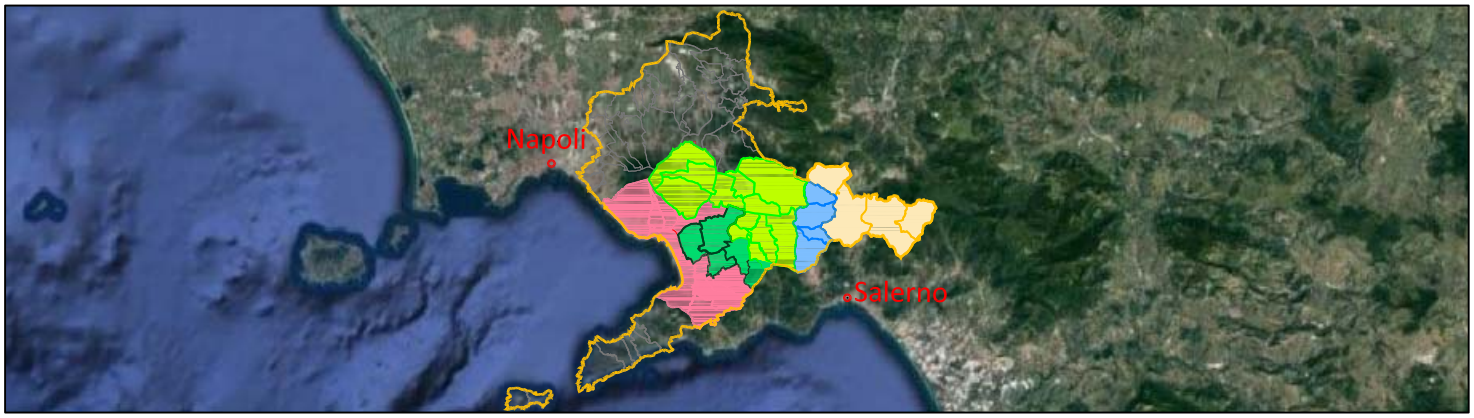
Protocollo d'intesa del 05 Agosto 2020
Regione Campania - Ente idrico campano - Gori Spa
Completamento degli interventi fognario-depurativo del bacino idrografico del fiume Sarno ricadenti nell'Ambito Distrettuale Sarnese Vesuviano di cui alla L.R. n. 15/2015



Impianto di depurazione di Foce Sarno

Comprensorio depurativo Foce Sarno
Progetto di adeguamento - "2° Lotto"

UNITA' INVESTMENT, PROGRAM & SERVICES

INT 7324

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

Elaborato:
ETD.001

Scala:

Titolo:

RELAZIONE TECNICA GENERALE

REV.1

Rev	Motivo della revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
0	Emissione per approvazione	Febbraio 2023			
1	Aggiornamento interventi strutt.	Aprile 2023			

Esecuzione delle Opere	Prestazioni Specialistiche	Il Progettista	Il R.U.P.
	Consulenze	ing. Paolo Viparelli PAOLO VIPARELLI 11.05.2023 17:05:51 GMT+01:00	ing. Francesco Ascione ASCIONE FRANCESCO 2023.05.12 15:04:30 Responsabile del Procedimento CN=ASCIONE FRANCESCO C=IT 2.5.4.4=ASCIONE 2.5.4.42=FRANCESCO RSA/2048 bits
		Gruppo di progettazione Strutturista: ing. Giuseppe Sacco	

Il presente progetto è protetto a termini di legge.

SOMMARIO

1. PREMESSA 5
1.1. Informazioni generali sull'impianto di depurazione Foce Sarno 5
1.2. Inquadramento territoriale 7
1.2.1. Dati catastali 7
1.3. Descrizione dell'impianto 9
1.4. Ciclo produttivo 10
1.5. Definizione dei carichi 11
1.6. Coefficiente di afflusso in fogna 12
1.7. Abitanti equivalenti 12
1.8. Dotazione idrica 16
1.9. Dati assunti per il progetto 17
1.10. Ciclo depurativo 19
1.10.1. Linea acque 19
1.10.2. Linea fanghi 22
1.10.3. Configurazione di progetto 23
2. INTERVENTI DI PROGETTO 26
3. CONSOLIDAMENTO E RICOSTRUZIONE DI SEZIONI DI IMPIANTO 33
3.1. Esiti dell'attività peritale 34
3.2. Indicazioni preliminari sugli interventi 40
3.2.1. Considerazioni sulle indicazioni della perizia 40
3.3. Proposte preliminari di intervento 41
3.3.1. Demolizione e ricostruzione delle pareti 42
3.3.2. Contrafforti 44
3.3.3. Chiusura e sigillatura fessure 46
3.3.4. Rinforzi strutturali 46
4. INTERVENTI PER MITIGARE LE EMISSIONI IN ATMOSFERA 48
4.1. Normativa di riferimento 49
4.2. Normativa regionale 49
4.3. Emissioni in atmosfera 51
4.4. Configurazione attuale dei sistemi di estrazione e trattamento aria 52
4.5. Efficienza di abbattimento delle unità esistenti 54
4.6. Emissioni diffuse 56

4.7. Valutazioni in ordine alle emissioni odorigene 56
4.7.1. Valori di concentrazione di odore e fattori di emissione caratteristici 57
4.7.2. Fattori di emissione per le sorgenti convogliate 57
4.7.3. Fattori di emissione per le sorgenti diffuse 58
4.7.4. Osservazioni 59
4.7.5. La campagna di misure 2021 60
4.8. Descrizione degli impianti di trattamento aria esistenti 62
4.8.1. Camino E1 62
4.8.2. Camino E2 66
4.9. Verifica degli impianti esistenti 67
4.9.1. Impianti scrubber 67
4.9.2. Verifica con la normativa cogente 68
4.9.3. Impianti di adsorbimento a carboni attivi 70
4.9.4. Verifica con la normativa cogente 70
4.9.5. Risultati della verifica 72
4.10. Interventi in progetto 73
4.10.1. Nuova configurazione dei camini di espulsione 74
4.11. Efficienza di abbattimento delle unità di progetto 75
4.11.1. Determinazione del flusso di massa 75
4.12. Ciclo depurativo 78
4.13. Caratteristiche tecniche di materiali e apparecchiature impiegati 79
4.14. Scrubber a letto flottante 79
4.14.1. Scrubber E1 80
4.14.2. Scrubber E2 84
4.15. Sistema di controllo delle emissioni 88
5. OPERE DI DIFESA IDRAULICA DEL CANALE EMISSARIO 90
6. CONDOTTE DI ALLONTANAMENTO 94
6.1. Stato di fatto delle condotte 95
6.2. Le condizioni di esercizio di progetto 97
6.3. Eventuale rifunzionalizzazione delle condotte esistenti 99
6.4. Caratteristiche di accettabilità delle tubazioni 100
6.5. Verifiche sui campioni prelevati 102
6.6. Sostituzione di porzioni di condotta. 103

6.7. Tecnolgie no-dig di riabilitazione 105
6.8. Realizzazione di nuove condotte 106
6.9. Stime economiche 109
7. INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDIANRIA COMPARTO SEDIMENTAZIONE .. 114
8. DISIDRATAZIONE FANGHI 116
9. NUOVI SILOS STOCCAGGIO FANGHI DISIDRATATI 118
10. SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO 122
10.1. Software di automazione 124
10.2. Principali caratteristiche 125
10.3. Rete di sistema 126
10.3.1. Rete di controllo 126
10.4. Server di sistema 126
10.5. Configurazione PLC 127
10.5.1. Software di sviluppo e runtime 127
10.5.2. Processori 128
10.6. Elenco segnali I/O 128
11. INSTALLAZIONE NUOVE GRIGLIE EXTRA-FINI 130
12. NUOVO COMPARTO DI FILTRAZIONE FINALE 132
12.1. Principio di funzionamento 134
12.2. Dimensionamento di massima 134
12.3. Posizionamento dei filtri 136
12.3.1. Posizionamento planimetrico 136
12.3.2. Posizionamento altimetrico 137
13. IMPLEMENTAZIONE DI UN COMPARTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA 139
13.1. Produzione di fango 139
13.2. Dimensionamento del comparto 140
13.2.1. Bilancio termico 143
13.2.2. Sistema di chiusura delle vasche 146
13.2.3. Sistema per la miscelazione dei fanghi in digestione 149
13.3. Nuovo gasometro 153
13.3.1. Scambiatore di calore 155
13.3.2. Caldaia 156
13.3.3. Cogeneratore 162

14. VINCOLI AMBIENTALI 166
14.1. Piano di caratterizzazione 167
14.1.1. Obbiettivi del piano 168
14.1.2. Caratterizzazione dei sedimenti 169
14.1.3. Ubicazione planimetria dei punti di campionamento 169
14.1.4. Profondità dei carotaggi e di prelievo dei campioni 170
14.1.5. Procedure di campionamento ed analitiche 170
14.1.6. Caratterizzazione - parametri da ricercare 171
14.1.7. Caratterizzazione chimica 171
14.1.8. Caratterizzazione fisica 173
14.1.9. Caratterizzazione microbiologica 173
14.1.10. Classificazione ecotossicologica 173
14.1.11. Opzione di gestione, ipotesi di destino 173
15. INDICAZIONI PER IL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE 175
15.1. Stima economica 177

1. PREMESSA

La presente relazione generale illustra gli interventi finalizzati all'adeguamento dell'impianto di depurazione di FOCE SARNO, attualmente gestito da GORI S.p.A. e, in via preliminare le soluzioni progettuali individuate per la realizzazione di detti interventi.

Il progetto ha dunque per oggetto la fattibilità tecnica ed economica degli interventi ai sensi dell'art.23 del D.Lgs. 50/2016.

1.1. Informazioni generali sull'impianto di depurazione Foce Sarno

Il progetto speciale n°3 (di seguito denominato PS3) per il disinquinamento del Golfo di Napoli) predisposto dalla Casmez (Cassa per il Mezzogiorno) e approvato il 13 ottobre 1975 dal Ministero dei Lavori Pubblici ha suddiviso in 9 subsistemi l'intero sistema disinquinante corrispondente ai bacini imbriferi ricadenti nell'area di intervento.

Tali subsistemi sono stati a loro volta suddivisi in più comprensori in relazione all'estensione e alle caratteristiche geomorfologiche, idrologiche e demografiche dei territori che li costituiscono.

In particolare il subsistema corrispondente al bacino del fiume Samo è stato suddiviso in tre comprensori:

- Alto Sarno;
- Medio Sarno;
- Foce Sarno.

L'impianto di depurazione di Castellammare di Stabia (NA) costituisce il complesso depurativo del comprensorio Foce Sarno.

La realizzazione dell'impianto iniziò nei primi anni 80 ed ad oggi risulta ancora in via di ultimazione. Lo schema depurativo adottato nel PS3 prevede un bacino comprendente i comuni di:

- Boscoreale;
- Boscotrecase;
- Casola di Napoli;
- Castellammare di Stabia;
- Gragnano;
- Lettere;
- Pimonte;
- Santa Maria la Carità;
- Torre Annunziata;
- Trecase;
- Torre del Greco.

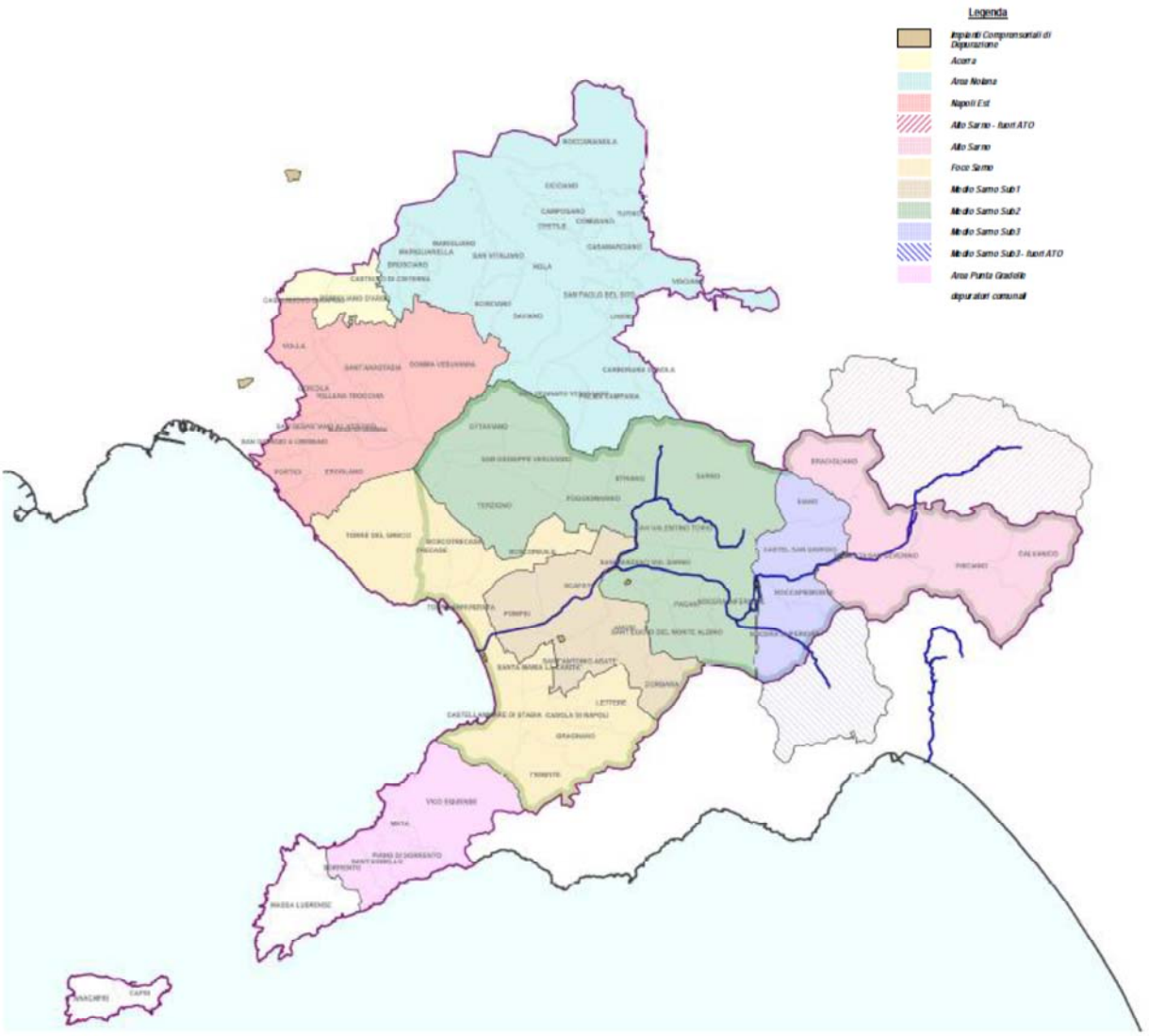


Figura 1. Comprensori depurativi della Regione Campania

1.2. Inquadramento territoriale

L'impianto, progettato per trattare prevalentemente reflui urbani, domestici ed assimilati ai domestici dei comuni del comprensorio Foce Sarno, è localizzato nel comune di Castellammare di Stabia (Cod. Istat 063024) e precisamente in via Napoli.



Figura 2. Fotogrammetria area oggetto di studio

L'impianto di superficie complessiva di circa 7 ha, in riferimento al PRG del Comune di Castellammare di Stabia (Na), ricade in zona omogenea "Zona ASI".

