretrattamenti saranno ricostruiti ex novo sia per adottare soluzioni tecnologiche più efficienti sia per la necessità di adeguare il profilo idraulico. La variazione delle modalità operative dei comparti di valle (tra cui la necessità di trattare portate maggiori) e l'inserimento della sezione di chiarificazione su tela determinano un generale innalzamento dei livelli idrici che si ripercuote all'estremo di monte della sequenza di trattamento in misura tale da non risultare compatibile con le attuali quote dei manufatti.
  Dovendo quindi in ogni caso procedere ad interventi di adeguamento delle opere civili dei pretrattamenti si è ritenuto più conveniente ricostruirli secondo le geometrie più efficaci e meglio integrate con la nuova organizzazione

dell'impianto. In particolare, le modifiche introdotte al lay-out della sezione impiantistica in esame consentiranno una generale riduzione degli ingombri planimetrici a fronte di un incremento della potenzialità di trattamento delle singole unità di processo.

Nel dettaglio, i pretrattamenti saranno costituiti da:

- grigliatura grossolana (luce filtrante 20 mm), in corrispondenza della sezione esistente;
- sollevamento, mediante pompe ad elica intubata, ottimali per il convogliamento di grandi portate in presenza di modeste prevalenze;
- grigliatura fine (luce filtrante 3,5 mm). La luce filtrante è stata selezionata per far fronte ad un eventuale by-pass della successiva sezione di chiarificazione su tela;
- dissabbiatura-disoleatura in canali longitudinali aerati;

- introduzione di una nuova sezione di sedimentazione accelerata mediante installazione di filtri rotativi a tela (in sostituzione di due delle quattro linee di sedimentazione primaria) dimensionata per ricevere la portata massima 3 Qm;
- equalizzazione (ricavata all'interno delle restanti linee di sedimentazione primaria). In virtù delle volumetrie disponibili, tale equalizzazione è principalmente utile per smorzare le oscillazioni giornaliere di carico idraulico e contaminante in tempo secco mentre non avrà sostanzialmente effetto in caso di afflusso prolungato (per più ore consecutive) di alte portate di acque meteoriche (3 Qm); i reflui in uscita dalla chiarificazione, ed eccedenti i 2 Qm, attraverso due paratoie a sfioro saranno inviate all'equalizzazione, dove attraverso una condotta DN900 installata in sommità della vasca, saranno inviati direttamente alla stazione di rilancio a mare;
- sfioro di emergenza delle portate eccedenti 2 Qm a valle della chiarificazione e convogliamento delle stesse (per un massimo di 1 Qm) alla stazione di rilancio a mare realizzando l'unione di tale flusso idrico con l'effluente del comparto biologico. Si sottolinea come il refluo sfiorato sia stato comunque sottoposto a grigliatura con luce filtrante di 3,5 mm, a dissabbiatura-disoleatura ed a filtrazione su tela, con riduzione del carico di SST e BOD_5 rispettivamente dell'ordine del 50% e del 30%; tale sfioro potrà essere utilizzato in fase emergenziale anche come bypass del comparto biologico e MBR;
- conversione dei reparti di ossidazione biologica e sedimentazione finale in reattori biologici a membrane (MBR) con separazione dei fanghi attivi dall'effluente finale mediante membrane di ultrafiltrazione ed implementazione dello schema di processo di predenitrificazione-nitrificazione; il trattamento biologico MBR dei reflui pretrattati e chiarificati è stato dimensionato per ricevere una portata massima pari a 2 Qm in tempo di pioggia per 24 h/giorno e per 3 giorni consecutivi (1 giorno con un treno di membrane fuori servizio);
- invio dell'effluente trattato alla stazione di rilancio a mare dove lo stesso si unirà con il flusso sfiorato a monte del comparto biologico. La suddetta stazione di rilancio a mare dovrà smaltire portate massime complessive pari a 3 Qm, il che richiederà la sostituzione delle pompe attualmente installate;
- generale risanamento di tutte le componenti tecnologiche ammalorate.

Per quel che concerne la necessità di limitare la massima portata da trattare sul comparto biologico a 2 Qm si osserva che a tale portata massima, nell'attraversamento del comparto biologico (ex ossidazione ed ex sedimentazione finale), si deve sommare il contributo del ricircolo della miscela aerata. In base alle indicazioni di letteratura e dei produttori di membrane, tale ricircolo risulta relativamente elevato (dell'ordine di 3-5 volte la portata in ingresso): esso ha infatti la

funzione di consentire l'allontanamento della biomassa che tenderebbe ad accumularsi nelle vasche di alloggiamento delle membrane e di riportare la stessa in testa al comparto biologico.

In assenza di tali elevati ricircoli interni si rischierebbe di compromettere l'integrità e la durabilità delle membrane. Inoltre, in corrispondenza dell'elevato afflusso di acque di pioggia si avrebbe un dilavamento delle biomasse nei reattori biologici con conseguente peggioramento della qualità dell'effluente anche nei giorni successivi all'evento meteorico.

Stante la limitazione all'incremento del ricircolo imposta dalle geometrie dei manufatti esistenti, si può osservare come, a parità di portata massima di ricircolo, il trattamento di 2 Qm sul comparto biologico permette, in generale, di poter operare con rapporti di ricircolo (in termini di multipli della portata in ingresso al reparto) più alti rispetto all'ipotesi di alimentare 3 Qm. Come già detto, maggiori rapporti di ricircolo si traducono sostanzialmente in un migliore e più sicuro funzionamento delle membrane (con maggiori garanzie rispetto alla durabilità delle stesse) nonché in più elevate prestazioni depurative medie nel corso dell'anno.

Inoltre, la riduzione della massima portata da trattare sulle membrane in tempo di pioggia permette di diminuire sensibilmente la superficie filtrante complessiva, recuperando tra l'altro volumi di trattamento a vantaggio del comparto biologico.

Occorre ribadire che le perdite di carico associate al transito delle maggiori portate di ricircolo e di pioggia, determinando un rigurgito verso monte (fino ad interessare i pretrattamenti) trovano comunque una limitazione nella necessità di mantenere adeguati spazi tra i bordi vasca dei reparti e la copertura del depuratore per consentire l'ispezionabilità dei manufatti e l'eventuale movimentazione di macchinari e apparecchiature in caso di manutenzione. Si consideri inoltre che, al crescere del suddetto rigurgito (con l'incremento della portata massima da 2 Qm a 3 Qm), gli interventi di adeguamento di canali e manufatti esistenti si fanno via via più estesi.

Preme poi sottolineare come i calcoli del profilo idraulico siano pur sempre affetti da incertezze le quali, nel caso in esame, derivano non solo dall'assunzione di determinati valori dei parametri idraulici (scabrezze, coefficienti per le perdite di carico concentrate, etc.) ma anche dal fatto che le geometrie delle opere esistenti, non essendo totalmente ispezionabili, sono anch'esse in parte frutto di ipotesi o estrapolazioni. Ne consegue che, quanto più ci si allontana dalle modalità di funzionamento idraulico odierne (ovvero al crescere della portata inviata al comparto biologico), tanto più aumenta la rilevanza di fattori o elementi non adeguatamente stimati o considerati in virtù delle criticità suddette.

Infine, per quel che concerne la qualità dello scarico, nell'ipotesi di unire i flussi in uscita dalla sezione MBR con quelli sfiorati a valle della chiarificazione primaria, tenuto conto della diluizione dei contaminanti nelle acque meteoriche, si ottengono comunque concentrazioni dell'effluente complessivo prossime ai limiti delle tabb. 1 e 3 del D.Lgs. 152/06.

Il beneficio in termini di migliore qualità dello scarico in corrispondenza dei soli eventi meteorici gravosi non è stato pertanto giudicato tale da compensare le complicazioni costruttive ed i maggiori costi realizzativi e gestionali associati al trattamento dell'intera portata di pioggia in ingresso all'impianto (3 Qm) sulla sezione di ultrafiltrazione.

Tutto ciò premesso, il progetto prevede quindi una filiera di trattamento così articolata:

a. arrivo del refluo;
b. sfioro delle portate eccedenti la capacità idraulica dell'impianto in tempo di pioggia (3 Qm) e grigliatura grossolana dei flussi scolmati;
c. grigliatura grossolana (due linee);
d. sollevamento con pompe idrovore;
e. grigliatura fine (tre linee);

f. dissabbiatura (due linee);
g. chiarificazione accelerata (dodici linee);
h. trattamento biologico con configurazione predenitrificazione – nitrificazione (due linee – quattro linee per parte della nitrificazione);
i. ultrafiltrazione su membrane (sette treni);
j. rilancio del refluo depurato allo scarico a mare mediante condotta sottomarina.

Per i fanghi prodotti dalla sedimentazione primaria e secondaria si prevedono le seguenti fasi di trattamento:

a. accumulo;
b. rilancio al Depuratore d'Area Centrale (DAC) mediante fangodotto.