1.2.1. Dati catastali

Con riferimento al N.C.E.U. l'impianto è individuato al Foglio 3, particelle: 5-8-9-11-12-14-17-18-19-21-22-23-31-32-33-34-39-42-43-44-155-238-342-369-416-417-418-502-503-504-509-510-511-512-513-514-694-713-714-715-716-1304-1305-2243-1459-1458-1437-1461.

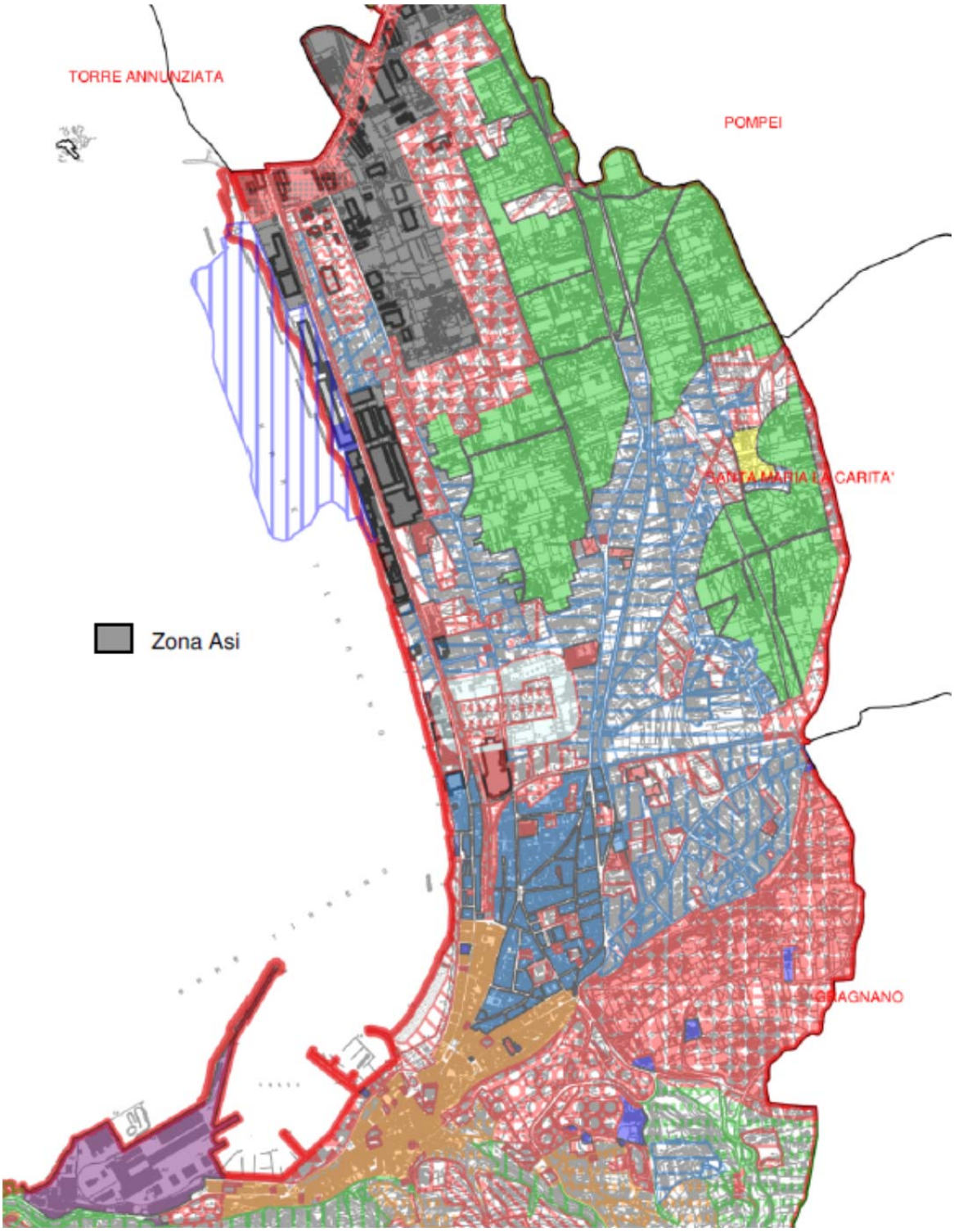


Figura 3. Stralcio PRG

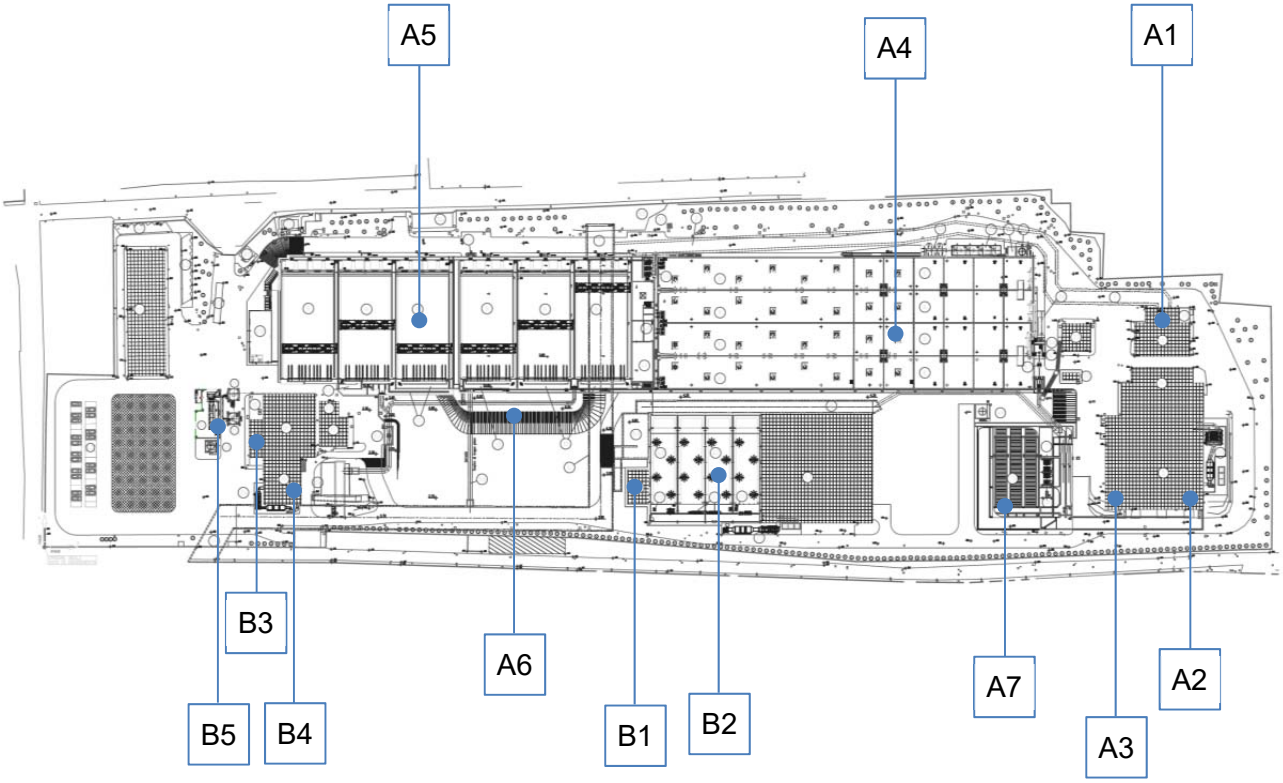
La dislocazione di nuclei abitativi regolari e abusivi più significativi è concentrata prevalentemente lungo la via Ripuaria che costeggia il fiume per circa 1 Km, a ridosso dell'impianto di depurazione in direzione Sud-Est dal sito.

Va fatto notare che l'abitato di Castellammare di Stabia si estende ad Est ad una distanza di circa 3 Km dal sito, incrementando la sua densità fino a raggiungere il Centro Antico posto a circa 5/6 Km.

Considerato che le principali emissioni derivanti dai trattamenti di depurazione sono caratterizzate principalmente dalla presenza di composti organici volatili, che rappresentano tra l'altro la principale causa di odori molesti in atmosfera, nella configurazione di progetto sono stati considerati specifici apprestamenti impiantistici e gestionali rivolti a minimizzare tale aspetto ambientale.

1.3. Descrizione dell'impianto

Nelle figure che seguono sono riportati rispettivamente una rappresentazione planimetrica qualitativa dell'impianto con indicazione delle principali unità di trattamento e lo schema a blocchi del processo.



Legenda

A1 = Grigliatura grossolana
A2 = Grigliatura fine
A3 = Dissabbiatura – disoleazione
A4 = Ossidazione
A5 = Sedimentazione
A6 = Disinfezione
A7 = trattamento acque di pioggia
B1 = preispessimento fanghi
B2 = digestione aerobica
B3 = postispessimento
B4 = disidratazione
B5 = essiccamento fanghi

1.4. Ciclo produttivo

Nella originaria progettazione dell'impianto, i vari comparti furono dimensionati per una potenzialità totale di 518.000 Abitanti Equivalenti, utilizzando i valori riportati nella seguente Tabella.

Tabella 1. Dati di progetto originari

DESCRIZIONE	U.M.	ESTATE	INVERNO
Abitanti civili	n	367.000	340.000
Abitanti equivalenti industriali	n	151.000	120.000
Abitanti equivalenti totali	n	518.000	460.000
BOD specifico	g/ab/d	60,00	60,00
TSS specifico	g/ab/d	90,00	90,00
N-NH_4 specifico civile	g/ab/d	12,00	12,00
N-NH_4 specifico industriale	g/ab/d	6,00	6,00
N-NH_4 specifico totale.	g/ab/d	10,25	10,43
P specifico	g/ab/d	2,50	2,50
Portata media giornaliera	$m^3 h^{-1}1$	100.284,80	89.056,00
Portata media oraria	$m^3 h^{-1}$	4.178,53	3.710,67
Portata max or. t.a.	$m^3 h^{-1}$	12.535,60	11.132,00
Portata max or. t. p.	$m^3 h^{-1}$	20.892,67	18.553,33
Portata max or. al biologico	$m^3 h^{-1}$	12.535,60	11.132,00
BOD totale	kg d^{-1}	31.080,00	27.600,00
STS totali	kg d^{-1}	46.620,00	41.400,00
N-NH4 totale	kg d^{-1}	5.310,00	4.800,00
P totale	kg d^{-1}	.295,00	1.150,00

1.5. Definizione dei carichi

Per la definizione dei carichi gravanti a regime sul depuratore di Foce Sarno, si è dovuto in primo luogo procedere con la definizione del numero di abitanti equivalenti.

Si rammenta a tal proposito che, a norma dell'art.74 del D.Lgs. 152/06, gli abitanti equivalenti, AE, rappresentano una stima del carico inquinante di natura organica biodegradabile prodotto dalle attività domestiche e dalle attività economiche. L'abitante equivalente è infatti convenzionalmente definito come la quantità di carico inquinante prodotto ed immesso nelle acque di scarico da un abitante stabilmente residente nell'arco della giornata; tale carico corrisponde a 60 grammi di BOD_5 al giorno (Domanda biochimica di ossigeno a 5 giorni). Secondo la definizione data dalla vigente normativa in materia di protezione e depurazione delle acque dall'inquinamento (Direttiva 91/271/Cee) vale l'equivalenza: **1 abitante equivalente = 60 grammi al giorno di BOD_5**.

Nella prassi tecnica "un abitante equivalente corrisponde anche ad una domanda chimica di ossigeno COD di 130 grammi di O_2 al giorno". Tuttavia, questa assunzione dipende in modo significativo dal frazionamento del COD in ingresso, ovvero dalle caratteristiche peculiari del refluo, peraltro suscettibili di variazioni stagionali.

In altri termini, a meno che non si disponga di una sufficiente campagna di caratterizzazione, occorre stimare in modo arbitrario il rapporto COD/BOD_5 dhe, tipicamente, nelle acque reflue di origine urbana dove prevalgono le sostanze organiche biodegradabili, rientra nel range 1,4 ÷ 2,5.

In termini di frazionamento, il COD totale può essere suddiviso in una componente solubile (S) ed una particolata (X); ciascuna di queste componenti è ulteriormente suddivisibile in una componente biodegradabile ed una non biodegradabile (o inerte). Si giunge quindi alla scomposizione del COD in 4 frazioni come rappresentato in Figura .

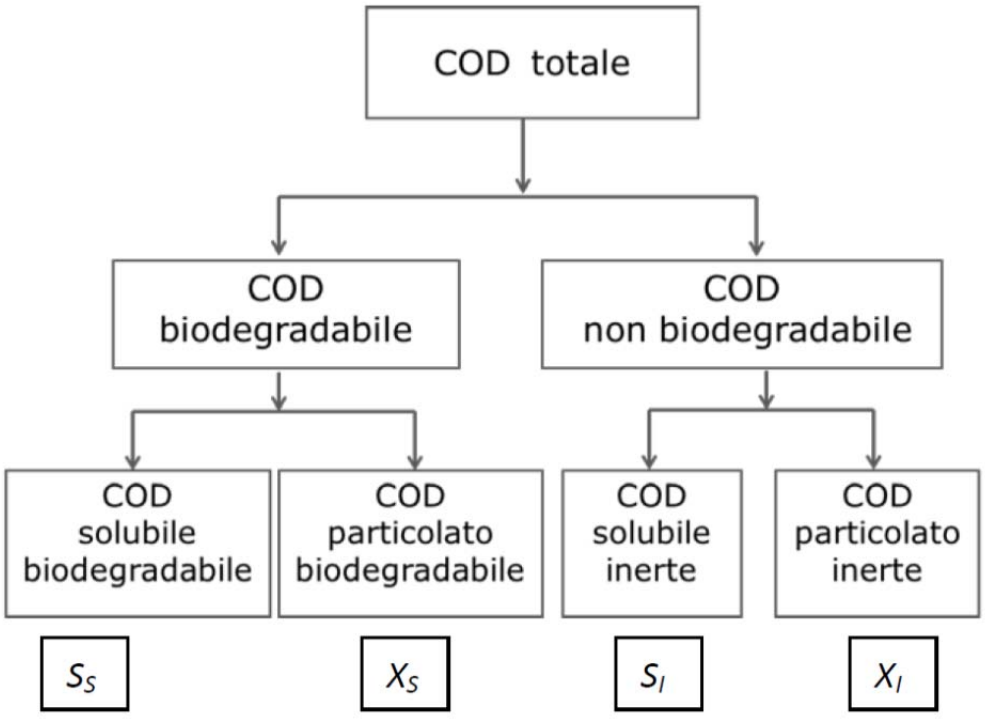


Figura 4. Schema di frazionamento del COD

Tipicamente, in termini percentuali, si ha una distribuzione di questo genere (Metcalf & Eddy, 2004):

Parametri	**Frazione COD [%]**
Frazione solubile e biodegradabile del COD (S_S)	32
Frazione particolata e biodegradabile del COD (X_S)	47
Frazione solubile e non biodegradabile del COD (S_I)	3
Frazione particolata e non biodegradabile del (X_I)	18

Si tratta di una valutazione che, ripetiamo, a meno di possedere una serie di dati di caratterizzazione del refluo statisticamente rappresentativa, rimane molto aleatoria.

Nella sede del presente studio, come si vedrà, si è ritenuto di assumere, in base ai dati storici forniti dal Gestore, COD/BOD_5 = 2,3 e, dunque, BOD_5 = 30% di COD ., valore in linea con le indicazioni della letteratura tecnica.

Con il calcolo degli Abitanti equivalenti totali urbani (AEtu) si stima il carico inquinante potenziale veicolato nelle acque reflue urbane recapitate nella rete fognaria, dalle diverse fonti di generazione che, attraverso specifici coefficienti numerici, sono trasformate in abitanti equivalenti. Le fonti generatrici considerate sono: la popolazione residente, le attività domestiche e ad esse assimilabili, le attività alberghiere, turistiche, scolastiche e le micro-imprese generalmente operanti all'interno dei centri urbani, i cui scarichi presentano caratteristiche qualitative equivalenti al metabolismo umano o ad attività domestiche e in cui gli inquinanti sono costituiti prevalentemente da sostanze biodegradabili.

Negli Abitanti equivalenti totali (AEt) sono invece considerate tutte le acque reflue; sono cioè compresi anche gli scarichi delle industrie manifatturiere presenti sul territorio comunale e rese assimilabili alle attività domestiche solo dopo l'eventuale depurazione delle sostanze inorganiche.

1.6. Coefficiente di afflusso in fogna.

Nella letteratura tecnica il coefficiente è di norma definito come rapporto tra il volume idrico scaricato in fogna e quello immesso nella rete acquedotto; nel presente studio si è ritenuto di adottare un valore pari a φ = 0,8 per tutti i comuni del comprensorio.

1.7. Abitanti equivalenti

Per eseguire una prima analisi si è fatto riferimento in primo luogo al **Rapporto Finale della "Analisi a Sviluppo del Servizio Fognario Depurativo"** (GORI – dicembre 2018), provvedendo ad aggiornare al 2022 i dati relativi alla componente residenziale, sulla base di quanto è possibile ricavare dal censimento ISTAT (www.istat.it).

In particolare, lo studio originario utilizzava i dati demografici ISTAT ("Demo Istat") per la popolazione residente al 31.12.2016 e tali valori sono stati aggiornati al 31.12.2021.

Lo studio utilizzava altresì la pubblicazione ISTAT "Stime del carico inquinante delle acque reflue urbane" (ultima pubblicazione disponibile del 10.10.2011) facendo una serie di assunzioni per

- Popolazione residente
- Popolazione presente e non residente in abitazioni private:
- Abitanti in case sparse:
- Popolazione pendolare
- Popolazione potenziale presente in strutture alberghiere
- Popolazione potenziale presente per turismo o vacanza in abitazioni private (abitazioni vuote/seconde case per capienza media comunale)
- Abitanti equivalenti relativi alle attività di servizio di ristorazione e bar
- Componente industriale

(si vedano le pagine 21 e 22 dello studio, cui si rimanda integralmente).

In questa sede è rilevante sottolineare che il contributo dovuto alla componente industriale riportata da ISTAT è stato considerato efficace sulle portate addotte al depuratore solo nella misura del 20% (con alcune correzioni basate sui contributi derivanti da Fonti Autonome (FA).

Un altro aspetto significativo dell'approccio adottato dallo studio è rappresentato dal fatto che la componente non residenziale (ovvero non riferita al dato ISTAT della Popolazione Residente) viene considerata sostanzialmente stabile nel tempo, tant'è vero che si adottano i dati del 2009 per stimare gli Abitanti Equivalenti nell'anno 2016.

D'altra parte, ad oggi, né ISTAT né altri istituti analoghi hanno prodotto stime aggiornate di questa tipologia di carichi.

Si ottengono in tal modo i dati riportati nelle seguenti tabelle:

- nella tabella 2 sono riportate le valutazioni integrali dello Studio ISTAT 2011 "STIME DEL CARICO INQUINANTE DELLE ACQUE REFLUE URBANE" https://www.istat.it/it/archivio/41920;
- nella tabella 3 tali dati sono stati aggiornati per la sola componente residenziale sulla base del dati riportati sempre da ISTAT (https://demo.istat.it/).

In conclusione, sulla base di queste valutazioni, a regime il depuratore di FOCE SARNO dovrà servire un bacino pari a **480.775 AEtu,**.

Nella successiva Tabella 4 sono invece riportate le stime riguardanti l'attuale afflusso di carichi idraulici ed inquinanti. Il gestore non è però in grado di depurare questo dato accorpato dai dati relativi agli afflussi piovani, dato che la fognatura di adduzione è mista e la portata viene misurata a valle del sollevamento iniziale.

Tabella 2. STIMA AE CON POPOLAZIONE RESIDENTE AGGIORNATA AL 2009

Comune	Popola-zione residente 2009	Popola-zione presente non residente	Popola-zione in case sparse	Lavoratori e studenti pendolari	Popola-zione potenziale presente in strutture alberghiere	Popola-zione potenziale presente in abitazioni private	Abitanti equivalenti relativi alle attività di servizio di ristorazione e bar	Abitanti equivalenti relativi alla micro industria	Abitanti equivalenti relativi alla piccola, media e grande industria	Abitanti equivalenti totali urbani (Aetu)	Abitanti equivalenti totali (Aet)
Boscoreale	26.958	434	-739	-1.159	63	2.480	2.996	2.215	7.570	33.248	40.818
Boscotrecase	10.623	217	-62	-531	67	2.038	2.084	1.273	1.401	15.709	17.109
Casola di Napoli	3.792	42	-172	-160	0	294	232	520	1.746	4.547	6.293
Castellammare di Stabia	64.732	982	-227	632	1.941	4.406	10.296	15.028	11.230	97.790	109.020
Gragnano	29.778	414	-129	-943	343	1.671	4.635	7.265	9.656	43.034	52.690
Lettere	6.177	29	-23	-207	214	42	1.013	5.630	245	12.875	13.119
Pimonte	6.051	31	-142	-196	184	749	1.541	2.471	479	10.688	11.167
Santa Maria la Carità	11.495	120	-16	-386	38	632	956	2.234	8.288	15.072	23.360
Torre Annunziata	44.184	592	0	433	46	1.402	4.231	3.438	33.918	54.326	88.244
Torre del Greco	87.529	1.592	0	-1.233	524	7.818	9.934	5.927	9.966	112.092	122.057
Trecase	9.298	192	-538	-574	80	1.059	2.239	334	13	12.089	12.102
TOTALE	**300.614**								**84.510**	**411.469**	**495.979**

Tabella 3. STIMA AE CON POPOLAZIONE RESIDENTE AGGIORNATA AL 2021

Comune	Popola-zione residente 2009	Popola-zione presente non residente	Popola-zione in case sparse	Lavoratori e studenti pendolari	Popola-zione potenziale presente in strutture alberghiere	Popola-zione potenziale presente in abitazioni private	Abitanti equivalenti relativi alle attività di servizio di ristorazione e bar	Abitanti equivalenti relativi alla micro industria	Abitanti equivalenti relativi alla piccola, media e grande industria	Abitanti equivalenti totali urbani (Aetu)	Abitanti equivalenti totali (Aet)
Boscoreale	26.317	434	-739	-1.159	63	2.480	2.996	2.215	7.570	32.607	40.177
Boscotrecase	9.897	217	-62	-531	67	2.038	2.084	1.273	1.401	14.983	16.383
Casola di Napoli	3.663	42	-172	-160	0	294	232	520	1.746	4.418	6.165
Castellammare di Stabia	63.330	982	-227	632	1.941	4.406	10.296	15.028	11.230	96.388	107.618
Gragnano	28.167	414	-129	-943	343	1.671	4.635	7.265	9.656	41.423	51.079
Lettere	6.073	29	-23	-207	214	42	1.013	5.630	245	12.771	13.016
Pimonte	5.868	31	-142	-196	184	749	1.541	2.471	479	10.505	10.984
Santa Maria la Carità	11.689	120	-16	-386	38	632	956	2.234	8.288	15.266	23.554
Torre Annunziata	40.523	592	0	433	46	1.402	4.231	3.438	33.918	50.666	84.583
Torre del Greco	81.289	1.592	0	-1.233	524	7.818	9.934	5.927	9.966	105.852	115.817
Trecase	8.594	192	-538	-574	80	1.059	2.239	334	13	11.385	11.398
TOTALE	**285.410**								**84.510**	**396.265**	**480.775**

Tabella 4. STIMA DEL CARICO ATTUALE SUL DEPURATORE (Fonte GORI 2022)

Anno di riferimento: 2022	**COD_{IN} MEDIO**	**PORTATE TRATTATE**	**giorni/mese**	**gCOD/giorno**	**gBOD_5/giorno**	**AE**
Mese	**mg/L=g/m^3**	**m^3/mese**				
Gennaio	231,6	2.110.760	31	15.769.420	6.856.270	114.271
Febbraio	230,17	1.800.009	28	14.796.503	6.433.262	107.221
Marzo	372,17	2.047.202	31	24.577.430	10.685.839	178.097
Aprile	222,86	2.072.538	30	15.395.997	6.693.912	111.565
Maggio	285,43	1.968.976	31	18.129.097	7.882.216	131.370
Giugno	218,67	2.009.011	30	14.643.458	6.366.721	106.112
Luglio	236,4	2.050.809	31	15.639.073	6.799.597	113.327
Agosto	380,6	2.204.537	31	27.066.025	11.767.837	196.131
Settembre	404,75	2.244.565	30	30.282.923	13.166.488	219.441
Ottobre	239,83	2.137.198	31	16.534.559	7.188.939	119.816
Novembre	274,17	2.210.916	30	20.205.316	8.784.920	146.415
				MEDIA DELLE MEDIE MENSILI		**140.342**

FONTE: GORI 2022

1.8. Dotazione idrica

Si è preferito adeguare unicamente la dotazione idrica procapite, in modo da adeguarla alle indicazioni del vigente Piano d'Ambito, redatto dall'Ente Idrico Campano.

Nel paragrafo 2.8.2.1.1 del Piano, infatti, è trattata la questione della "Dotazione unitaria e fabbisogno idropotabile", e in esso si giunge a definire le seguenti classi di dotazione idropotabile totale:

Classe	d [l/ab d]	Numero di comuni
A	d ≤ 200 l/ab d	206
B	200 l/ab d < d ≤ 220 l/ab d	241
C	220 l/ab d < d ≤ 250 l/ab d	56
D	250 l/ab d < d ≤ 300 l/ab d	35
E	300 l/ab d < d ≤ 350 l/ab d	7
F	350 l/ab d < d ≤ 400 l/ab d	3
G	400 l/ab d < d ≤ 500 l/ab d	2

Questa impostazione, declinata per i comuni del comprensorio di riferimento, conduce ai dati della seguente tabella:

Tabella 5. Dotazione idropotabile totale nei Comuni del comprensorio Foce Sarno*

Comune	Popola- zione residente 2009	Dotazione idropotabile totale (l/giorno)
Boscoreale	26.317	202
Boscotrecase	9.897	207
Casola di Napoli	3.663	201
Castellammare di Stabia	63.330	224
Gragnano	28.167	223
Lettere	6.073	191
Pimonte	5.868	202
Santa Maria la Carità	11.689	300
Torre Annunziata	40.523	205
Torre del Greco	81.289	204
Trecase	8.594	197
TOTALE	**285.410**	**214**

* *FONTE: comunicazione privata EIC*

1.9. Dati assunti per il progetto

Su esplicita indicazione del gestore, GORI SpA, nel presente progetto è stato conservato il numero di abitanti equivalenti previsto nell'originario progetto dell'impianto, in modo da assorbire eventuali incrementi futuri, dovuti alla vocazione turistica e residenziale di alcune aree servite.

In ultima analisi, dunque, i dati di dimensionamento (preliminare) utilizzati nel presente progetto di fattibilità sono quelli riportati nella seguente Tabella 3, nella quale si è assunto un coefficiente di afflusso in fognatura $\varphi = 0{,}8$.

Tabella 6. Dati assunti per il presente progetto

DESCRIZIONE	Simb.	ESTATE	INVERNO	U.M.
ABITANTI EQUIVALENTIO		**518.000**	**460.000**	AE
CARICHI IDRAULICI DI PROGETTO		**ESTATE**	**INVERNO**	
dotazione procapite	d	242	242	l/AE giorno
coefficiente afflusso	φ	0,80	0,80	
portata nera giornaliera	Q_{nd}	100.285	89.056	m^3/d
portata media nera	Q_{mn}	4.179	3.711	m^3/h
coeff. punta nera	C_{pn}	3,0	3,0	
portata massima in tempo asciutto	Q_{pn}	12.536	11.132	m^3/h
portata massima al biologico	Q_{pb}	12.536	11.132	m^3/h
coeff. Punta pioggia	C_{pp}	5	5	
portata massima in tempo di pioggia	Q_{pp}	20.893	18.553	m^3/h
CARICHI INQUINANTI PROCAPITE		**ESTATE**	**INVERNO**	
COD	COD	138	138	g/ae/d
BOD_5	BOD_5	**60**	**60**	g/ae/d
Solidi Sospesi Totali	SST	**90**	**90**	g/ae/d
Solidi Volatili	SSV	77	77	g/ae/d
Azoto totale Kjeldahl	TKN	**12**	**12**	g/ae/d
Azoto Ammoniacale	$N - NH_4^+$	**8**	**8**	g/ae/d
Fosforo	P	**2,5**	**2,5**	g/ae/d
CARICHI INQUINANTI		**ESTATE**	**INVERNO**	
COD	COD	71.484	63.480	kg/d
BOD_5	BOD_5	31.080	27.600	kg/d
Solidi Sospesi Totali	SST	46.620	41.400	kg/d
Solidi Volatili	SSV	39.627	35.190	kg/d
Azoto totale Kjeldahl	TKN	6.216	5.520	kg/d
Azoto Ammoniacale	$N - NH_4^+$	4.144	3.680	kg/d
Fosforo	P	1.295	1.150	kg/d

CONCENTRAZIONI IN INGRESSO		ESTATE	INVERNO	
COD	COD	411	411	kg/d
BOD_5	BOD_5	179	179	kg/d
Solidi Sospesi Totali	SST	268	268	kg/d
Solidi Volatili	SSV	228	228	kg/d
Azoto totale Kjeldahl	TKN	36	36	kg/d
Azoto Ammoniacale	$N - NH_4^+$	24	24	kg/d
Fosforo	P	7	7	kg/d

1.10. Ciclo depurativo

Il processo depurativo dell'impianto, nella configurazione attuale, può essere schematizzato secondo le seguenti linee:

A. LINEA ACQUE

A.1. Grigliatura grossolana/media

A.2. Grigliatura fine

A.3. Dissabbiatura - disoleazione - preareazione

A.4. Defosfatazione - Denitrificazione - Ossidazione

A.5. Sedimentazione

A.6. Disinfezione

A.7. Trattamento acque di pioggia

B. LINEA FANGHI

B.1. Preispessimento dei fanghi

B.2. Digestione aerobica

B.3. Post-ispessimento

B.4. Disidratazione

B.5. Essiccamento fanghi

1.10.1. Linea acque

I reflui prima di essere inviati ai processi di trattamento biologici saranno sottoposti ad un trattamento primario di tipo meccanico teso alla rimozione di ·sostanze inerti e grossolane sedimentabili, che qualora non rimosse, darebbero luogo a notevoli inconvenienti, in particolare ad abrasioni negli organi meccanici in movimento con i quali vengono in contatto.

In particolare i processi di pre-trattamento sono composti da:

- una tripla fase di **grigliatura** (**A1+A2**) di tipo grossolana media e fine tesa ad eliminare le sostanze galleggianti che in essi generalmente sono contenute;
- un successivo processo di **dissabbiatura/disoleatura/preareazione** (**A3**) con il quale si provvede ad eliminare gli oli, le sabbie, le particelle di saponi, gli acidi grassi e le paraffine eventualmente presenti nel refluo.