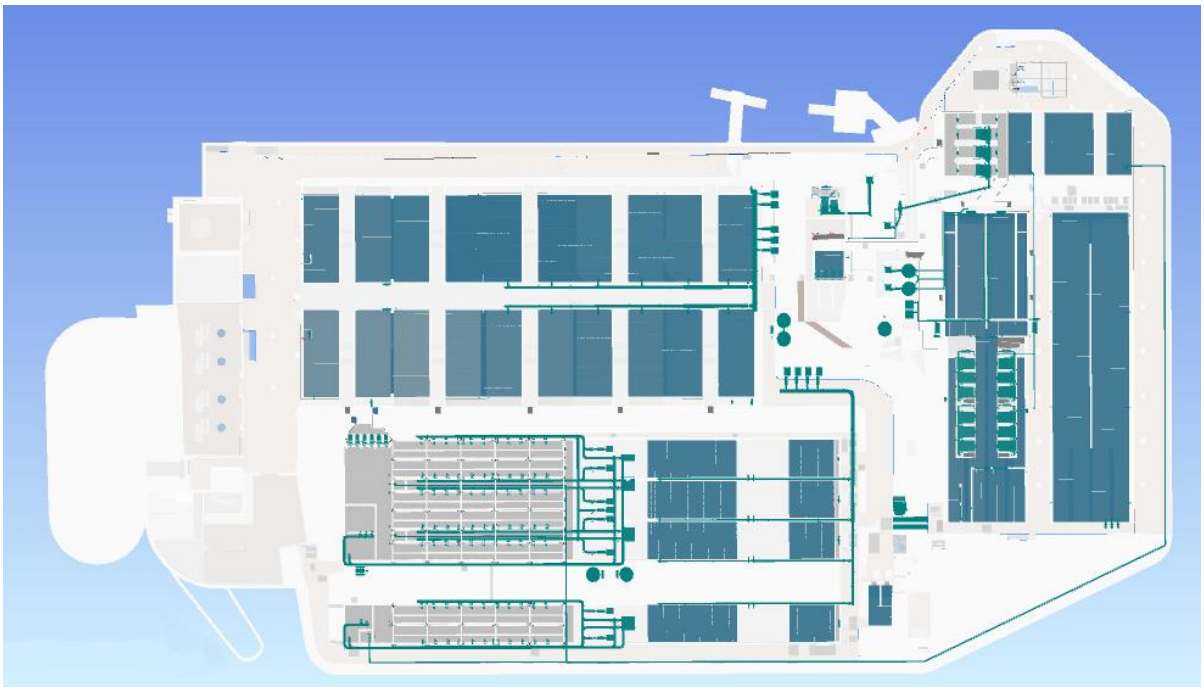


Fig. 10 – Planimetria dell'impianto di Punta Vagno a progetto

Nei successivi paragrafi saranno dettagliatamente descritti gli interventi relativi ai singoli comparti di trattamento.

4.1 Arrivo dei liquami e by-pass generale dell'impianto

Il sistema fognario afferente all'impianto è di tipo separativo. Oltre alle acque nere, nella fognatura afferente al depuratore di Punta Vagno è stata tuttavia riscontrata la presenza di infiltrazioni di acque meteoriche (anche rilevanti, in occasione di intensi eventi atmosferici). Si possono pertanto registrare periodicamente afflussi di portate anche sensibilmente superiori agli ordinari picchi giornalieri di tempo asciutto.

Per questo motivo, anche nella nuova configurazione progettuale, sarà mantenuto lo scolmatore allo sbocco della fognatura, così da proteggere l'impianto contro l'eventuale afflusso di portate eccedenti quella massima ammessa al trattamento, stabilita in 6.250 m^3/h. Il medesimo scolmatore potrà inoltre essere utilizzato per il by-pass dell'impianto in casi eccezionali (manutenzioni straordinarie, situazioni emergenziali, etc.).

Il canale ed il manufatto di sfioro delle portate sono esistenti e saranno conservati previo risanamento dei calcestruzzi ammalorati.

L'attivazione dello sfioratore avverrà per rigurgito dalla successiva stazione di sollevamento principale, nella quale sarà mantenuto normalmente un livello costante mediante regolazione del regime operativo delle pompe: al crescere delle portate oltre la massima portata erogabile della stazione di sollevamento (3 Qm – 6.250 m^3/h), il livello nella vasca di accumulo di quest'ultima crescerà determinando un rigurgito a monte e la tracimazione dei liquami oltre la soglia di sfioro.

Le acque scolmate raggiungeranno, sempre attraverso le odierne canalizzazioni, l'imbocco delle condotte sottomarine di emergenza DN800 e DN1300 recapitanti i reflui rispettivamente ad una distanza di 400 m dalla costa ed in prossimità della scogliera. Tali condotte sottomarine saranno gestite privilegiando l'impiego della condotta DN800 e ricorrendo in subordine a quella DN1300 solo in corrispondenza dell'afflusso delle più elevate portate in tempo di pioggia.

Sul canale di adduzione dei reflui alle citate condotte sottomarine sarà installata una griglia grossolana automatica in sostituzione del dispositivo esistente, in modo da garantire ai liquami inviati allo scarico in mare almeno un trattamento fisico (provvedimento utile anche nella gestione delle limitazioni della capacità di trattamento durante le operazioni di cantiere).

Come anticipato, per i canali esistenti in esame si provvederà al risanamento dei calcestruzzi ammalorati.

Tenuto conto dell'ambiente chimicamente aggressivo, gli elementi tecnici in carpenteria metallica a contatto con i liquami saranno in generale realizzati in acciaio inox AISI 316L (o materiali con caratteristiche equivalenti o superiori).

4.2 Grigliatura grossolana, sollevamento generale dell'impianto e grigliatura fine

Superato lo scolmatore di testa dell'impianto, i reflui saranno alimentati alla sezione di grigliatura grossolana, costituita da due dispositivi operanti in parallelo, con luci filtranti di 20 mm.

I nuovi dispositivi saranno collocati in corrispondenza di quelli esistenti.

I reflui grigliati saranno quindi inviati ai successivi trattamenti attraverso una nuova stazione di sollevamento.

L'incremento delle portate di progetto ha imposto una generale revisione del profilo idraulico che si è tradotta nella necessità di aumentare la quota altimetrica dei manufatti componenti la sezione dei pretrattamenti. Per questi motivi, risultando insufficiente anche in termini di prevalenza l'odierno sollevamento generale attuato tramite coclee, si è optato per la sua ricostruzione ex novo.

La nuova stazione di pompaggio è stata progettata prevedendo l'impiego di quattro pompe idrovore, caratterizzate da grande capacità idraulica, ridotti consumi energetici e modesti ingombri planimetrici. Il nuovo manufatto è quindi caratterizzato da un'occupazione di area notevolmente inferiore a quella del reparto preesistente, consentendo un utile recupero di spazi interni al depuratore.

Come già detto, le pompe saranno gestite tramite inverter in modo da mantenere un livello di refluo all'interno della vasca di accumulo nell'intorno di un valore prefissato. La misurazione di tale livello sarà effettuata mediante un apposito sensore.

Allo sbocco delle pompe, un nuovo canale aereo convoglierà i reflui alla sezione di grigliatura fine che sarà alloggiata all'interno di una porzione dell'attuale vasca di preareazione (la porzione residua di tale manufatto assolverà la funzione di accumulo dei fanghi prodotti dall'impianto prima del rilancio ad altro sito tramite fangodotto).

Allo scopo, si prevede la realizzazione di apposite strutture di sostegno nella suddetta vasca per la formazione del piano di appoggio dei nuovi dispositivi di grigliatura. Questi ultimi saranno costituiti da tre griglie a nastro forato (luce

filtrante 3,5 mm) in grado di veicolare una portata complessiva di 3 Qm, selezionate in virtù dell'elevata capacità idraulica e degli ingombri relativamente contenuti.

Le griglie saranno affiancate da un ulteriore canale di by-pass. Il grigliato sarà avviato ad una pressa compattatrice che provvederà al lavaggio del materiale ed alla riduzione del volume e del peso dello stesso.

Al fine di garantire sempre adeguate velocità di deflusso dei reflui nei nuovi canali anche in corrispondenza dell'afflusso dalla fognatura di portate ridotte, due griglie potranno essere di volta in volta arrestate, con esclusione dei relativi canali operata mediante apposite paratoie motorizzate.

Un sensore di livello a monte delle griglie rileverà eventuali aumenti incontrollati del livello idrico causati da blocchi o avarie dei dispositivi, comandando l'apertura del canale di by-pass o, in subordine, l'arresto delle pompe del sollevamento generale.

Per quel che concerne i materiali impiegati nella realizzazione delle nuove opere, tenuto conto dell'elevato contenuto di cloruri nei reflui e dell'esposizione ad un ambiente marino, le strutture saranno realizzate in calcestruzzo armato con classe di esposizione XC2, XA1, XS1 mentre gli elementi tecnici in carpenteria metallica a contatto con i liquami saranno in generale realizzati in acciaio inox AISI 316L (o materiali con caratteristiche equivalenti o superiori).

I canali dei reparti sopra descritti saranno coperti al fine di contenere le emissioni odorigene.

4.3 Dissabbiatura-disoleatura e chiarificazione accelerata

All'interno di due delle esistenti quattro linee di sedimentazione primaria saranno ricavati i nuovi comparti di dissabbiatura-disoleatura e di chiarificazione primaria.

I reflui in uscita dalla grigliatura fine saranno pertanto dapprima addotti alla nuova sezione di dissabbiatura-disoleatura costituita da due dissabbiatori longitudinali aerati in grado di trattare la portata massima di 3 Qm.

COMPARTO DI DISSABBIATURA

Parametro	U.d.m.	Valore
Numero di linee	-	2
Lunghezza interna bacini	m	18,40
Larghezza interna bacini	m	4,35
Profondità utile media bacini	m	3,60
Volume utile del singolo bacino	m^3	286,0
Superficie utile di sedimentazione del singolo bacino	m^2	80,0
Sezione trasversale del singolo bacino	m^2	15,7
Portata media di tempo secco in ingresso al comparto	m^3/h	2.083,33
Portata di punta in tempo secco in ingresso al comparto	m^3/h	3.145,83
Portata massima in ingresso al comparto ($3Q_m$)	m^3/h	6.250,00
Tempo di ritenzione alla portata di punta in tempo secco	min	10,9 (>10÷15)*
Tempo di ritenzione alla portata massima	min	5,5 (>4)*

Carico idraulico massimo	m/h	39,3 (<50)*
Velocità assiale massima	cm/s	5,5 (<10)*
Portata d'aria della singola linea	Nm^3/h	420 (@30°C, RH 70%)
Portata d'aria specifica (riferita al volume di vasca)	$Nm^3/h/m^3$	1,5 (1÷2)*

*Tra parentesi, sono riportati i valori dei diversi parametri consigliati dalla letteratura tecnica di settore.

La conformazione dei bacini (a flusso longitudinale) costituisce una scelta pressoché obbligata in considerazione delle elevate portate da trattare mentre l'adozione di sistemi sommersi di rimozione delle sabbie permette di risolvere l'interferenza con la copertura delle vasche. Le sabbie raccolte sul fondo dei dissabbiatori saranno inviate ad un classificatore-lavatore per un'efficiente riduzione del contenuto di sostanze organiche. Gli olii e le altre sostanze flottanti raccolte sulla superficie dei dissabbiatori saranno pompate ad un serbatoio di accumulo da cui potranno essere avviate allo smaltimento.

L'aria necessaria al trattamento sarà fornita da appositi compressori e distribuita sul fondo dei bacini per mezzo di reti di diffusori tubolari a bolle grosse.

Un misuratore di livello collocato sullo sfioro terminale dei dissabbiatori permetterà di quantificare la portata transitante verso valle.

Il liquame in arrivo dalla dissabbiatura sarà alimentato ad una nuova sezione di chiarificazione primaria costituita da una batteria di dodici filtri rotativi a tela (RBF, con apertura delle maglie pari a 0,350 mm) dimensionati per trattare una portata massima di 3 Qm (6.250 m^3/h). Tali dispositivi permettono infatti di conseguire rese di abbattimento confrontabili o anche superiori a quelle dei normali sedimentatori primari, a fronte tuttavia di un'occupazione di area inferiore di circa il 90% rispetto ai sistemi tradizionali.

CHIARIFICAZIONE ACCELERATA

Parametro	U.d.m.	Valore
Portata media di progetto del reparto	m^3/h	2.083,3
Portata massima di progetto del reparto	m^3/h	6.250,0
Concentrazione SST massima in ingresso	mg/l	800
Numero unità di filtrazione	-	12
Ulteriori accessori	-	Coclee estrazione fanghi e pompe acqua di lavaggio
Rimozione SST alla portata media	%	40,0 (50,0)*
Rimozione BOD_5 alla portata media	%	23,2 (29,0)*
Rimozione COD alla portata media	%	24,4 (30,5)*
Rimozione TKN alla portata media	%	11,3 (14,2)*
Rimozione P alla portata media	%	15,8 (19,8)*

*Valori ottenibili con dosaggio di agenti flocculanti

Oltre ad un più razionale utilizzo dei ridotti spazi disponibili, la particolare tecnologia adottata consente di installare i dispositivi all'interno di un ambiente chiuso (i macchinari sono a loro volta interamente chiusi, garantendo condizioni di lavoro sicure ed accettabili per gli addetti).

Per quanto riguarda le caratteristiche costruttive dei filtri, sono stati selezionati dispositivi con pulizia delle tele operata tramite acqua, non risultando necessario ed opportuno provvedere ad un preispessimento del fango che dovrà essere pompato presso altri impianti (il tenore di sostanza secca dei fanghi primari è stimato in circa l'1% di SST).

Il fango primario sarà inviato alla vasca di accumulo dei fanghi (ex preaerazione) dove, previa miscelazione con i fanghi di supero in arrivo dal comparto biologico, saranno poi rilanciati ad altro sito di trattamento tramite il fangodotto esistente.

I filtri potranno essere singolarmente posti fuori servizio (la sezione è in grado di trattare l'intera portata anche con un dispositivo non attivo). È comunque presente uno sfioro per il by-pass integrale del reparto (situazione comunque accettabile nei riguardi della protezione del comparto MBR in considerazione della ridotta luce filtrante delle griglie fini sopra descritte).

Il refluo in uscita dalla chiarificazione primaria sarà convogliato, attraverso nuovi canali, all'imbocco del canale esistente di adduzione dei liquami al comparto biologico.

Tali nuovi canali saranno provvisti di due sfiori laterali presidiati da paratoie motorizzate rispettivamente destinati alla diversione delle punte di portata in tempo secco verso la nuova equalizzazione ed all'allontanamento verso lo scarico delle portate eccedenti la massima portata ricevibile dal comparto biologico in tempo di pioggia (portata assunta pari a 2 Qm). Tali paratoie motorizzate saranno regolate mediante appositi misuratori di livello-portata (con quantificazione della portata sfiorata), tenuto conto della misura della portata in arrivo dalla dissabbiatura.

Sotto il profilo strutturale, i nuovi reparti sopra descritti saranno ricavati all'interno di due delle quattro vasche di sedimentazione primaria mediante la demolizione dei setti divisori interni e la costruzione di nuovi setti verticali e solette per la formazione dei canali, dei bacini e delle sedi di alloggiamento delle apparecchiature.

Allo scopo, anche in questo caso, le suddette strutture saranno realizzate in calcestruzzo armato con classe di esposizione XC2, XA1, XS1 mentre gli elementi tecnici in carpenteria metallica a contatto con i liquami saranno in generale realizzati in acciaio inox AISI 316L (o materiali con caratteristiche equivalenti o superiori).

I canali dei reparti sopra descritti saranno coperti al fine di contenere le emissioni odorigene.

4.4 Equalizzazione

I restanti volumi dell'attuale sedimentazione primaria non interessati dall'inserimento dei pretrattamenti meccanici descritti ai paragrafi precedenti saranno convertiti in vasche di equalizzazione: tali vasche potranno accumulare temporaneamente le quote di portata eccedenti quella media di tempo secco, al fine di assicurare al comparto biologico un regime operativo il più possibile costante. Inoltre, le suddette vasche di equalizzazione potranno offrire un volume di invaso nell'ipotesi di limitazioni della capacità di trattamento dei reparti a valle in occasione di interventi manutentivi.

Come anticipato, il comparto di equalizzazione sarà alimentato mediante apposite paratoie a stramazzo installate sul canale di adduzione del refluo dai filtri a tela al successivo trattamento biologico ed asservite alla misura delle portate in uscita dalla dissabbiatura e dalle paratoie stesse. Al crescere delle portate in arrivo, il progressivo abbassamento delle paratoie determinerà l'invio di maggiori portate ai bacini di equalizzazione.

Lo svuotamento delle vasche sarà realizzato mediante pompe sommerse che recapiteranno i reflui all'imbocco del canale di alimentazione del comparto biologico.

Anche in questo caso, la conversione dei sedimentatori primari in vasca di equalizzazione richiede la demolizione di parte degli esistenti setti divisori.

EQUALIZZAZIONE (EX SEDIMENTAZIONE PRIMARIA)

Parametro	U.d.m.	Valore
Numero bacini	-	2+1
Dimensioni utili dei bacini	m	2 x (49,8 x 6,25 x 3,40 (h)) + (8,30 x 9,30 x 3,40 (h))
Volume utile dei bacini (totale)	m	2 x 1058 + 262 (2.379)

4.5 Limitatore di portata a valle dei trattamenti primari

Come indicato ai paragrafi precedenti, a valle dei trattamenti primari sarà realizzato un limitatore di portata che consentirà di scolmare le aliquote di refluo eccedenti la portata massima convogliabile al comparto biologico in tempo di pioggia (2 Qm – 4.167 m³/h). Pertanto, a fronte dell'arrivo dai trattamenti primari di una portata massima in tempo di pioggia pari a 3 Qm (6.250 m³/h), una frazione di massimi 2.083 m³/h potrà essere inviata direttamente allo scarico, unitamente al flusso depurato in uscita dal comparto biologico. A monte del comparto biologico, sarà realizzato un sistema per la diversione, in tempo di pioggia, delle aliquote di portata eccedenti 2 Qm. Al crescere della portata, il deflusso della stessa attraverso le tubazioni DN800 ed i canali a valle dell'attuale sedimentazione primaria determina un rigurgito nel canale di scarico della chiarificazione primaria. Tale rigurgito sarà comunque contenuto dal contemporaneo abbassamento delle paratoie motorizzate a stramazzo alimentanti l'equalizzazione.