Solo a seguito dei processi primari il refluo subisce una fase di **denitrificazione** (**A4**) dove attraverso una reazione riduttiva, operata dai batteri denitrificanti (biomassa eterotrofa), l'azoto ammoniacale/nitrico è ridotto ad azoto elementare (gassoso) che tende ad allontanarsi come gas dal mezzo liquido.

A tale scopo è previsto il rilancio a monte della stessa vasca di una portata di fango di ricircolo proveniente dalla vasca successiva di ossidazione-nitrificazione.

Tale apporto di sostanze organiche, non completamente ossidate (ricircolo nitrati), rappresenta il substrato organico necessario per il nutrimento dei batteri denitrificanti.

Lo schema di trattamento prevede che a valle della fase di denitrificazione, il refluo sia inviato in una vasca di **ossidazione-nitrificazione** (**A4**).

L'effluente in uscita sarà inviato ad un processo biologico di tipo aerobico **a fanghi attivi** (**A4**); in tale vasca oltre ad ottenere una conversione del materiale organico, tramite microorganismi in presenza di ossigeno disciolto, si attiva un processo di degradazione delle sostanze organiche azotate, con conseguente solubilizzazione in ammoniaca e successiva ossidazione spinta (per via biologica) che favorisce la formazione di nitriti e da questi in nitrati.

In un comparto, inglobato nel volume totale del comparto di denitrificazione, avviene il processo di **defosfatazione** (**A4**).

Secondo le esigenze operati ve in tale volume può essere fatto pervenire solo il fango di ricircolo.

In condizioni strettamente anaerobiche le cellule presenti nel fango tendono a rilasciare il fosforo il quale viene poi catturato nella zona di denitrificazione a mezzo di microrganismi, inoltre, viene catturata anche una consistente quota di fosforo contenuta nei liquami in quantità molto superiore a quanto strettamente necessario allo sviluppo.

Questo fenomeno, noto come "*luxury uptake*" fa si che il fosforo catturato in eccesso sia accumulato come granuli di polifosfati e quindi facilmente rimuovibili con l'asportazione del fango di supero.

Il processo a fanghi attivi si conclude con un trattamento di **sedimentazione** (**A5**) in cui i fanghi d i supero, raccolti sul fondo vasca, saranno inviati alla linea fanghi:

L'effluente prima di essere scaricato nel recettore finale, sarà sottoposto ad una fase di **disinfezione** (**A6**) mediante l'aggiunta di acido paretico.

Le acque così trattate trovano in fine recapito nel Mar Tirreno (tratto prospiciente C.so A. De Gasperi).

Le eventuali acque meteoriche (acque di prima e seconda pioggia) giunte all'impianto, sono comunque soggette ai trattamenti preliminari (grigliatura, dissabbiatura, disoleatura) fino ad una portata di 20.900 m^3/h (5 volte la portata media – l'eventuale ulteriore eccesso viene scaricato in mare attraverso il canale di by-pass generale dell'impianto), successivamente, l'aliquota che supera la portata di 12.540 m^3/h (3 volte la portata media), invece di essere inviata al trattamento biologico, viene inviata ad una linea di trattamento dedicato, costituita da una vasca di **sedimentazione a pacchi lamellari** (**A7**), da questa ad un trattamento di disinfezione con acido peracetico prima di essere scaricata in mare tramite il canale di by-pass generale dell'impianto.

Si riporta di seguito lo schema a blocchi della linea.

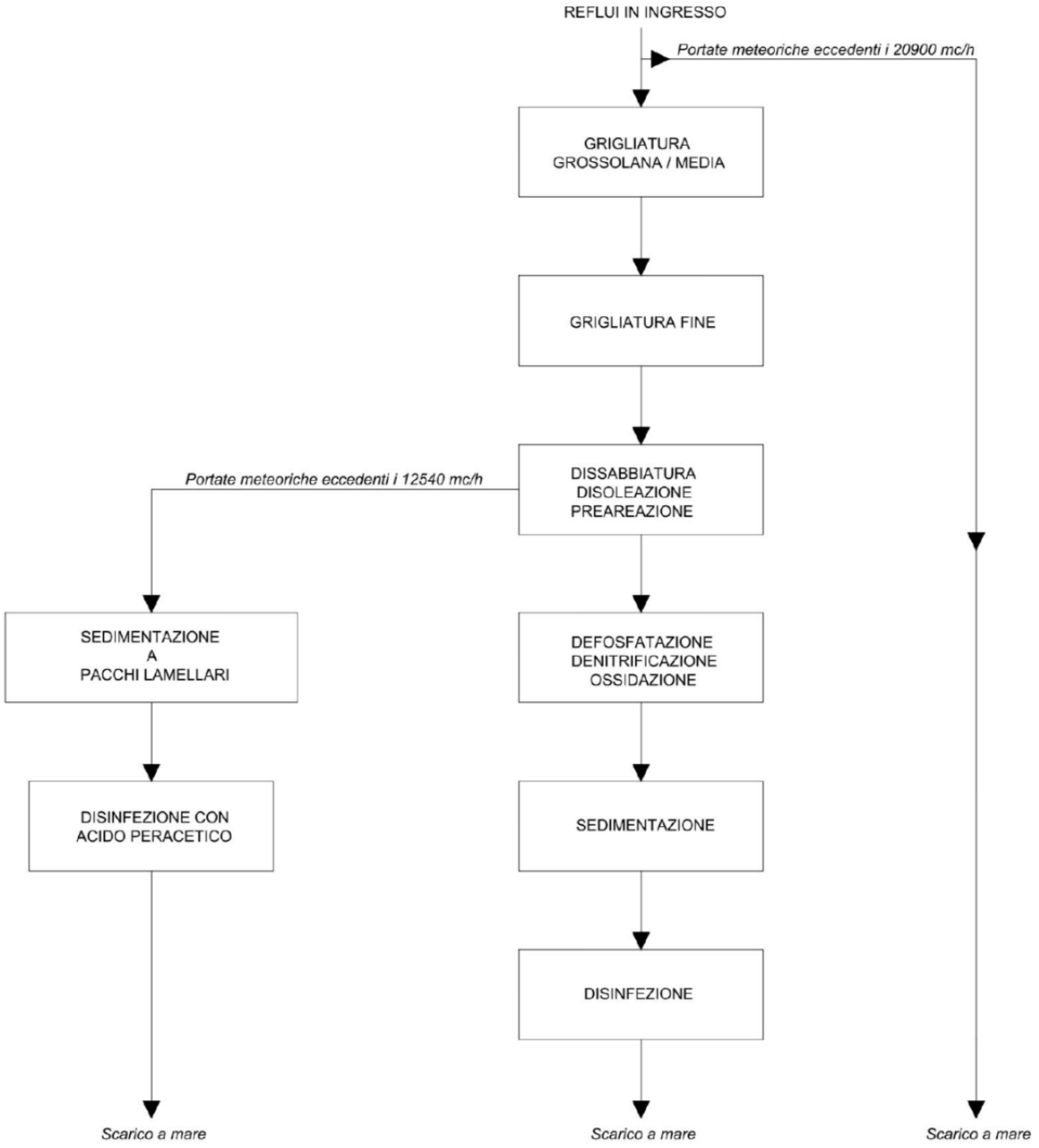


Figura 5. Schema a blocchi della linea acque

1.10.2. Linea fanghi

I fanghi di supero derivanti dai processi depurativi sopra descritti necessitano di opportune operazioni di trattamento finalizzate a ridurne quanto più possibile l'impatto ambientale e a favorirne un corretto smaltimento.

Si riporta di seguito lo schema a blocchi della linea.

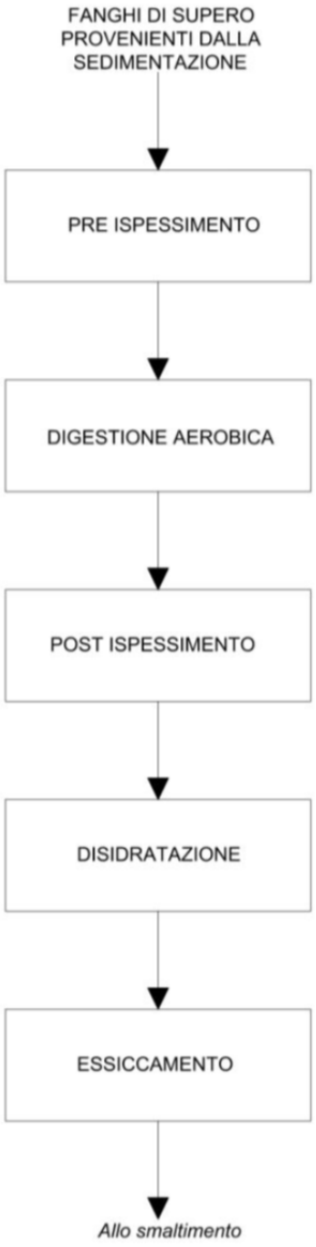


Figura 6. Schema a blocchi della linea fanghi

I fanghi di supero ancora in genere caratterizzati da un elevato grado di putrescibilità, saranno sottoposti a processi di stabilizzazione; in particolare i fanghi separati nei bacini di sedimentazione sono inviati ad una sezione di **pre-ispessimento** meccanizzato a gravità (**B1**). Dopo tale

trattamento i fanghi misti ispessiti vengono alimentati nella sezione di **digestione aerobica** (**B2**) dove avviene il completamento dei processi di assimilazione e di degradazione biologica delle sostanze organiche presenti nel fango per mezzo di respirazione endogena. Tale processo determina una riduzione d i circa il 40% dei SSV.

I fanghi stabilizzati passano ad un successivo trattamento di **postispessimento** (**B3**) e da questo dopo essere stati condizionati opportunamente con appositi coagulanti chimici (cloruro ferrico e polielettrolita cationico), sono disidratati da un sistema di **filtropressatura** (**B4**).

Le acque di drenaggio provenienti dalle varie sezioni, sono riciclate in testa alla linea di trattamento acque.

1.10.3. Configurazione di progetto

Per effetto degli interventi previsti nel presente progetto di fattibilità, le linee di trattamento diverranno le seguenti:

A. LINEA ACQUE

A.8. Grigliatura grossolana/media

A.9. Grigliatura extra.fine

A.10. Dissabbiatura - disoleazione - preareazione

A.11. Defosfatazione - Denitrificazione - Ossidazione

A.12. Sedimentazione

A.13. Disinfezione

A.13b Filtrazione finale

A.14. Trattamento acque di pioggia

B. LINEA FANGHI

B.6. Preispessimento dei fanghi

B.7. Digestione anaerobica

B.8. Post-ispessimento

B.9. Disidratazione

B.10. Essiccamento fanghi

Conseguentemente, gli schemi a blocchi del ciclo diverranno i seguenti:

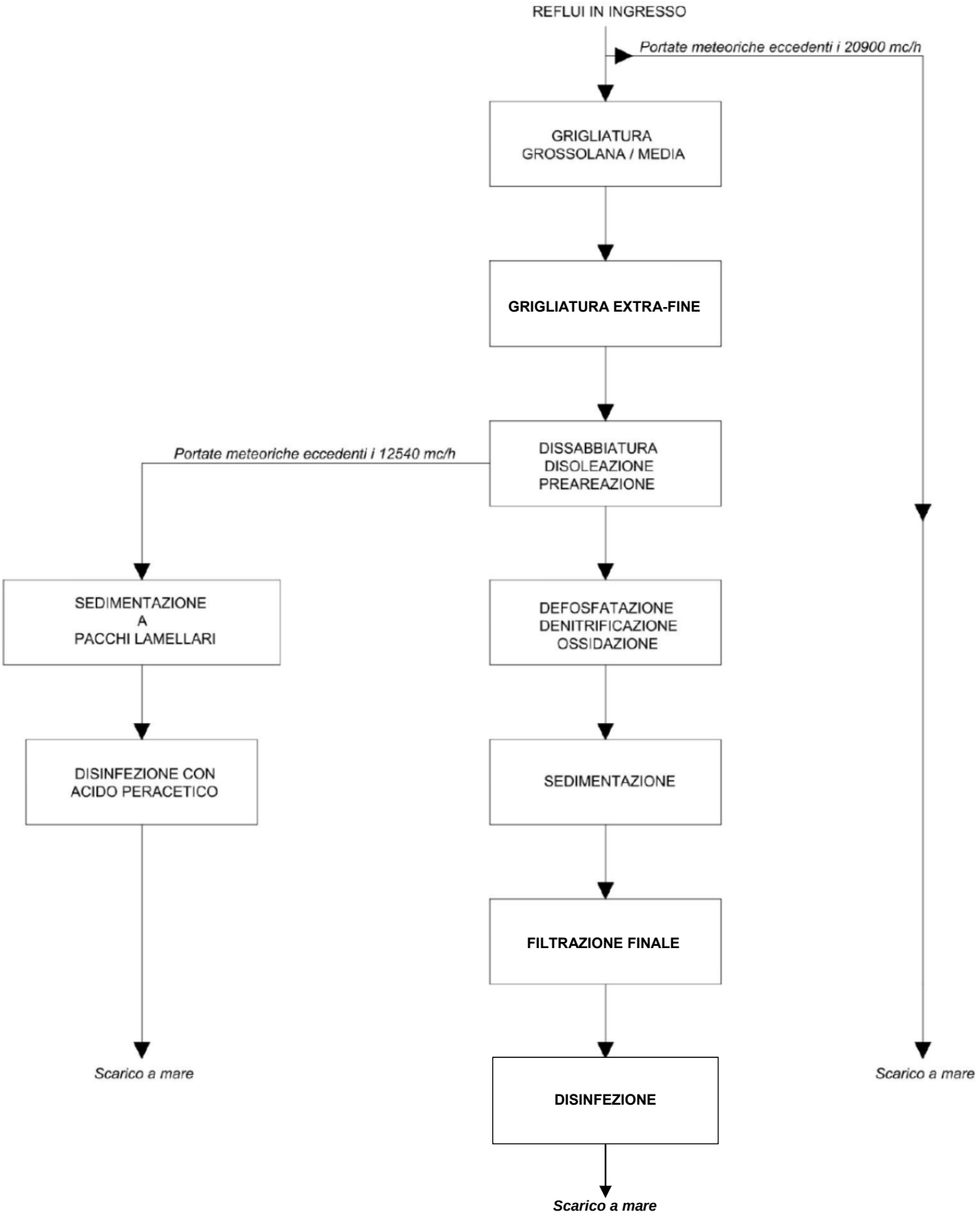


Figura 7. Schema a blocchi della linea acque di progetto

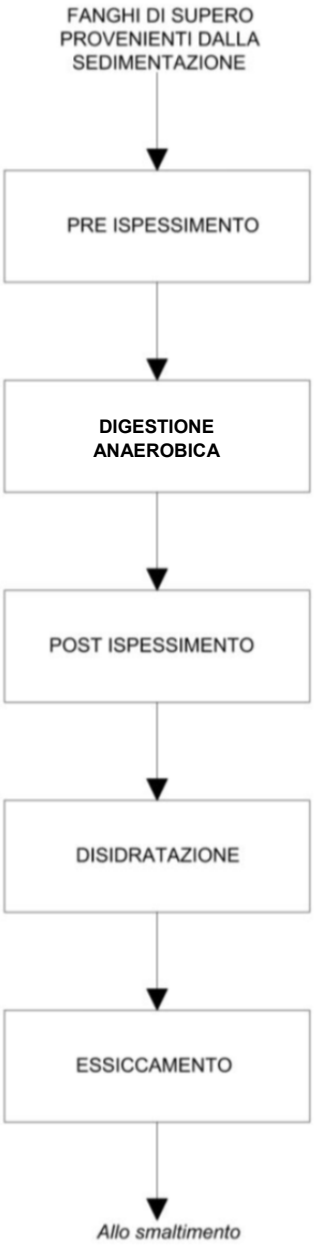


Figura 8. Schema a blocchi della linea fanghi di progetto

2. INTERVENTI DI PROGETTO

Il presente progetto di fattibilità tecnico-economica definisce, in via preliminare, una serie di interventi di adeguamento e manutenzione straordinaria del depuratore di Foce Sarno concordati con il gestore pro-tempore, GORI S.p.A.