La saturazione del volume di invaso dell'equalizzazione determinerà l'attivazione di uno sfioro superficiale da cui i volumi di refluo in eccesso (in tempo di pioggia) saranno inviati direttamente alla stazione di rilancio a mare mediante l'esistente collettore DN900 (opportunamente prolungato). L'abbassamento delle paratoie e, conseguentemente, la portata inviata allo scarico, sarà regolato in base alla misura del livello nel canale ed alla misura della portata allo scarico della dissabbiatura.

In alternativa al sistema di limitazione delle portate sopra descritto, un secondo sfioro a valle della chiarificazione primaria, anch'esso presidiato da due paratoie a stramazzo motorizzate, permetterà l'invio alla stazione di rilancio a mare delle portate di pioggia eccedenti 2 Qm attraverso un canale confluente con quello di scarico dell'ultrafiltrazione. Detto canale permetterà anche la deviazione verso lo scarico dell'intera portata in tempo di pioggia (in caso di fermo totale del comparto biologico).

Anche in questo caso, la regolazione della portata sfiorata sarà operata da paratoie motorizzate installate sul canale di adduzione del refluo dai filtri a tela al trattamento biologico ed asservite alla misura delle portate in uscita dalla dissabbiatura e dallo scolmatore stesso. Al crescere delle portate in arrivo, il progressivo abbassamento delle paratoie determinerà la diversione di maggiori portate verso lo scarico.

Ulteriori paratoie (normalmente chiuse) permetteranno di deviare il refluo sfiorato verso le condotte di scarico di emergenza, qualora ciò si rendesse necessario in condizioni anomale o straordinarie di funzionamento.

4.6 Trattamento biologico MBR

I liquami sottoposti ai pretrattamenti meccanici ed al trattamento primario saranno inviati al comparto biologico mediante il canale esistente. Al fine di ridurre le perdite di carico, si raddoppieranno gli attuali collettori di alimentazione del canale così come si procederà ad eliminare la strozzatura costituita dal sottopasso dell'odierno canale di uscita dell'ossidazione (canale che sarà in parte allargato).

Ciò premesso, il comparto biologico sarà ricavato sfruttando le vasche di ossidazione esistenti e riconvertendo gli odierni sedimentatori finali. In considerazione delle limitazioni idrauliche legate alla conformazione dei manufatti e dei canali riutilizzati, il reparto potrà ricevere una portata massima pari a 2 Qm (4.167 m^3/h).

Il comparto sarà di tipo MBR (reattore biologico a membrane): esso sarà quindi strutturato come un normale reparto di ossidazione a fanghi attivi (operante la rimozione del substrato carbonioso e dell'azoto) con la differenza sostanziale che la separazione della biomassa sospesa dall'effluente finale sarà attuata, anziché mediante i tradizionali sedimentatori, attraverso la filtrazione della miscela aerata su apposite membrane a fogli di fibre cave supportate in PVDF con una porosità nominale non superiore a 0,04 µm (anch'esse alloggiate in appositi vani ricavati all'interno dei sedimentatori finali esistenti).

COMPARTO BIOLOGICO

Parametro	U.d.m.	Valore
Denitrificazione (ex ossidazione biologica)		
Numero bacini di denitrificazione	-	4
Dimensioni utili di ciascuna vasca di denitrificazione	m	14,00 x 14,00 x 4,09 (h)
Volume utile della singola vasca di denitrificazione (totale)	m^3	801,64 (3.206,6)
Nitrificazione (ex ossidazione biologica)		
Numero bacini di nitrificazione	-	6
Dimensioni utili di ciascuna vasca di nitrificazione	m	14,00 x 14,00 x 4,05 (h)
Volume utile della singola vasca di nitrificazione (totale)	m^3	793,8 (4.762,8)
Nitrificazione (ex sedimentazione finale)		
Numero bacini di nitrificazione	-	4
Dimensioni utili di ciascuna vasca di nitrificazione	m	42,70 x 6,00 x 3,47 (h)
Volume utile della singola vasca di nitrificazione (totale)	m^3	889,0 (3.556,1)
Dimensioni utili canale ripartitore a valle della nitrificazione	m	25,16 x 1,30 x 3,12 (h)
Volume utile canale ripartitore a valle della nitrificazione	m^3	102,0
Vasche alloggiamento membrane (ex sedimentazione finale)		
Numero vasche alloggiamento membrane	-	7
Dimensioni utili di ciascuna vasca alloggiamento membrane	m	27,00 x 2,74 x 3,09 (h)

Volume utile della singola vasca alloggiamento membrane (totale)	m^3	228,6 (1.600,2)
Vano ricircolo miscela aerata (ex sedimentazione finale)		
Dimensioni utili vano ricircolo miscela aerata	m	122,3 (sup.) x 2,83 (h)
Volume utile vano ricircolo miscela aerata	m^3	346,1
Volumi complessivi		
Totale volumi anossici	m^3	3.206,6
Totale volumi aerobici	m^3	10.367,2
Totale volume comparto biologico	m^3	13.573,8

Il processo biologico impiegato è quindi concettualmente identico a quello generalmente implementato presso i comuni impianti di depurazione a biomasse sospese; l'introduzione delle membrane comporta tuttavia alcuni importanti benefici per un sito, come quello in esame, in cui occorra minimizzare gli ingombri planimetrici dei manufatti:

- a parità di portata trattata, la sezione di ultrafiltrazione presenta un'occupazione di aree sensibilmente ridotta rispetto ai corrispondenti bacini di sedimentazione finale;
- la filtrazione su membrane permette di mantenere nei reattori biologici concentrazioni di biomassa decisamente superiori a quelle normalmente adottate per i processi a fanghi attivi tradizionali (anche tre volte superiori), il che consente di diminuire significativamente i volumi di reazione richiesti. I sistemi a fanghi attivi convenzionali trovano infatti proprio nella sedimentazione finale una limitazione alla massima concentrazione di solidi sospesi ammissibile nei reattori: al di sopra di tale valore massimo di concentrazione, i sedimentatori non riescono più ad ispessire ed a trattenere i fanghi in ingresso, rilasciandoli nell'effluente, con conseguente deterioramento generale della qualità dello stesso;
- il meccanismo di separazione dei solidi dall'effluente mediante ultrafiltrazione risulta intrinsecamente più stabile rispetto a variazioni della portata di alimentazione, a differenza di quanto avviene per i sedimentatori finali in cui il letto di fango può essere destabilizzato da fluttuazioni del carico idraulico in ingresso.

Gli aspetti prestazionali sopra evidenziati consentono pertanto di condurre il dimensionamento dei reattori biologici in presenza di concentrazioni di solidi sospesi nelle vasche relativamente elevate, con una drastica riduzione dei volumi rispetto ad un omologo processo a fanghi attivi convenzionale.

Ciò permette quindi, a parità di volume delle vasche esistenti, di aumentare la potenzialità di trattamento e le prestazioni depurative rispetto alle attuali condizioni esercizio.

Per quanto riguarda lo specifico schema di processo, il reparto di ossidazione biologica sarà predisposto per essere gestito secondo il tradizionale processo MLE (Modified Ludzack Ettinger): esso riceverà i reflui in una prima sezione mantenuta in condizioni anossiche dove avverrà la denitrificazione (ovvero la trasformazione dei nitrati in azoto molecolare); i liquami passeranno quindi ad una seconda regione aerobica dove sarà attuata la nitrificazione (ossidazione dell'azoto ammoniacale a nitrato). I nitrati generati nel secondo stadio saranno alimentati al primo attraverso il ricircolo proveniente dalla sezione di ultrafiltrazione (di cui si tratterà nel seguito). Nel compartimento aerobico la miscelazione dei fanghi sarà assicurata dalla turbolenza associata all'aerazione; in quello anossico, saranno attivi appositi miscelatori sommersi.

Attraverso le diverse zone (anossiche ed aerobiche) saranno inoltre degradati gli altri principali contaminanti (COD, BOD_5 e P in primis).

Come anticipato, i volumi del nuovo comparto biologico MBR saranno ricavati attraverso la riconversione degli odierni reparti di ossidazione e di sedimentazione finale. Nel dettaglio, quattro delle dieci vasche a pianta quadrata attualmente utilizzate per l'ossidazione verranno trasformate in un comparto di denitrificazione articolato su due linee parallele.

Il refluo giungerà quindi ad una prima sezione aerobica (sempre suddivisa su due linee parallele), costituita dalle rimanenti sei vasche dell'odierno comparto biologico. Di qui, attraverso canali a superficie libera, la miscela aerata sarà trasferita ad una seconda sezione aerobica, articolata su quattro linee parallele e ricavata sfruttando parte del volume degli attuali sedimentatori secondari.

L'aria di processo sarà fornita da compressori che alimenteranno le reti di aerazione ed i diffusori, i quali saranno installati sul fondo delle vasche di ossidazione/nitrificazione.