In base al confronto con il gestore ed alle criticità da esso rappresentate, gli interventi sono stati differenziati tra **interventi necessari al recupero/rifunzionalizzazione** di settori dell'impianto, tra cui anche alcuni interventi di straordinaria manutenzione, a vario carattere di urgenza, ed **interventi di adeguamento/ottimizzazione.**

Più precisamente, gli interventi previsti sono di seguito sintetizzati:

COD.	Descrizione	Livello di priorità
Interventi di recupero/rifunzionalizzazione		
INT.1	Consolidamento/ricostruzione di strutture di cemento armato per il comparto biologico e per quello di sedimentazione finale/disinfezione	**1**
INT.2	Adeguamento sistemi di trattamento aria per linea acque	**1**
INT.3	Opere di difesa idraulica per il canale di by-pass	**1**
INT.4	Interventi sulle condotte sottomarine	**1**
INT.5	Rifacimento degli stramazzi e manutenzione straordinaria sedimentatori	**2**
INT.6	Upgrade comparto disidratazione fanghi	**2**
INT.7	Installazione di silos fanghi disidratati	**3**
INT.8	Adeguamento e messa in esercizio del sistema di telecontrollo	**3**
Interventi di adeguamento/ottimizzazione		
INT.9	Realizzazione di comparto di grigliatura extra-fine	**2**
INT.10	Implementazione di un comparto di filtrazione finale	**2**
INT.11	Implementazione di un comparto di digestione ANAEROBICA	**3**

LEGENDA PRIORITA'

1 : massima

2: alta

3: discreta

Di seguito vengono sommariamente descritti i singoli interventi, poi trattati con maggiore dettaglio nei paragrafi successivi.

1. Consolidamento e ripristino strutturale vasche di sedimentazione e disinfezione

Sono stati definiti, anche sulla base delle perizie Lotto I e Lotto II sviluppate dal Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Salerno, una serie di interventi per il consolidamento e/o la demolizione e ricostruzione di alcune vasche ed alcune altre sezioni del manufatto sedimentazione/disinfezione, interessate da un importante quadro fessurativo e da alcuni recenti crolli.

2. Adeguamento sistemi di trattamento aria per linea acque

L'intervento consiste nell'adeguamento alla D.G.R. 243/2015 dei sistemi di trattamento aria relativi alla linea acque del depuratore.

Pur non essendo strettamente obbligatori ai sensi del D.Lgs. 152/06, tali emissioni saranno inserite nella Autorizzazione alle emissioni in atmosfera, su indicazione della Regione Campania e della Città Metropolitana di Napoli.

In base a quanto emerso in sede di conferenza di servizi, infatti, le emissioni in atmosfera da considerare ai sensi dell'autorizzazione sono le seguenti:

Tabella 7. Sorgenti emissive convogliate

Punto di emissione	Sigla	Trattamenti
E_1	A1+A2+A3+A7	Grigliatura grossolana, Grigliatura fine, Dissabbiatura – disoleazione, Trattamento acque di pioggia
E_{2a}	A4	Trattamenti biologici (defosfatazione, denitrificazione, ossidazione, nitrificazione)
E_{2b}		
E_{2c}		
E_{2d}		

Per tale ragione, i dispositivi di trattamento devono risultare in regola con la Deliberazione Giunta Regionale n. 243 del 08/05/2015 recante "Norme in materia ambientale". Emissioni in atmosfera. Revisione e aggiornamento parziale delle disposizioni di cui alla D.G.R. 5 agosto 1992, n. 4102.

Ad esito delle verifiche eseguite, ciò comporta la sostituzione dello scrubber a servizio del comparto pretrattamenti, che presenta caratteristiche non in linea con la richiamata disciplina regionale.

Si prevede inoltre l'installazione di un ulteriore torre di lavaggio (scrubber) cui saranno collettate tutte le attuali emissioni E2.

3. Opere di difesa idraulica del by-pass generale

Il by-pass generale del depuratore, che ha anche la funzione di scaricare in battigia le acque eccedenti quelle avviate a trattamento biologico in occasione delle punte idrauliche, è soggetto a frequenti fenomeni di rigurgito dell'acqua di mare, quando il moto ondoso diviene particolarmente importante.

Questo fenomeno comporta frequenti disagi, possibili danneggiamenti e la costante necessità di attività straordinaria di pulizia della parte terminale del canale.

Nella configurazione attuale, a circa 70 m dallo scarico, esiste una barriera soffolta che, però, non risulta sufficiente ad attenuare le frequenti mareggiate.

Per migliorare la funzione di protezione dello scarico in battigia, il progetto prevede dunque la realizzazione di una vera e propria **scogliera distaccata** di massi ciclopici realizzata in ampliamento ed innalzamento della esistente barriera soffolta.

Si prevede una struttura costiera più o meno parallela alla riva (un cumulo di massi di IV categoria con un nucleo di elementi di dimensione minore), sistemata a una certa distanza da essa, che ha la funzione di proteggere un tratto di litorale riducendo l'energia del moto ondoso incidente, nonché inducendo flussi convergenti per diffrazione, che generano un saliente o un tombolo.

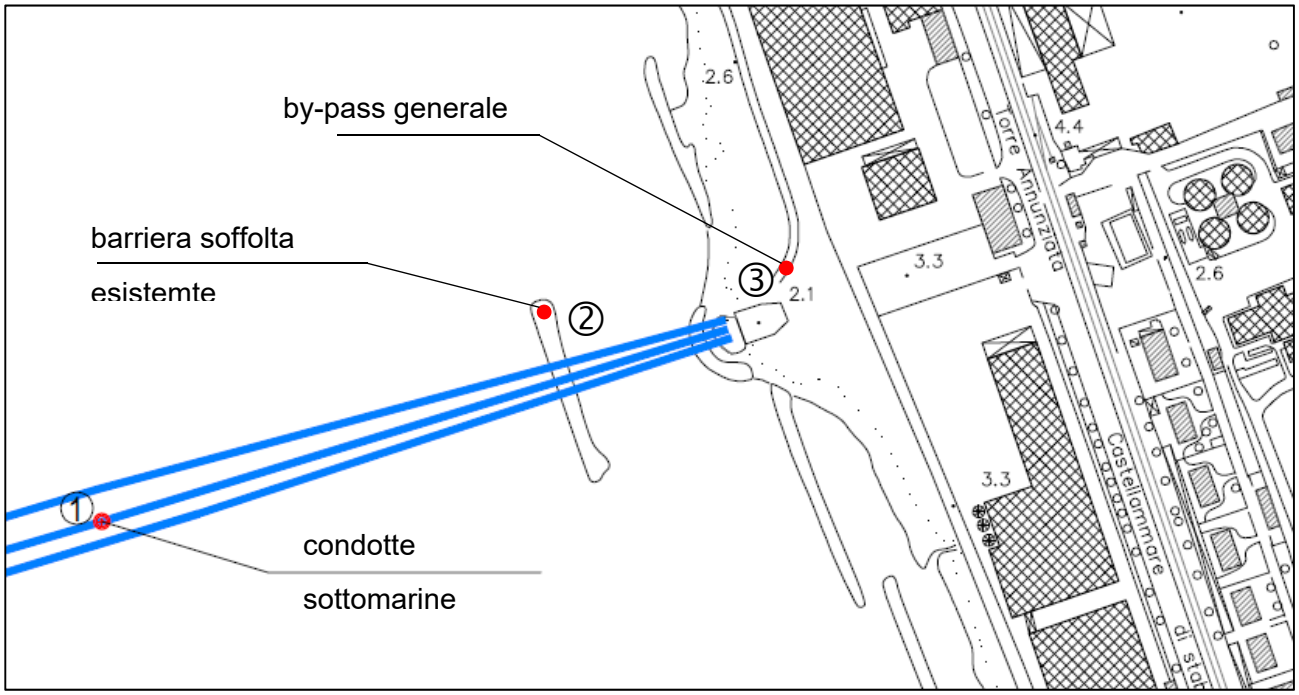


Figura 9. Configurazione attuale dello scarico a mare

4. Interventi sulle condotte sottomarine

In questa sede di studio preliminare, per ciò che concerne le condotte sottomarine di allontanamento dei reflui dalla battigia, sono state fatte alcune ipotesi inerenti la possibilità di eseguire interventi di riabilitazione/riparazione.

Tali ipotesi sono però subordinate alle necessarie ulteriori indagini e verifiche sullo stato delle tubazioni e dei materiali che costituiscono le condotte, che potranno/dovranno essere eseguite in sede di progettazione definitiva.

L'esito di tali verifiche potrà anche condurre alla conclusione che siffatti interventi di recupero funzionale siano da escludere completamente, nel qual caso resterebbero in piedi due scenari:

1) La dismissione delle condotte di allontanamento e lo scarico diretto in battigia, da subordinare ai pareri ed alle autorizzazioni degli enti competenti, ma certo non da escludere a priori, anche in considerazione del fatto che lo specchio di mare in oggetto non è in una zona balneabile, ma in una zona prossima al porto di Castellammare ed alla Foce del fiume Sarno.

La dismissione di almeno due delle condotte esistenti, con condotte di nuova realizzazione di lunghezza non necessariamente pari a quella delle condotte realizzate negli anni 90, che avevano anche l'ulteriore funzione di dover garantire una opportuna diluizione dei reflui immessi, in quanto all'epoca si trattava di liquami bruti e non di acque depurate come sarebbe nella situazione odierna.

5. Rifacimento degli stramazzi e manutenzione straordinaria sedimentatori

Si prevede il rifacimento delle piste di scorrimento dei sedimentatori va e vieni esistenti. Onde migliorare l'efficienza e la durata di tali piste, si prevede di dotarle di una lama di scorrimento in acciaio, sulla quale poggeranno le ruote dei carriponte va e vieni.

Si prevede altresì la sostituzione degli stramazzi dei canali di collegamento con la sezione di disinfezione. I nuovi stramazzi saranno regolabili, in modo da consentire al gestore un costante allineamento dei flussi idrici tra i vari canali.

Si tratta, cioè di STRAMAZZI a profilo Thomson per la regolazione dell'altezza di scarico fissati alla canaletta di scarico tramite opportuni fermi con i quali è possibile ottenere una regolazione in altezza.

6. Upgrade comparto disidratazione fanghi

L'attuale sezione di disidratazione fanghi è costituita da un edificio con struttura prefabbricata al cui interno sono installate N. 2 filtropresse della DIEMME Filtration modello AUTOMAT 1500 della superficie filtrante di 487 m^2 ciascuna. Le macchine installate sono costituite ciascuna da 151 piastre, di volume unitario di 50 litri, per un volume totale di macchina pari a circa 7'550 litri.

Nell'edificio vi è già la predisposizione per l'installazione di una terza filtropressa.

L'intervento in progetto consiste nell'utilizzare tale predisposizione per installare, in luogo di una terza filtropressa, un estrattore centrifugo, con il quale potranno essere affrontate le condizioni di carico massimo, disponendo di una ulteriore apparecchiatura utile alla disidratazione, ma potranno

anche essere gestiti con maggiore semplicità, rispetto alle filtropresse, i momenti di bassa produzione di fanghi di supero.

7. Installazione di silos fanghi disidratati

Si prevede l'installazione di N.2 silos per lo stoccaggio dei fanghi disidratati.

Questa soluzione progettuale è finalizzata a dare due principali benefici:

1. Disponibilità di un volume di accumulo dei fanghi disidratati, che consenta di tamponare eventuali temporanee difficoltà nell'individuazione di impianti autorizzati ove smaltire i fanghi prodotti;
2. Riduzione delle emissioni in atmosfera della zona di carico e scarico dei fanghi: i fanghi saranno stoccati all'interno delle strutture chiuse dei sili e soltanto durante le brevi fasi di caricamento dei cassoni scarrabilli utilizzati per il successivo trasporto a discarica, essi verranno in contatto con l'atmosfera.

La fornitura prevede 2 SILI DI STOCCAGGIO FANGHI DISIDRATATI del volume V_{nom} = 175 m³ per fanghi disidratati al 20 - 40 % SS con estrattore a telaio slittante.

8. Adeguamento e messa in esercizio del sistema di telecontrollo

Si prevede l'adeguamento ed il completamento del sistema di supervisione e controllo del depuratore, con realizzazione di nuovo hardware (dai quadri di controllo ai cablaggi) e di nuovo software per la gestione di un numero pari a ca. **4.000 I/O.**

L'intervento interessa il sistema di telecontrollo esistente, attualmente di fatto inutilizzato in quanto non corrispondente alle reali esigenze gestionali

9. Realizzazione di comparto di grigliatura extra-fine

Si prevede la sostituzione delle attuali griglie fini a gradini con nuove griglie di tipologia analoga ma tecnologia moderna..

10. Implementazione di un comparto di filtrazione finale

Per migliorare la resa depurativa e tamponare eventuali saltuari trascinamenti di solidi sospesi nelle acque in uscita dalla sedimentazione finale, si prevede la realizzazione di un comparto di filtrazione finale.

Nel presente studio di fattibilità, i filtri di cui si prevede l'installazione, sono del tipo a disco. Per tener conto del profilo idraulico dell'impianto, la batteria di nuovi filtri dovrà essere installata su un apposito edificio in modo che le unità venano inserite nel perfetto rispetto della linea piezometrica che va dall'uscita dei sedimentatori alla disinfezione finale.

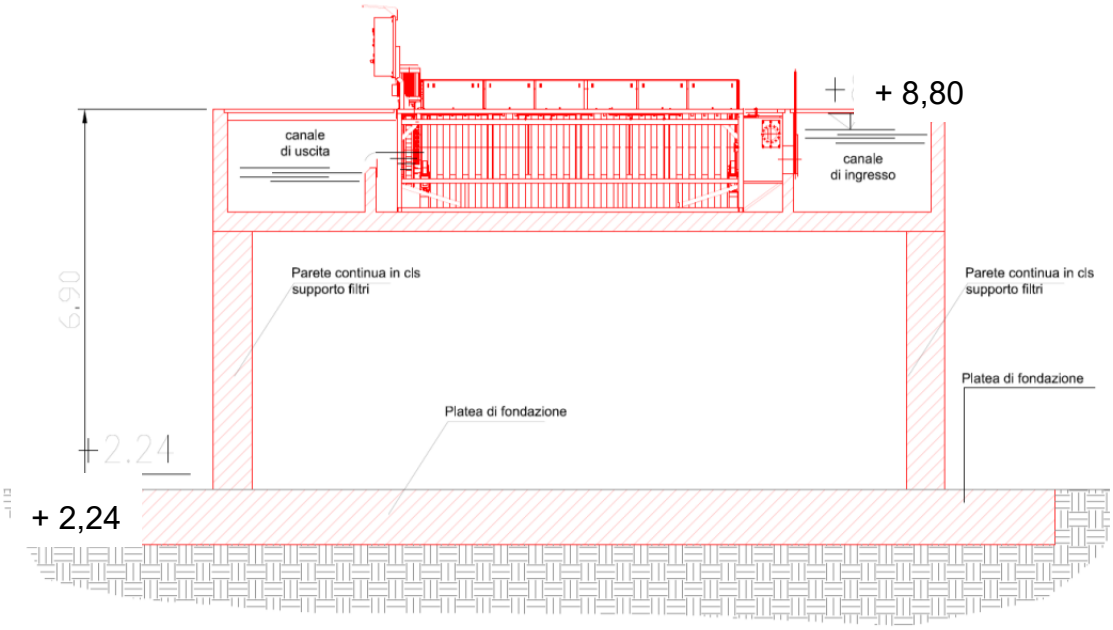


Figura 10. Installazione dei nuovi filtri

11. Implementazione di un comparto di digestione ANAEROBICA

Il progetto prevede la realizzazione di un comparto di digestione anaerobica ottenuto attraverso la conversione in digestori anaerobici mesofili delle attuali vasche utilizzate per la stabilizzazione aerobica.