Per quanto riguarda la rimozione del fosforo, il contributo dell'attività biosintetica appare sufficiente a garantire il rispetto del limite di concentrazione stabilito per il recapito in mare dalla tabella 3 dell'Allegato V alla Parte III del D.Lgs 152/06. Qualora fosse necessario rispettare i limiti per l'eventuale riutilizzo o si dovesse far fronte all'afflusso di carichi di fosforo maggiori rispetto a quelli ipotizzati, si potrà provvedere al dosaggio di sali metallici (per esempio, policloruro di alluminio) all'interno dei bacini di ossidazione, in coprecipitazione. Allo scopo, saranno installati un serbatoio di stoccaggio dei reagenti e le relative pompe dosatrici.

La miscela aerata sarà quindi convogliata alla sezione di ultrafiltrazione, ricavata riconvertendo la parte terminale degli odierni sedimentatori finali: essa sarà organizzata su sette linee parallele attrezzate con membrane a fibre cave supportate in PVDF con una porosità nominale non superiore a 0,04 µm.

Una portata sostanzialmente pari a quella in ingresso sarà filtrata attraverso le membrane, le quali tratterranno nelle relative vasche di alloggiamento le biomasse ed i solidi in sospensione nella miscela aerata.

SEZIONE DI ULTRAFILTRAZIONE A MEMBRANE

Parametro	U.d.m.	Valore
Numero treni	-	7
Dimensioni utili dei bacini di alloggiamento	m	27,00 x 2,74 x 3,09 (h)
Volume utile del singolo bacino (totale)	m^3	228,6 (1.600,2)
Portata media complessiva da filtrare	m^3/h	2.083,3
Portata massima complessiva da filtrare*	m^3/h	4.166,7
Superficie filtrante per singolo treno (totale)	m^2	19.524 (136.671)
Superficie filtrante installabile per singolo treno (totale)	m^2	22.900 (160.306)
Flusso specifico medio (massimo)	$l/m^2/h$	15,2 (30,5)

* per 3 giorni consecutivi o per 1 giorno con un treno fuori servizio.

Ne consegue che, a monte delle membrane, la concentrazione di solidi risulterà maggiore rispetto a quella dei reattori biologici.

Onde contenere tale concentrazione entro valori accettabili per assicurare il regolare funzionamento delle membrane e allo stesso tempo mantenere la voluta concentrazione della biomassa in ossidazione (altrimenti dilavata dal refluo grezzo in ingresso), si provvederà ad un ricircolo della miscela concentrata nei bacini di ultrafiltrazione (il cosiddetto retentato) in testa al comparto biologico. Allo scopo sarà impiegata una batteria di pompe idrovore in grado di erogare una portata massima pari a 6 Qm (12.500 m^3/h).

Nei riguardi del comparto di ossidazione biologica, tale ricircolo ha dunque la medesima funzione del ricircolo fanghi dai sedimentatori nei processi a fanghi attivi convenzionali.

Nel caso in esame, il sistema di ricircolo permetterà di mantenere nei reattori biologici concentrazioni di biomassa dell'ordine di 8-9 kg SS/m^3 a fronte di concentrazioni di 10-12 kg SS/m^3 nei bacini di ultrafiltrazione.

L'acqua depurata estratta dalle membrane sarà alimentata a vasche di accumulo (utili per garantire una riserva idrica e per fornire l'acqua tecnica necessarie alle altre utenze dell'impianto).

Le operazioni di controlavaggio avverranno invertendo il senso di funzionamento delle pompe a lobi reversibili per l'estrazione del permeato, che andranno a "spillare" acqua pulita direttamente dal collettore del permeato stesso.

Dalle vasche di alloggiamento delle membrane sarà inoltre estratto il fango di supero, al fine di mantenere la concentrazione di biomassa nei reattori biologici attorno al valore desiderato. Detto fango di supero sarà rilanciato alla vasca di accumulo dei fanghi da cui sarà rilanciato verso altro impianto unitamente ai fanghi primari.

Come anticipato, il comparto MBR sarà completato con i necessari apparati di aerazione e miscelazione dei reattori biologici, rispettivamente costituiti da reti di diffusori a bolle fini installate sul fondo dei bacini (alimentate da appositi compressori) e da elettromiscelatori sommersi.

Più nel dettaglio, i diffusori a bolle fini sono stati preferiti alle altre tecnologie disponibili sul mercato in quanto rappresentano la soluzione caratterizzata dai migliori rendimenti di aerazione e dai minori consumi energetici.

Per l'agitazione del refluo sono stati selezionati dispositivi ad asse orizzontale ad alta efficienza scartando l'ipotesi di macchine ad asse verticale (queste ultime risultano non ottimali in rapporto al prevalente sviluppo longitudinale dei reattori – che richiederebbe un maggior numero di miscelatori verticali – ai più alti consumi energetici ed alla negativa interazione con i diffusori d'aerazione installati sul fondo dei bacini).

La pulizia delle membrane sarà operata tramite insufflazione di aria alla base delle stesse (air-scouring) o con il controlavaggio, addizionato periodicamente con acido citrico o con ipoclorito di sodio. Allo scopo, saranno quindi installati specifici compressori d'aerazione e sistemi di stoccaggio e dosaggio dei suddetti reagenti chimici (come già detto, il controlavaggio sarà attuato mediante le pompe volumetriche reversibili utilizzabili anche per l'estrazione del permeato).

Ogni linea del comparto MBR sarà attrezzata con strumentazioni di misura dell'ossigeno disciolto, dell'ammoniaca, dei nitrati, del pH, del potenziale di ossidoriduzione e dei livelli nelle vasche di ossidazione e di ultrafiltrazione. I segnali delle suddette sonde permetteranno la gestione completamente automatica dell'aerazione, dei ricircoli e della filtrazione.

Analogamente a quanto previsto per gli altri reparti, la conversione dei manufatti esistenti nelle unità del nuovo comparto biologico richiederà una serie di opere di demolizione per la formazione di aperture e la demolizione di setti nonché la costruzione di nuove pareti per la delimitazione dei vari sottocompartimenti e delle vasche di alloggiamento delle membrane.

Le nuove strutture saranno realizzate in calcestruzzo armato con classe di esposizione XC2, XA1, XS1 mentre gli elementi tecnici in carpenteria metallica a contatto con i liquami saranno in generale realizzati in acciaio inox AISI 316L (o materiali con caratteristiche equivalenti o superiori).

I canali e le vasche sopra descritti saranno coperti al fine di contenere le emissioni odorigene.

4.7 Rilancio a mare

L'effluente depurato del comparto biologico e le acque eventualmente sfiorate a valle del trattamento primario si uniranno all'imbocco delle tubazioni di alimentazione della stazione di pompaggio che ne opererà il rilancio a mare attraverso l'esistente condotta sottomarina.

La suddetta stazione di sollevamento vedrà l'afflusso di maggiori portate rispetto alla situazione attuale, il che richiederà la sostituzione delle pompe con nuovi dispositivi.

Lo sbocco della condotta sottomarina alimentata dalla stazione di rilancio a mare costituirà dunque il punto di scarico delle portate in arrivo al depuratore dalla fognatura urbana fino ad un massimo di 3 Qm. I volumi di refluo eccedenti tale portata massima saranno scolmati dallo sfioro di testa impianto e saranno inviati, previa grigliatura grossolana, allo scarico attraverso la condotta sottomarina di emergenza (DN800) e, in subordine, per mezzo della seconda condotta di emergenza DN1300.

Tali scarichi di emergenza potranno essere anche utilizzati eccezionalmente e per periodi limitati in corrispondenza dei lavori di costruzione delle nuove opere o, nel corso della vita dell'impianto, durante operazioni di manutenzione sulla stazione di rilancio a mare.

4.8 Impianto antincendio

Nell'ambito della progettazione della generale revisione del depuratore è prevista la posa in opera di una nuova rete antincendio consintente in un impianto ad idranti composto da un anello per la protezione interna del fabbricato.

L'impianto e stato progettato secondo i seguenti criteri:

- LIVELLO 2 DI PERICOLOSITA IN ACCORDO ALLA UNI 10779
- ALIMENTAZIONE SINGOLA SUPERIORE conforme alla uni en 12845 (pompa + motopompa collegata a vasca di accumulo di capacità totale)

Per il dimensionamento si è quindi fatto riferimento ai valori di cui alla tabella sottostante estratti dalla sopra norma citata.

Livello di pericolosità	Apparecchi considerati contemporaneamente operativi		
	Protezione interna[3) 4)]	Protezione esterna[4)]	Durata
1	2 idranti a muro[1)] con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 4 naspi[1)] con 35 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa	Generalmente non prevista	≥30 min
2	3 idranti a muro[1)] con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 4 naspi[1)] con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	4 attacchi di uscita[1)] DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	≥60 min
3	4 idranti a muro[1)] con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 6 naspi[1)] con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	6 attacchi di uscita[1) 2)] DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,4 MPa	≥120 min

1) Oppure tutti gli apparecchi installati nel compartimento, o gli attacchi previsti per la protezione esterna, se minori al numero indicato.
2) In presenza di impianti automatici di spegnimento il numero di bocche DN 70 può essere limitato a 4 e la durata a 90 min.
3) Per compartimenti maggiori di 4 000 m^2 ed in assenza di protezione esterna, il numero di idranti o naspi contemporaneamente operativi deve essere doppio rispetto a quello indicato.
4) Le prestazioni idrauliche richieste si riferiscono a ciascun apparecchio in funzionamento contemporaneo con il numero di apparecchi previsti nel prospetto. Si deve considerare il contemporaneo funzionamento solo di una tipologia di protezione (interna o esterna).

Il posizionamento delle valvole di intercettazione è stato effettuato per consentire il sezionamento della rete mantenendo comunque in funzione un numero adeguato di erogatori.

La rete di idranti comprenderà i seguenti componenti principali:

- alimentazione idrica;
- rete di tubazioni fisse, ad anello, permanentemente in pressione, ad uso esclusivo antincendio;
- idranti a muro DN 45 con formi alla UNI EN 671-2
- n° 1 attacchi di mandata per autopompa dei vigili del fuoco di tipo doppio;
- valvole di intercettazione;

I terminali saranno posizionati in posizioni ben visibili e facilmente raggiungibili. Per la protezione interna, inoltre:

- ogni parte dell'attività avrà una distanza geometrica di massimo 20 m da almeno un terminale;
- ogni punto protetto sarà raggiungibile (regola del filo teso) entro 20 m dagli idranti.

Su tutti gli idranti terminali di diramazioni aperte su cui ci sono almeno due idranti, sarà installato un manometro di prova, completo di valvola porta manometro, così che si possa individuare la presenza di pressione all'interno della rete

installata e, soprattutto, il valore di pressione residua al terminale di riferimento. In ogni caso il manometro sarà installato al terminale più sfavorito.

Ogni attacco per autopompa sarà accessibile ai mezzi di soccorso in modo agevole e sicuro, anche durante l'incendio: nel caso fosse necessario installarli sottosuolo, il pozzetto sarà apribile senza difficoltà ed il collegamento agevole; inoltre sarà protetto da urti o altri danni meccanici e dal gelo e ancorato al suolo o ai fabbricati.

L'attacco sarà contrassegnato in modo da permettere l'immediata individuazione dell'impianto che alimenta e sarà segnalato mediante cartelli o iscrizioni.

Andranno previsti sostegni delle tubazioni dimensionati per raggiungere il sisma e giunti in grado di resistere alle deformazioni indotte dal sisma in corrispondenza dei punti della struttura con movimenti relativi dovuti al sisma.

Trattandosi di locale di "nuova costruzione", i locali pompe, saranno conformi alla UNI 11292 del 2019. Il locale sarà conforme alle prescrizioni della UNI EN 12845 e di tipo separato.

L'accesso al locale sarà reso agevole e sicuro agli operatori ed alle squadre di soccorso, in modo tale, da eliminare qualsiasi fattore esterno che possa contribuire in modo negativo alla sua accessibilità. Inoltre, in caso di incendio all'interno dell'attività protetta, l'accesso sarà garantito attraverso spazio scoperto. Sarà impedito l'accesso alla stazione pompe, a persone non autorizzate.

Una segnaletica di colore rosso, recante la dicitura "Locale Pompe Antincendio", indicherà il locale.

Il locale sarà realizzato in modo da consentire agevolmente, l'inserimento o l'estrazione del gruppo pompe e dei suoi componenti, nonché la manutenzione ordinaria e straordinaria, assicurando in ogni momento, le condizioni di sicurezza del personale addetto.

Il pavimento del locale sarà antiscivolo, piano ed uniforme e verranno segnalati tutti gli attraversamenti realizzati per le connessioni elettro-idrauliche. Nello spazio di passaggio delle persone addette alla manutenzione, non vi saranno ostacoli di natura strutturale o di supporto del gruppo pompe. Infine, il pavimento presenterà una pendenza, verso il punto di drenaggio, allo scopo di evitare ristagni di acqua all'interno del locale.

Per ogni altro dettaglio si rimanda alla relazione tecnica specifica.

4.9 Trattamento aria

Per via dell'ubicazione dell'impianto di depurazione oggetto dell'intervento descritto nella presente relazione, in particolare per la sua vicinanza ad affollati centri abitati e potenziali ricettori ad elevata sensibilità, è da ritenere che le problematiche indotte dai cattivi odori emessi da tali impianti rivestano carattere di estrema delicatezza e quindi, approfittando della necessità di un intervento di ammodernamento generale, è stato previsto un impianto di trattamento dell'aria di diluizione dei cattivi odori emessi dai reflui organici, consistente essenzialmente nella deodorizzazione mediante appositi filtri.

Date le peculiarità dell'impianto di depurazione di Punta Vagno, che è ubicato all'interno di un manufatto chiuso, fronte mare, con sovrastanti aree di svago e relax a favore della cittadinanza, oltre alle problematiche inerenti la dispersione dei cattivi odori nell'ambiente circostante, riveste particolare rilevanza il tema della qualità dell'aria all'interno della suddetta volumetria, che dovrà essere sempre adeguata all'ambiente di lavoro costituito dall'impianto stesso, che sarà caratterizzato dalla presenza del personale addetto alla sua conduzione e alla sua manutenzione (quindi a garanzia della salute e sicurezza degli operatori).

Per un controllo più rigido riguardante la diffusione degli odori, tutte le vasche di processo saranno parzialmente chiuse, con copertura esistente o nuova, realizzata con pannelli prefabbricati in lamiera di alluminio, affiancati e collegati in modo da ridurre la diffusione degli odori, anche grazie, in alcuni casi, alla depressione generata nella volumetria sovrastante le vasche mediante il collegamento con i filtri deodorizzatori locali, dotati di ventilatori di aspirazione.

Trascurando le tecniche di mascheramento degli odori e le tecnologie legate allo scambio termico/condensazione/combustione, che hanno storia di utilizzi limitati e, per il momento, necessitano di ulteriori approfondimenti in termini di affidabilità, rapporto qualità/prezzo, ecc., i sistemi di purificazione dell'aria più efficaci e diffusi si distinguono, in sintesi, in:

- biofiltrazione;
- filtrazione su carboni attivi;
- scrubbing chimico ad umido;
- scrubbing chimico/fisico a secco.

Senza dilungarsi sulla descrizione degli altri sistemi, in base all'esperienza maturata in situazioni analoghe, è stato scelto l'ultimo dei sistemi sopra elencati; infatti, i primi due hanno efficienze non superiori al 90%, mentre tra gli ultimi due è stato ritenuto complessivamente migliore l'ultimo sistema elencato rispetto a quello che lo precede, per le ragioni riportate nella specifica relazione tecnica.

Più in particolare, è stata prevista una soluzione combinata, costituita dall'installazione sia di filtri locali, con cui verranno controllate localmente quelle che sono considerate le sorgenti di odore più concentrate al fine di scongiurare un effetto di diffusione degli odori all'interno del depuratore, aspirando direttamente da tali vasche e volumetrie, sia di altre e più grandi unità, con cui viene garantito il trattamento generale sia dell'aria dell'ambiente generale, sia dell'aria proveniente dai diversi filtri locali che immetteranno direttamente nell'ambiente generale.

Nella seguente tabella sono riassunti, per ciascuna zona, il volume di aria libera, la portata d'aria da trattare e il numero di ricambi d'aria all'ora.

Zona	Comparto aria da trattare	Volume aria libera	Ricambi orari previsti	Portata d'aria immessa	Portata d'aria richiesta	Totale filtro
		mc	n/ora	mc/h	mc/h	mc/h
A	GRIGLIATURA GROSSOLANA	4,85	4	0	19,40	375
	SOLLEVAMENTO INIZIALE	71,50	4	0	286,00	
	CANALE VERSO GRIGLIATURA FINE	17,45	4	0	69,81	
B	GRIGLIATURA FINE	76,02	4	0	304,08	3.333
	ACCUMULO FANGHI	217,16	4	0	868,65	
	CANALE VERSO DISSABBIATURA	8,04	4	0	32,17	
	DISSABBIATURA	156,65	4	884	1.510,60	
	SEDIMENTAZIONE PRIMARIA + CANALI INGRESSO/USCITA SEDIMENTAZIONE PRIMARIA	154,37	4	0	617,48	

C	EQUALIZZAZIONE	3.092,95	2	0	6.185,90	6.185,90
D	CANALE ALIMENTAZIONE BIOLOGICO	29,86	4	0	119,44	119,44
E F	OSSIDAZIONE 1+ CANALI INGRESSO	1.241,99	0	40.410	1.241,99	
	DENITRIFICAZIONE	738,10	0	0	738,10	
	OSSIDAZIONE (EX SEDIMENTAZIONE)	483,20	0	20.478	483,20	
	MBR	284,73	0	34.909	284,73	
	VASCHE RICIRCOLO MISCELA AERATA	75,20	0	0	75,20	
	VASCHE PERMEATO	42,78	0	0	42,78	
	CANALE VERSO DENITRIFICAZIONE	9,24	0	0	9,24	
G	AMBIENTE GENERALE	52.500,00	3	0	157.500,00	
---	**PORTATA TOTALE**				**170.388,78**	

Tab. 8 - Indicazione delle volumetrie e dei ricambi d'aria previsti per ogni zona da trattare

La ripresa diretta dall'ambiente avverrà secondo due diverse modalità:

- mediante griglie di ripresa collegate, tramite canalizzazioni a sezione rettangolare a cassette riduttrici di velocità, collegate a loro volta a canalizzazioni circolari per alta velocità, che convoglieranno l'aria ai ventilatori generali (fronte a monte e fascia centrale);
- con un canale in muratura esistente, tramite asole attualmente dotate di griglie che saranno sostituite con altre griglie complete di serrande di taratura in grado di permettere perdite di carico complessivamente non inferiori a 10 mmcam il tutto realizzato in acciaio inox AISI 316L; l'aria aspirata tramite il canale in muratura sarà convogliata verso i ventilatori generali mediante canalizzazioni circolari, come rilevabile sui disegni di progetto.