Si tratta di vasche a geometria rettangolare, la cui conversione è resa possibile dall'utilizzo di sistemi di agitazione dei fanghi basati su pompe trituratrici di grande potenza ed efficienza, secondo un modello di applicazione già utilizzato per altri stabilimenti industriali.

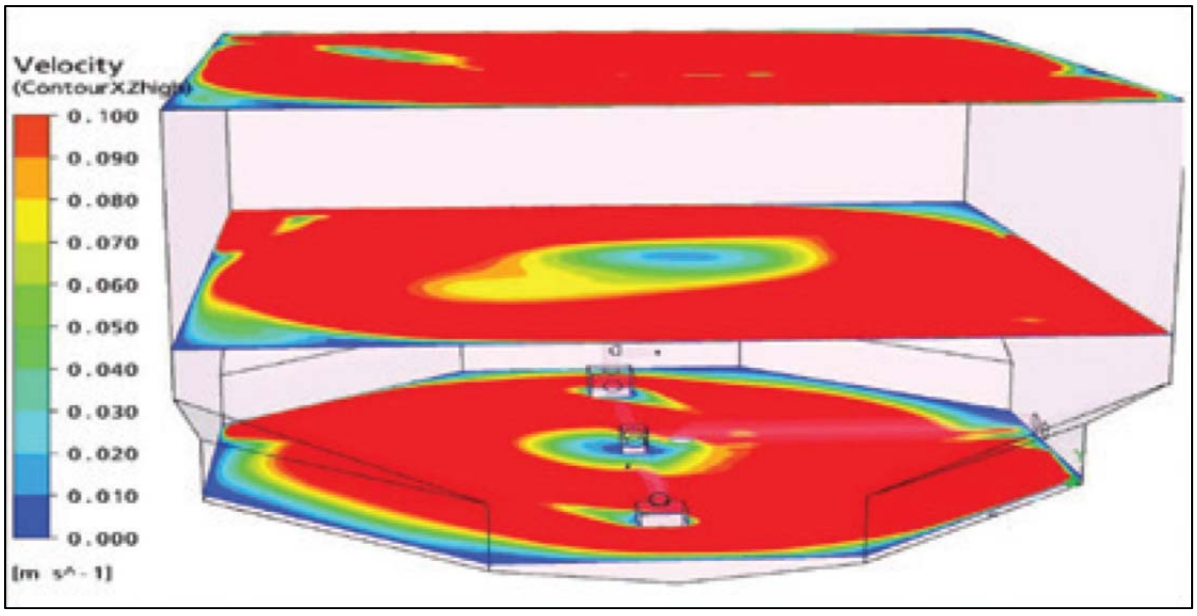


Figura 11. Fluidodinamica dei sistemi di agitazione proposti per vasche rettangolari

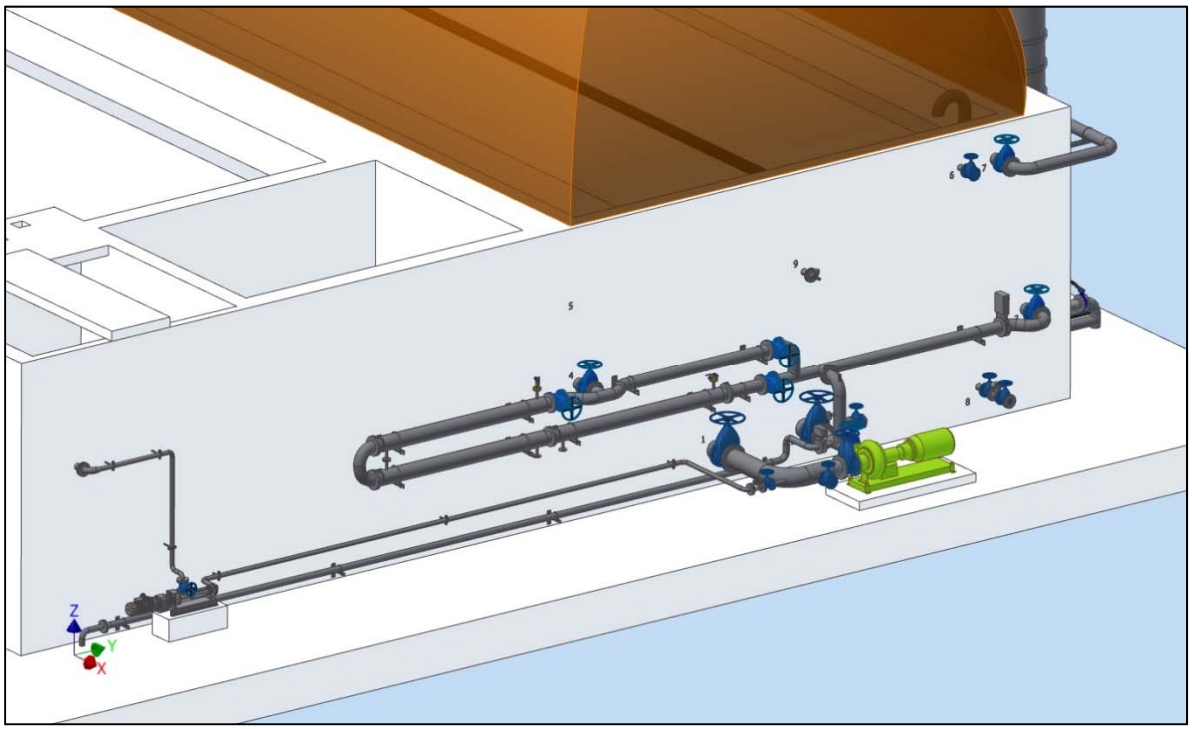


Figura 12. Sistemi di agitazione fanghi con pompe trituratrici per vasche a pianta rettangolare

Come si può evincere dalle immagini qui inserite a scopo esemplificativo, le pompe scelte sono in grado di assicurare la corretta movimentazione dei fanghi in digestione anche per geometrie diverse da quella circolare e in particolare, anche per vasche a pianta rettangolare.

3. CONSOLIDAMENTO E RICOSTRUZIONE DI SEZIONI DI IMPIANTO

L'impianto di depurazione di "Foce Sarno" è sito nel Comune di Castellammare di Stabia (NA), nei pressi della foce del fiume Sarno (Figura 13). L'impianto è stato realizzato nel periodo di tempo compreso tra il 2007 e il 2011 in due lotti separati, nel seguito denominati, rispettivamente, Lotto I e Lotto II.



Figura 13. Inquadramento del Lotto I, (evidenziato in rosso) e del Lotto II, oggetto della consulenza (evidenziato in giallo). Immagini cartografiche 2021 (Google Maps).

Le vasche di sedimentazione e di disinfezione sono state interessate, di recente, da fenomeni di fessurazione e da un crollo, che ha portato GORI ad affidare al Prof. Luciano Feo, Ordinario di Scienza delle Costruzioni presso il Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università degli Studi ed al Prof. Gianvittorio Rizzano, Ordinario di Tecnica delle Costruzioni presso il medesimo Dipartimento, una "CONSULENZA SCIENTIFICA PER UNO STUDIO PRELIMINARE AVENTE AD OGGETTO L'INFLUENZA DEL DEGRADO DEI MATERIALI E DELLE STRUTTURE IN C.A. SULLE CONDIZIONI DI SICUREZZA DEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE E FORMULAZIONE DI PROPOSTE DI MATERIALI E TECNICHE INNOVATIVE PER L'ADEGUAMENTO STRUTTURALE" che rappresenta la base delle valutazioni e della definizione preliminare degli interventi descritti nei seguenti paragrafi.

3.1. Esiti dell'attività peritale

Facendo seguito a quanto esposto nelle due relazioni peritali, prodotte nell'ambito della consulenza innanzi richiamata ed in particolare allo "studio preliminare sull'influenza del degrado dei materiali e delle strutture in c.a. sulle condizioni di sicurezza degli impianti di depurazione e formulazione di proposte di materiali e tecniche innovative per l'adeguamento strutturale", nei paragrafi che seguono sono illustrati, in via preliminare, gli interventi proposti dagli scriventi allo scopo di contrastare le situazioni deficitarie esposte nella consulenza.

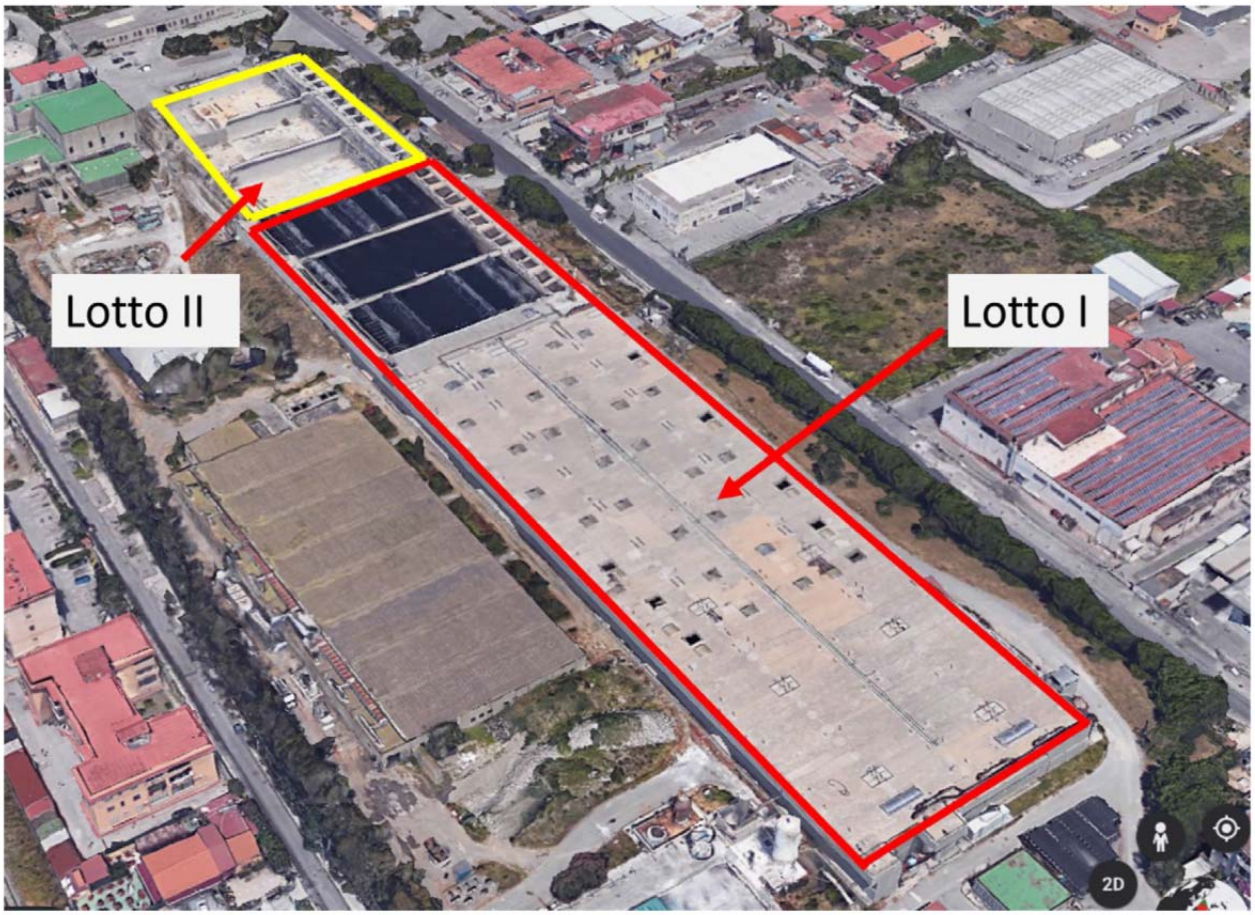


Figura 14. Inquadramento Lotto I (riquadrato in rosso) e Lotto II (riquadrato in giallo). Immagine 3D (Google Earth).

Come anticipato in premessa, le strutture oggetto degli interventi sono suddivisibili in due lotti:

- Il lotto n°1, funzionalmente adibito ai trattamenti di ossidazione;
- Il lotto n°2, funzionalmente adibito ai trattamenti di sedimentazione e disinfezione.

Per il **Lotto I,** i periti hanno accertato la presenza di lesioni più o meno diffuse su alcune pareti delle vasche, addebitandone la causa verosimilmente a maggiori sollecitazioni conseguenti: al complesso della geometria strutturale, ai carichi idrostatici agenti ed alla conduzione discontinua delle vasche; lesioni che eccedono il massimo regolamentare previsto in condizione limite di esercizio (S.L.E.) da normativa tecnica vigente (N.T.C. 2018).

Si riporta qui di seguito il grafico del complesso delle lesioni tratto dalla relazione peritale in prima fase.

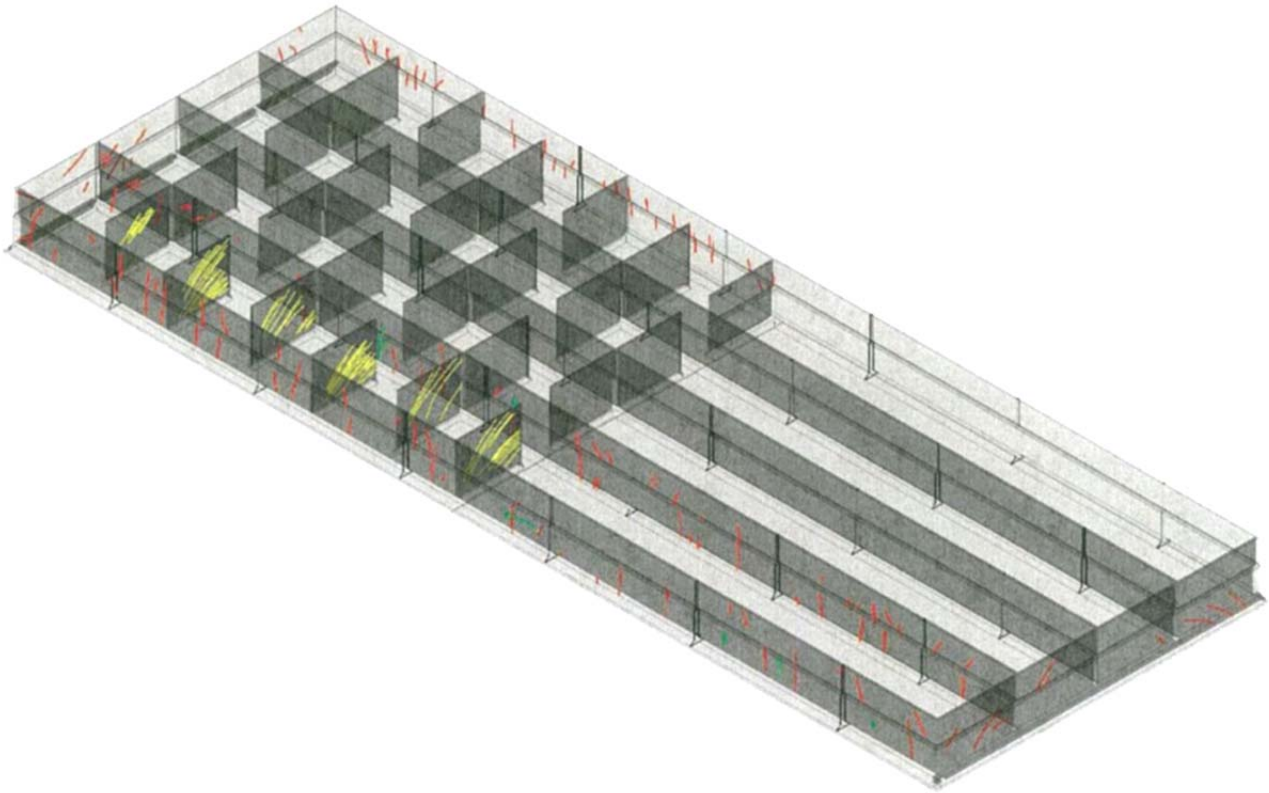


Figura 15. Posizione ed andamento lesioni riscontrate per il lotto I (fonte: "Relazione peritale prima fase")

Per il **Lotto II**, i periti hanno accertato criticità più marcate quali: crollo di una parete esterna delle vasche, deficit di sezione e/o armature in alcune pareti localizzate per lo più nelle vasche di disinfezione, lesioni diffuse sulle pareti esterne e trasversali interne, addebitandone la causa verosimilmente a difetti di progettazione e/o esecuzione dei manufatti.

Si riportano di seguito i grafici del complesso delle lesioni tratto dalla relazione peritale in seconda fase.

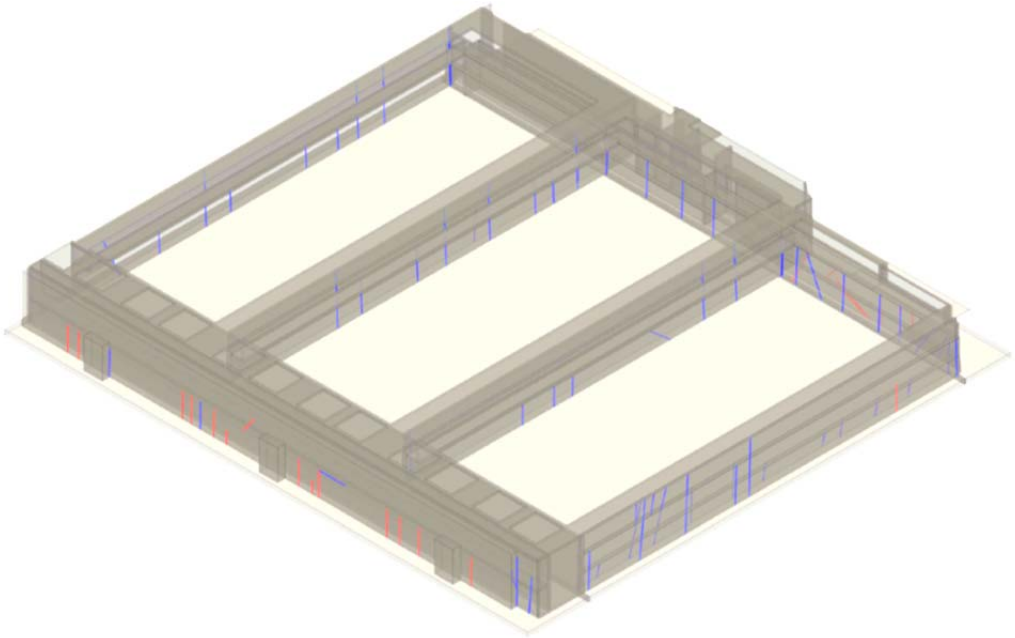


Figura 16. Posizione ed andamento lesioni riscontrate Lotto II - lato flocculazione
(fonte: "Relazione peritale seconda fase")

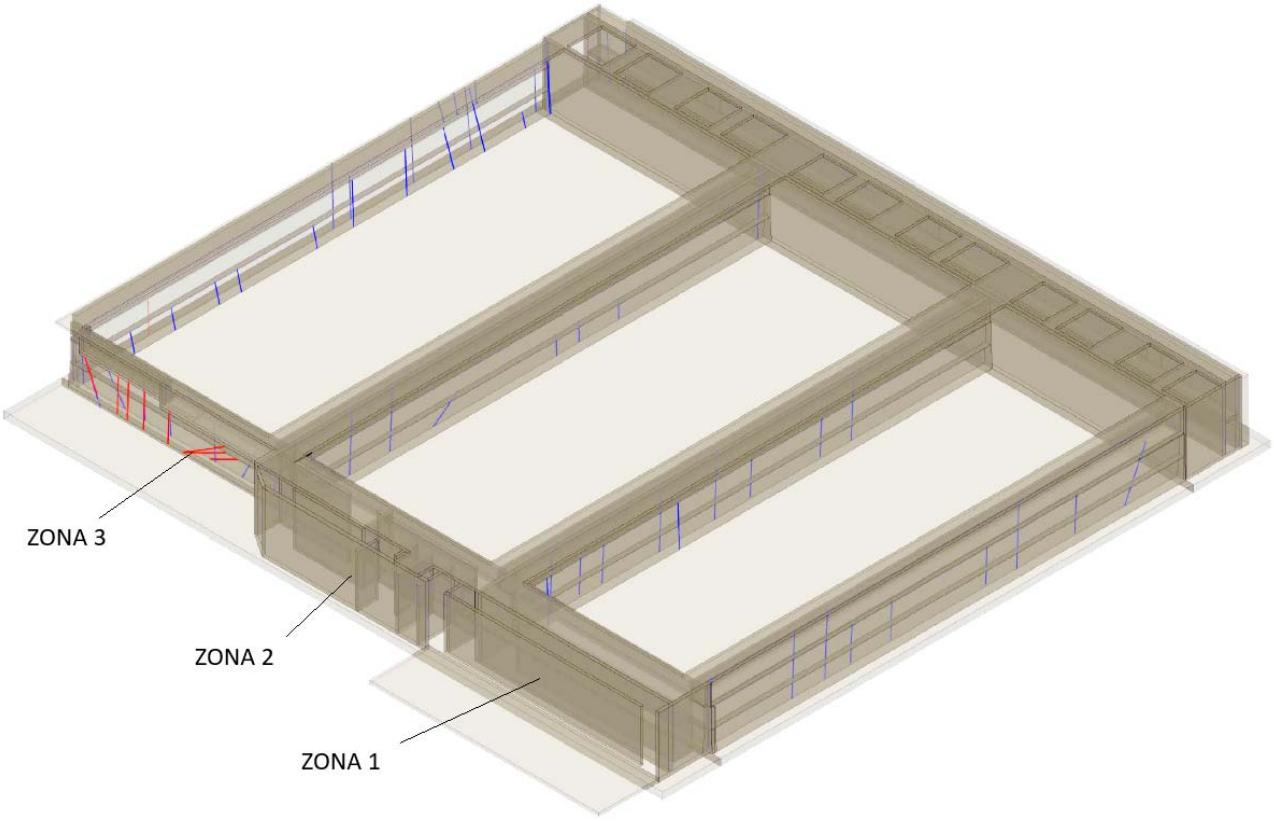


Figura 17. **Posizione ed andamento lesioni riscontrate Lotto II - lato disinfezione**
(fonte: "Relazione peritale seconda fase")

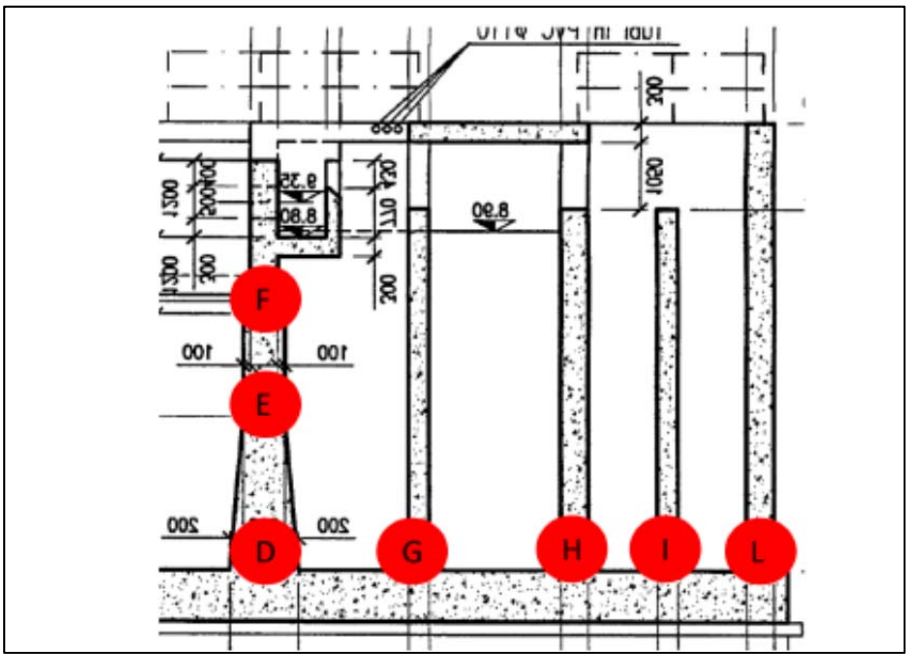


Figura 18. Sezioni indagate nella relazione peritale zona 1 disinfezione (sezioni H e L fortemente deficitarie da verifiche agli SLU)



Figura 19. Crollo della parete esterna della zona 1 delle vasche di disinfezione (*fonte: "Relazione peritale seconda fase"*)

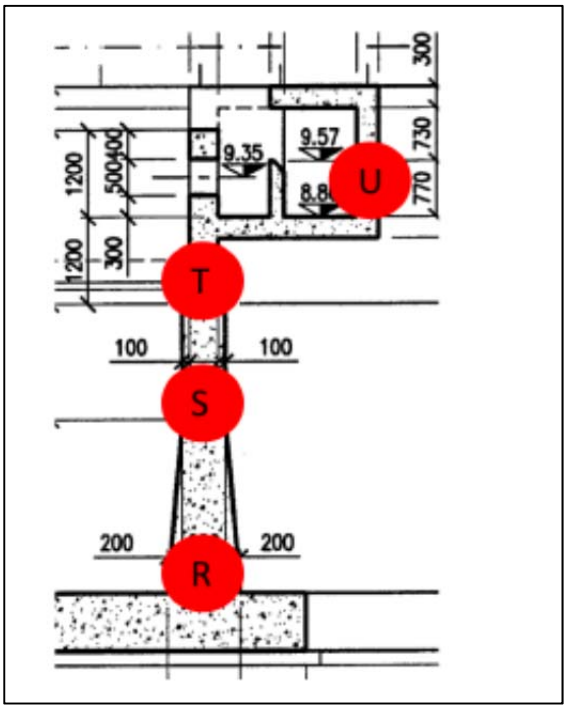


Figura 20. Sezioni indagate nella relazione peritale zona 3 disinfezione (sezione S deficitaria agli SLU)

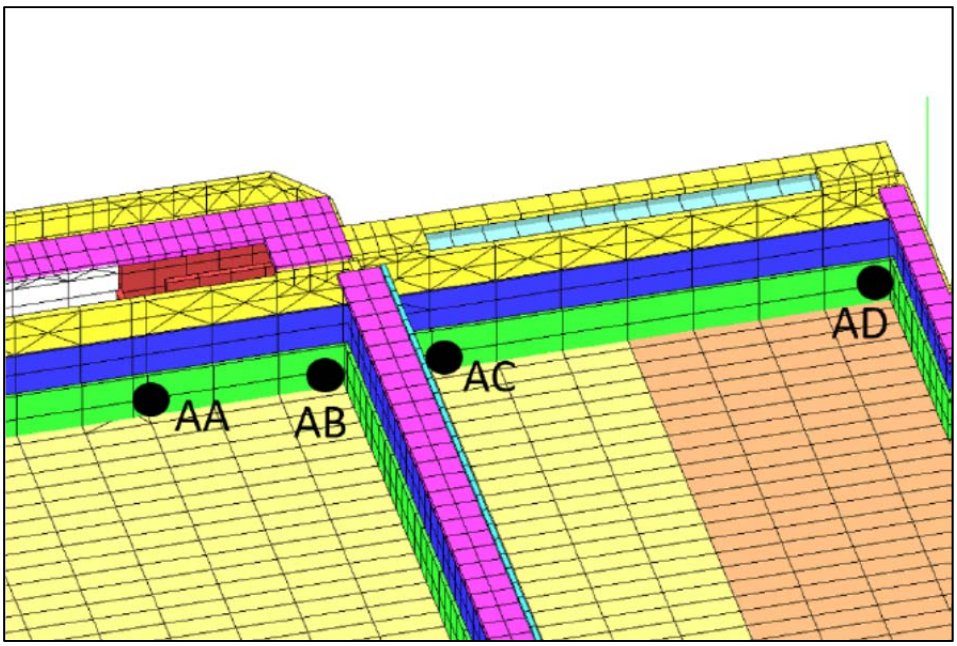


Figura 21. Sezioni indagate con il modello agli elementi finiti nella relazione peritale (AB e AC deficitarie agli SLU)

Riguardo alle cause che hanno determinato la formazione delle fessurazioni sulle pareti di entrambi i lotti, addebitate dai periti prettamente alle sezioni resistenti in c.a. incompatibili con i limiti di apertura delle fessure di Legge, è opportuno in questa sede preliminare evidenziare la necessità di approfondire la problematica dell'eventuale "galleggiamento" della fondazione in virtù, o quanto meno, dello sviluppo di sottopressioni variabili con la quota di falda.

La necessità di questo approfondimento, da sviluppare in sede di progettazione definitiva, discende:

- dallo sviluppo (prettamente verticale) delle lesioni,
- dalla loro diffusione,
- dalla discontinuità delle pressioni sulle fondazioni dovuta al fatto che, con alternanza dettata dalle esigenze gestionali, le vasche vengono svuotate o riempite, generando una variazione della distribuzione dei carichi;
- dalla presenza di giunti verticali sulle pareti determinanti discontinuità del complesso strutturale (mancherebbe la rigidità del complesso data dal funzionamento scatolare),
- dalla vicinanza del sito di costruzione al mare;
- dalla vicinanza della falda al piano campagna.

tutte condizioni che potrebbero generare, in alcune situazioni, un insufficiente contrasto alla spinta per effetto delle variazioni di comportamento del terreno al di sotto della fondazione.

Chi scrive ritiene che un congruo approfondimento, accompagnato anche da un monitoraggio del comportamento dei suoli in funzione della quota di falda, da eseguirsi in un congruo lasso di tempo, possa scongiurare eventuali effetti negativi sulla sicurezza delle strutture dati da lesioni che possano manifestarsi anche dopo il completamento degli interventi di ripristino.

In particolare, in questo caso, andranno sviluppate una serie di simulazione sul comportamento complessivo delle strutture, non già con riferimento al concetto di vasca piena / vasca vuota, inteso singolarmente, ma di n combinazioni di x vasche vuote e y vasche piene o parzialmente piene.