In base a quanto riportato nel paragrafo precedente, la portata complessiva dell'impianto generale è di circa 170.400 mc/h ripresi direttamente dall'ambiente, in misura di oltre 3 vol/h, comprensivi di circa 10.000 mc/h di aria già trattata dai filtri deodorizzatori locali.

In definitiva, in considerazione delle caratteristiche del sito e della scelta di trattare localmente l'aria della parte delle sorgenti odorigene più concentrate, si è ritenuto largamente sufficiente un rinnovo dell'aria nell'ambiente generale sulla base di tre ricambi d'aria all'ora.

Come già indicato, per il trattamento centralizzato è prevista l'installazione di quattro unità filtranti disposte a coppie, con un lato longitudinale adiacente, ciascuna di portata pari a circa 42.600 m^3/h.

Il movimento dell'aria sarà generato da n. 4 ventilatori, di adeguate caratteristiche prestazionali, dimensionati per la medesima portata di 42.600 mc/h ciascuno; saranno collocati in una zona libera da impianti di processo, in corrispondenza dello spigolo sud-est del depuratore, sebbene distante dal sito di installazione dei filtri deodorizzatori generali.

Così come progettato, l'impianto di trattamento aria è in grado di garantire efficienze di abbattimento olfattometrico ≥90% o una concentrazione di odore a valle del presidio filtrante < 200 UO/m^3 (la garanzia è validata dal raggiungimento di una delle due condizioni).

È da segnalare che tale livello di concentrazione di odore è così basso da essere addirittura inferiore alla soglia di percettibilità dell'odore di qualsiasi sostanza odorigena.

Inoltre, dato che le concentrazioni chimiche delle sostanze odorigene autorizzabili all'espulsione a norma delle disposizioni legislative vigenti sono significativamente più alte delle soglie di percettibilità, si deduce che le concentrazioni delle sostanze odorigene stesse nell'aria espulsa al camino saranno ben inferiori a quelle autorizzabili.

Per ogni altro dettaglio si rimanda alla relazione tecnica specifica.

4.10 Nuova sistemazione spazi interni

È prevista una risistemazione e ridistribuzione degli spazi interni dell'impianto di depurazione che interessa in particolar modo l'area d'impianto denominata "12 - locali tecnici e di servizio secondo" la WBS come riportato nella figura seguente:

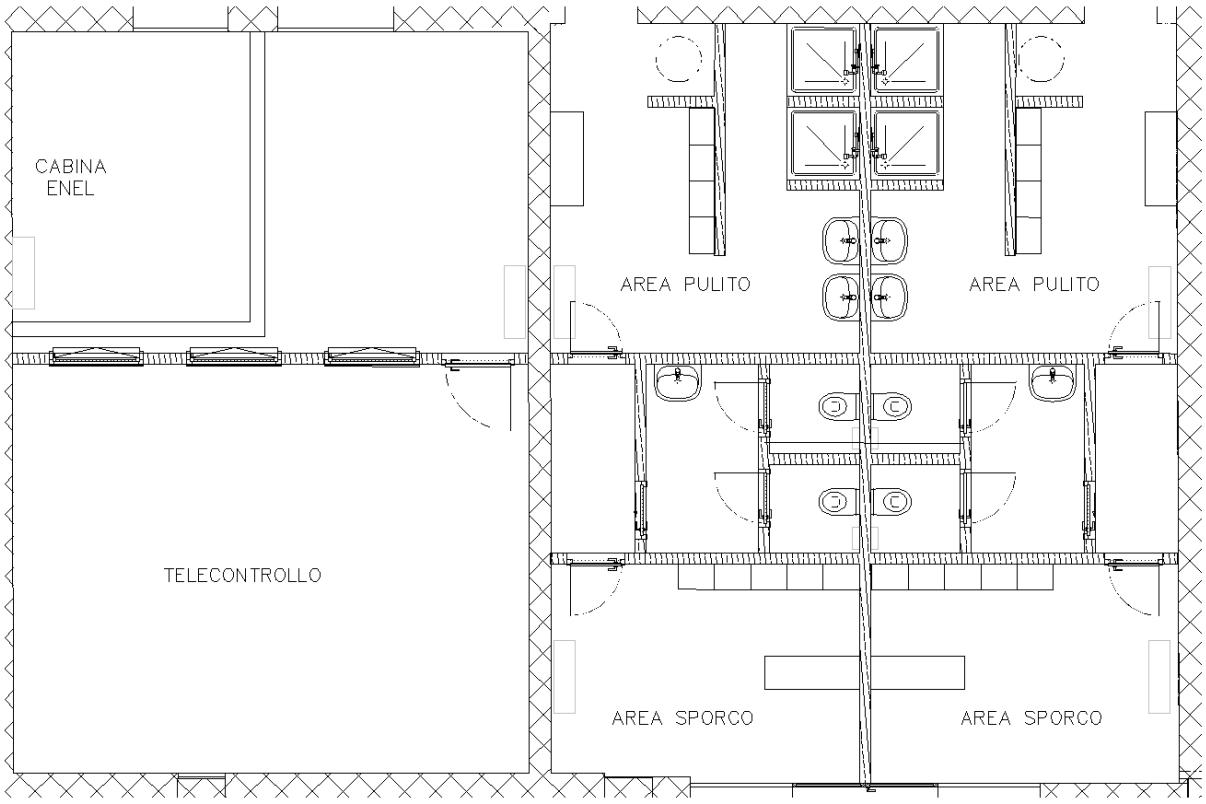


12 Locali tecnici e di servizio	**12A**	Locali tecnici e di servizio - Sala quadri
	12B	Locali tecnici e di servizio - Sala ventilatori
	12C	Locali tecnici e di servizio - Cabina Enel
	12D	Locali tecnici e di servizio - Officina
	12E	Locali tecnici e di servizio - Spogliatoio
	12F	Locali tecnici e di servizio - Mensa
	12G	Locali tecnici e di servizio - Distribuzione
	12H	Locali tecnici e di servizio - Locale sottorampa
	12I	Locali tecnici e di servizio - Locale sotterraneo non noto

Fig. 11 - Stralcio di planimetria e codifiche WBS dell'area interessata dagli interventi

In particolare gli interventi riguardano:

- realizzazione di una parete per suddividere l'impianto in due distinte aree
  - "area sporco", area dell'impianto di depurazione dove sono presenti le vasche e tutte le sezioni di impianto adibite al trattamento dei liquami;
  - "area pulito", area dell'impianto di depurazione adibita ai locali tecnici (la suddetta area 12);
- realizzazione di nuovi spogliatoi suddivisi in aree sporco/pulito e uomo/donna nell'attuale area 12A - sala quadri secondo quanto riportato nella figura seguente, con apertura di due nuovi ingressi verso l'esterno;



- realizzazione del locale telecontrollo nell'attuale area 12C - cabina enel

- nell'attuale area 12B - sala ventilatori verranno posizionati i 4 filtri scrubber a secco per il trattamento dell'aria generale dell'impianto previa demolizione della parete frontale del locale;
- nei restanti locali dell'area 12 (attuali officina, spogliatoi, mensa ecc) saranno demoliti i muri divisori interni e saranno riorganizzati gli spazi per renderli disponibili per i locali elettrici (quadri, inverter, trasformatori ecc.).
  Per ulteriori dettagli si rimanda alle tavole grafiche allegate al progetto e al modello BIM.

5 FASIZZAZIONE DEI LAVORI

Nella fasizzazione dei lavori è stato tenuto in particolare considerazione il fatto che le lavorazioni in progetto sono da effettuare all'interno di un impianto di depurazione in funzione.

Per questo motivo sono state previste 5 distinte fasi, suddivise sia nel tempo che nello spazio per permettere il più possibile il corretto funzionamento dell'impianto di depurazione. Le fasi sono così distinte:

- Fase 1: NUOVA GRIGLIATURA FINE ED ACCUMULO FANGHI (DURATA PREVISTA 83 gg).
  - Collegamento provvisiorio canale alimentazione preareazione a canale Ex Sedimentazione I;
  - Svuotamento e bonifica vasche esistenti;
  - Rimozione apparecchiature elettromeccaniche esistenti;
  - Demolizioni opere civili esistenti;
  - Realizzazione comparto griglie fini;
  - Realizzazione canale verso ex Sedimentazione I;
  - Installazione opere elettromeccaniche;
  - Collegamenti elettrici.
- Fase 2.1: NUOVA DISSABBIATURA- SEDIMENTAZIONE I - EQUALIZZAZIONE (DURATA PREVISTA 179 gg)
  - Deviazione refluo ingresso verso ex Sedimentazione I (linea 2);
  - Svuotamento e bonifica vasche esistenti (linea 1);
  - Rimozione apparecchiature elettromeccaniche esistenti (linea 1);
  - Demolizioni opere civili esistenti (linea 1);
  - Realizzazione nuove opere civili (Nuova dissabbiatura e Sedimentazione I);
  - Realizzazione nuovo canale verso scarico impianto;
  - Installazione opere elettromeccaniche;
  - Collegamenti idraulici (Installazione nuovi DN 800 verso biologico);
  - Collegamenti elettrici.
- Fase 2.2: NUOVA EQUALIZZAZIONE (DURATA PREVISTA 46 gg)
  - Svuotamento e bonifica vasca Sedimentazione I (linea 2);
  - Rimozione apparecchiature elettromeccaniche esistenti (linea 2);
  - Demolizioni opere civili esistenti (linea 2);
  - Realizzazione nuove opere civili (Nuova Equalizzazione);
  - Installazione opere elettromeccaniche;
  - Collegamenti elettrici;
  - Installazione griglia grossolana by-pass.

- Fase 3.1: NUOVA GRIGLIATURA GROSSOLANA E SOLLEVAMENTO INIZIALE (DURATA PREVISTA 115 gg)
  - Deviazione refluo da canale ingresso verso canale alimentazione Nuova grigliatura fine;
  - Svuotamento e bonifica vasche esistenti;
  - Rimozione apparecchiature elettromeccaniche esistenti;
  - Demolizioni opere civili esistenti;
  - Realizzazione nuova stazione di sollevamento;
  - Realizzazione canale verso vasca ex preareazione;
  - Installazione opere elettromeccaniche;
  - Collegamenti idraulici;
  - Collegamenti elettrici.
- Fase 3.2: BY-PASS GENERALE ED INSTALLAZIONE GRIGLIE GROSSOLANE INGRESSO (DURATA PREVISTA 2 gg)
  - Rimozione griglie grossolane;
  - Installazione griglie grossolane.
- Fase 4: NUOVA DENITRIFICAZIONE /OSSIDAZIONE - NUOVO MBR (DURATA PREVISTA 103 gg)
  - Chiusura linea 1 (ex Ossidazione) e linea 4 (Ex Sedimentazione II);
  - Svuotamento e bonifica vasche esistenti linea 1 (ex Ossidazione);
  - Svuotamento e bonifica vasche esistenti linea 4 (ex Sedimentazione II);
  - Rimozione apparecchiature elettromeccaniche esistenti (linea 1 ex ossidazione) ;
  - Rimozione apparecchiature elettromeccaniche esistenti (linea 4 ex Sedimentazione II);
  - Demolizioni opere civili esistenti (linea 1 ex ossidazione);
  - Demolizioni opere civili esistenti (linea 4 ex Sedimentazione II);
  - Realizzazione nuove opere civili (linea 1 ex ossidazione);
  - Realizzazione nuove opere civili (linea 4 ex Sedimentazione II);
  - Installazione opere elettromeccaniche (linea 1 ex ossidazione);
  - Installazione opere elettromeccaniche (linea 4 ex Sedimentazione II);
  - Attivazione by-pass biologico verso scarico emergenza;
  - Collegamenti elettrici.
- Fase 5.1: NUOVA DENITRIFICAZIONE /OSSIDAZIONE - NUOVO MBR (DURATA PREVISTA 200 gg)
  - Svuotamento e bonifica vasche esistenti linea 2 (ex Ossidazione);
  - Svuotamento e bonifica vasche esistenti linea 1-2-3 (ex Sedimentazione II);
  - Rimozione apparecchiature elettromeccaniche esistenti (linea 2 ex ossidazione);
  - Rimozione apparecchiature elettromeccaniche esistenti (linea 1-2-3 ex Sedimentazione II;
  - Demolizioni opere civili esistenti (linea 2 ex ossidazione);
  - Demolizioni opere civili esistenti (linea 1-2-3 ex Sedimentazione II);
  - Realizzazione nuove opere civili (linea 2 ex ossidazione);
  - Realizzazione nuove opere civili (linea 1-2-3 ex Sedimentazione II);
  - Installazione opere elettromeccaniche (linea 2 ex ossidazione);

- Installazione opere elettromeccaniche (linea 1-2-3 ex Sedimentazione II);
- Opere civili su canali ingresso ed uscita ex sedimentazione II;
- Collegamenti idraulici;
- Collegamenti elettrici.

– Fase 5.2: OPERE CIVILI SU CANALI INGRESSO ED USCITA OSSIDAZIONE (DURATA PREVISTA 14 gg)
- Demolizioni opere civili canali ingresso ed uscita ossidazione;
- Nuove costruzioni opere civili canali ingresso ed uscita ossidazione.

– Fase 6.1: INSTALLAZIONE SCRUBBER E CANALI AREAZIONE (DURATA PREVISTA 345 gg)
- Installazione Scrubber SCR01;
- Installazione Scrubber SCR02;
- Installazione Scrubber SCR03;
- Installazione Scrubber SCR04;
- Installazione Scrubber SCR05-SCR08 e canali di areazione

– Fase 6.2: INSTALLAZIONE LINEA ANTINCENDIO (DURATA PREVISTA 60 gg)

– Fase 6.3: RIORGANIZZAZIONE EDIFICIO COMUNE - SPOGLIATOI E LOCALI TECNICI (DURATA PREVISTA 60 gg)

Per qualsiasi dettaglio o approfondimento si veda l'elaborato specifico.

6 PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO

Il piano di sicurezza e coordinamento è finalizzato all'analisi dell'organizzazione più idonea per la prevenzione dei rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori. In esso vengono individuate le fasi critiche del processo di costruzione e la definizione delle prescrizioni operative. Il Piano contiene le misure preventive da adottare secondo quanto previsto nel Decreto Legislativo 3 agosto 2009 n. 106 "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008 n. 81 in materia di tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro" e in conformità con l'art. 17 comma 2 del D.P.R. 207/2010 per quanto applicabile.

Il Piano della sicurezza sarà costituito e completato dai seguenti elaborati:

- Cronoprogramma dei lavori
- Analisi e valutazione dei rischi
- Fascicolo con le caratteristiche delle opere
- Stima dei costi della sicurezza.

Nella presente fase progettuale è stato redatto solamente come prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza (PSC), che sostanzialmente rappresentano l'attività che il coordinatore deve svolgere in fase di progettazione definitiva. Esse verosimilmente possono essere riassunte in una scheda, ove siano individuate le principali disposizioni (per l'eliminazione o prevenzione dei rischi) che in seguito saranno recepite nel piano della sicurezza e di coordinamento.

L'individuazione delle prime indicazioni e disposizioni è importante in quanto, già in questa fase, può contribuire alla determinazione sommaria dell'importo da prevedersi per i cosiddetti oneri della; di conseguenza sarà di utilità nel valutare la stima sommaria da stanziarsi per l'intervento di realizzazione dell'opera pubblica.

7 DISPONIBILITÀ DELLE AREE ED INTERFERENZE

7.1 Disponibilità delle aree

Le opere di progetto ricadono tutte all'interno dell'esistente impianto di depurazione pertanto non sarà necessario prevedere espropri e servitù.

7.2 Interferenze

La totalità delle opere in progetto riguarda installazioni da eseguire all'interno dell'area dell'attuale impianto di depurazione.

Si segnala qundi la presenza di interferenze tra le lavorazioni da realizzare e i manufatti esistenti.

La risoluzione delle interferenze verrà effettuata mediante temporanei e brevi fuori servizio dell'impianto esistente secondo quanto riportato nella fasizzazione dei lavori.

8 ELEMENTI AMMINISTRATIVI

8.1 Espropri e servitù

Dato che le opere previste in progetto non necessitano l'occupazione di nuove aree rispetto a quelle dove attualmente insiste l'impianto esistente non sarà necessario prevedere espropri e servitù.

8.2 Tariffa prezzi e analisi nuovi prezzi

I prezzi applicati e riportati nell'elaborato "Elenco prezzi unitari" sono stati ricavati con riferimento al Prezziario IREN e al Prezzario 2022 dei Lavori Pubblici della Regione Liguria, approvato con deliberazione n. 1/2022.

Per tutte le voci non ricadenti nella Tariffa di riferimento, si è provveduto a definire un nuovo prezzo mediante la redazione di una specifica analisi sviluppata con i metodi di calcolo conformi alla normativa specifica (art. 32 del D.P.R. 207/10). Il prezzo finale applicato è risultato dalla somma delle componenti relative alla fornitura del materiale, alla manodopera, ai noli e ai trasporti necessari, nonché delle relative incidenze per la sicurezza, per spese generali (15%) e utili d'impresa (10%), quindi nella misura complessiva del 26,5%. Vale la pena sottolineare che la componente del costo di fornitura è stata dedotta quale media fra le offerte acquisite da primarie case produttrici.

8.3 Computo metrico estimativo e sommario

Il computo metrico-estimativo è stato sviluppato dettagliatamente in relazione alla tipologia di opera ed agli elaborati facenti parte del progetto definitivo.

Per qualsiasi dettaglio o approfondimento si veda l'elaborato specifico.

8.4 Quadro economico

Il quadro economico dell'intervento è stato sviluppato in ossequio a quanto disposto dall'art. 42 comma 3 del D.P.R. 207/2010.

Per qualsiasi dettaglio o approfondimento si veda l'elaborato specifico.