Se dovesse esser riscontrata una effettiva variabilità stagionale o periodica della curva delle sottopressioni (ed ammesso che essa sia omogenea nello spazio, se non nel tempo), si dovrà verificare che effetto ciò abbia sulla fondazione e come ciò si trasmetta poi alle strutture in elevazione.

Di sicuro, per le ragioni sopra esposte, le condizioni di carico sulle strutture sono in questo caso variabili, a seconda che le vasche si presentino piene o vuote.

La curva dei carichi è variabile, per cui possono presentarsi una serie di combinazioni di pieno/vuoto, che andranno tutte simulate nello studio qui caldeggiato.

3.2. Indicazioni preliminari sugli interventi

Le perizie sviluppate dall'Università di Salerno si concludono con alcune indicazioni preliminari inerenti gli interventi da prevedere, che, come si vedrà, sono state a pieno raccolte dagli scriventi, con alcune cautelative aggiunte.

Dalla relazione peritale estrapoliamo le conclusioni:

Per le vasche dell'impianto di sedimentazione occorre prevedere interventi con le seguenti finalità:

a) *Rifacimento parete lato Ovest che divide la vasca di disinfezione dall'esterno (adiacente alla Vasca 1)con una sezione adeguata alle sollecitazioni riportate in Fig. 6.19d;*

b) *Rinforzo di tutte le sezioni che non rispettano le verifiche di resistenza mediante sistemi di rinforzo innovativi;*

c) *Adeguamento della resistenza nei confronti della fessurazione o impermeabilizzazione delle vasche.*

Una possibile soluzione per il rinforzo degli elementi in condizioni critiche è rappresentata dall'impiego di sistemi di rinforzo in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, tipo GeoSteel G3300, applicati con matrice minerale, tipo GeoLite Gel. Tale tipo di intervento potrebbe essere messo in opera con tessuti verticali e orizzontali, eventualmente applicati a fasce, ancorati nelle zone terminali mediante sfiocchi o dispositivi meccanici.

Per quanto riguarda, infine, la fessurazione e la tenuta idraulica, può essere conveniente prevedere una impermeabilizzazione complessiva delle vasche di sedimentazione, intervenendo con una delle due seguenti modalità:

- *Trattamento con impermeabilizzante bicomponente a base di resine epossidiche del tipo Sikalastic®-8440, Mapei Purtop 1000, "NORPHEN VASCHE" della "Nord resine" o simili;*
- *Impiego di manto impermeabile omogeneo, a base di polivinilcloruro (PVC-P), del tipo "Sikaplan® WP 6110-20H", Mapei Mapeplan WT o simili.*

3.2.1. Considerazioni sulle indicazioni della perizia

In effetti, come sarà chiaro nel seguito, per il rinforzo delle sezioni deficitarie, chi scrive ha optato per materiali di comprovata efficacia, piuttosto che per sistemi di rinforzo innovativi, prediligendo dunque tessuti unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, della tipologia proposta da Kerakoll o similari.

Si tratta di materiali che rientrano nel novero delle opzioni previste dalla consulenza dell'Università di Salerno, che, appunto, fa esplicito riferimento al GeoSteel G3300 della Kerakoll.

Rispetto ad altri materiali innovativi (ad esempio basati sull'impiego di fibre di carbonio) si ritiene più cautelativo optare per materiali già conosciuti ed impiegati anche nello specifico settore, ricordando infatti che l'ambiente in cui tali rinforzi si troveranno ad agire è un ambiente aggressivo, nel quale sono presenti reflui con un elevato tenore di solidi e con pH variabili che spesso rientrano nell'ambito corrosivo.

Se è vero che sarà posto in opera un trattamento impermeabilizzante, è anche vero che, nel lungo periodo, l'efficacia di tale impermeabilizzazione andrà fisiologicamente diminuendo. Non potendosi obbligare il gestore al ripristino sistematico dell'impermeabilizzazione (ed ai conseguenti costi) la

scelta di materiali che hanno una comprovata resistenza alla corrosione (fibre in acciaio galvanizzato) pare ulteriormente cautelativa per garantire la durabilità degli interventi proposti.

Un altro tema rilevante riguarda la necessità di demolizione di alcune porzioni delle strutture in esame.

La consulenza universitaria, pur non entrando esplicitamente nel merito, sembra concludere che non vi sia necessità di demolire altre pareti, se non quella interessata dal crollo, che va evidentemente ricostruita.

Tuttavia, un ragionamento specifico deve esser fatto con riferimento alla sezione H di figura 39. A tal proposito, nel commentare le verifiche di sicurezza eseguite, i periti precisano:

Le verifiche di resistenza delle strutture in elevazione della vasca di sedimentazione sono risultate soddisfatte nella misura del 88%. Le criticità rilevate (nella misura del 12%) sono limitate alle pareti trasversali in corrispondenza della zona disinfezione, ed in particolare:

- *Sezione H (spessore 40cm), in corrispondenza della base di una delle pareti interne alla zona disinfezione (adiacente alla Vasca 1), con un valore del coefficiente di sicurezza pari a 0.5;*
- *Sezione L (spessore 40cm), in corrispondenza della sezione di base della parete che divide la vasca di disinfezione dall'esterno (adiacente alla Vasca 1). Il valore del coefficiente di sicurezza fornito dalle verifiche in questa sezione è risultato pari a 0.23. Si fa notare che la Sezione L appartiene alla parete crollata dell'impianto di sedimentazione Lotto II;*

Orbene, è opinione degli scriventi che un recupero di sicurezza per la verifica a presso-flessione che porti il coefficiente di sicurezza da 0,5 a 1 sia molto difficile da ottenere con la sola applicazione di materiali di rinforzo, che peraltro non garantiscono simili prestazioni.

Pertanto, anche per la sezione H (e dunque per tutta l'estensione della corrispondente parete della vasca di disinfezione) risulta opportuno, ad opinione id scrive, prevedere la demolizione e ricostruzione, adottando una sezione che garantisca una maggiore resistenza.

3.3. Proposte preliminari di intervento

Gli interventi proposti, da eseguirsi sulle strutture danneggiate, sono pensati in relazione:

- alle valutazioni dei periti ed alle loro proposte per il ripristino delle strutture danneggiate;
- alle difficoltà oggettive dovute allo stato dei luoghi;
- alla necessità del gestore degli impianti di garantirne la continuità del funzionamento;
- alla convenienza economica della esecuzione.

Gli interventi di messa in sicurezza e ripristino della funzionalità strutturale delle vasche si articola fondamentalmente in quattro modalità esecutive:

- demolizione e ricostruzione delle pareti affette da carenze marcate strutturali, con particolare riferimento alle sezioni H e L delle pareti in zona 1 (Fig. 39);
- realizzazione di contrafforti di sostegno alle spinte sulle pareti esterne con sezioni deficitarie;

- chiusura e sigillatura delle fessure mediante resina epossidica fluida da applicare per iniezione e/o colatura;
- ripristino funzionalità pareti con fessurazioni che eccedono i limiti di Legge, o che abbiano capacità resistente di poco al disotto del limite di Legge, mediante rinforzo strutturale ottenuto con l'ausilio di tessuti in acciaio galvanizzato in matrice di malta ad uso strutturale o con un adeguamento del deficit di armatura mediante inghisaggio delle barre aggiuntive nel cls esistente (es. sezione S in fig. 41).

Si descrivono di seguito i singoli interventi elencati in precedenza.

3.3.1. Demolizione e ricostruzione delle pareti

La demolizione e ricostruzione delle pareti rappresenterebbe una scelta di intervento, validamente alternativa ai placcaggi con reti in materiale ad alta resistenza, per sezioni di parete fortemente deficitarie in termini di resistenza (dove il deficit è legato sia al dimensionamento delle armature che alla sezione di cls.).

Si deve infatti osservare che:

- per le pareti caratterizzate da un deficit così elevato (**coefficiente di sicurezza ≤ 0,5**), il placcaggio potrebbe non essere sufficiente a recuperare una sicurezza accettabile;
- se si riuscisse comunque a raggiungere un livello di sicurezza accettabile con i placcaggi, i costi relativi all'intervento risulterebbero con ogni probabilità di gran lunga superiori a quelli derivanti da un approccio più "tradizionale";
- i materiali tecnologicamente innovativi, quali quelli generalmente citati in perizia, non hanno una storia "consolidata" in relazione alle condizioni ambientali nelle quali devono operare nel tempo, contrariamente al c.a., tanto è vero che gli stessi periti indicano poi reti in acciaio galvanizzato come soluzioni ipotetica da adoperare per i rinforzi.
- i placcaggi sono interventi che richiedono una lavorazione certosina con manodopera altamente specializzata, con il rischio di necessitare tempi di realizzazione assai elevati, in contrasto con l'evidente esigenza, anche ambientale, di rimettere in esercizio la sezione d'impianto nel più breve tempo possibile.

Nella soluzione proposta dagli scriventi, l'intervento di che trattasi avverrà mediante demolizione fino alla messa a nudo dell'armatura di ripresa esistente; successivamente saranno aggiunte nuove armature rinvenenti da una progettazione strutturale e da inghisare nel cls. esistente a mezzo di resine epossidiche in perforo.

Per la ricostruzione delle pareti (con dimensioni ed armature rinvenenti da una progettazione strutturale) saranno adottati calcestruzzi di classe di esposizione ambientale specifica (UNI 11104, UNI EN 206-1), quali:

- C28/35 XA1, adatto ad ambienti chimicamente debolmente aggressivi (es. contenitori per acque reflue)
- C32/40 XD2, adatto ad ambienti che prevedono calcestruzzo completamente immerso in acque contenenti cloruri, qualora siano utilizzati nei processi di depurazione.

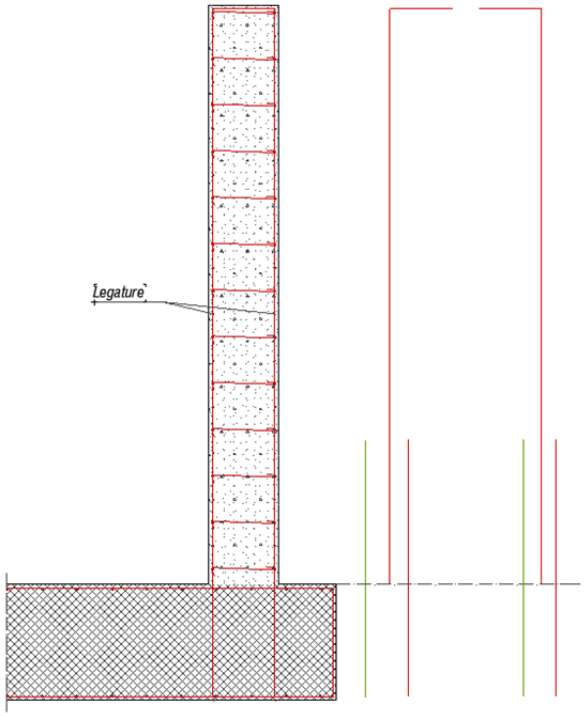


Figura 22. Schema ricostruzione parete con armature verticali, orizzontali e legature (in verde le armature esistenti)

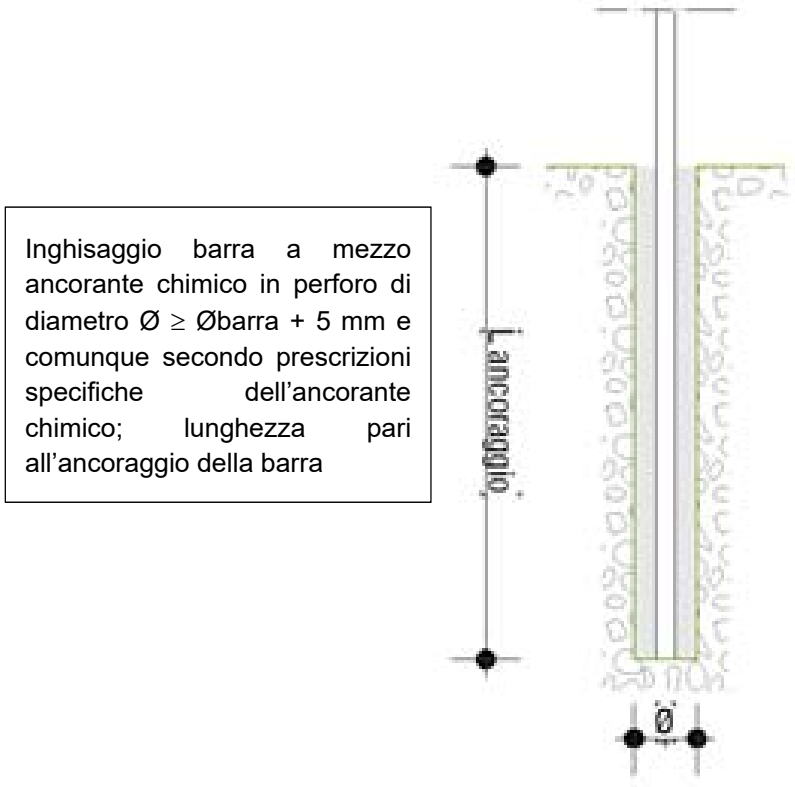


Figura 23. Schema inghisaggio nuove barre

Prima dell'esecuzione del getto sulla base della fondazione verrà steso un primer specifico per facilitare l'adesione del nuovo cls. all'esistente.

Le armature, del tipo B450C verranno poste in opera con doppia maglia orizzontale e verticale ed unite tra loro con "legature".

Passi e diametri saranno ottenuti da una progettazione strutturale, tenendo conto anche delle azioni agenti nelle sezioni verticali delle pareti. I copriferri saranno adeguati alla situazione ambientale in modo da scongiurare fenomeni di degrado chimico.

Al fine di garantire la tenuta in corrispondenza: delle riprese di getto, delle disconnessioni verticali ed eventuali attraversamenti impiantistici, verrà posto in opera un giunto "water stop" a cordolo bentonitico idroespansivo.



Figura 24. Esempio di codolo water stop (fonte Mapei)

3.3.2. Contrafforti

Nella prima ipotesi di progetto, sulla base della quale sono state eseguite le valutazioni di carattere economico, non sono previsti contrafforti.

Il rifacimento delle pareti della vasca di disinfezione, interessate dai valori più alti di deficit alla verifica di presso-flessione, è infatti una soluzione che dovrebbe assicurare il buon esito della ricostruzione mirata delle strutture interessate dalle fessurazioni e dai crolli.

Tuttavia, in sede di progettazione definitiva, in base all'esito dei modelli di calcolo strutturale e delle simulazioni eseguite in varie condizioni di esercizio, e quindi con vari regimi di carico, si terrà in

considerazione la possibilità di integrare la stabilità strutturale attraverso la realizzazione di "**contrafforti**".

La realizzazione dei contrafforti rappresenta infatti una soluzione alternativa qualora siano presenti difficoltà oggettive nella demolizione e ricostruzione delle pareti strutturalmente deficitarie, quali ad esempio l'impossibilità di interrompere il processo funzionale delle parti di impianto interessate.

Va infatti considerato che, in progettazione definitiva, dovrà essere sviluppata anche una **soluzione di cantierizzazione** che risulti quanto **meno invasiva** rispetto alla **normale conduzione del depuratore**, che rimarrà in esercizio

I contrafforti di sostegno potranno essere realizzati, in particolare, a ridosso delle pareti esterne (es. sezione "L" e "S" della vasca di disinfezione come da Fig. 35), e laddove sia difficile provvedere alla demolizione e ricostruzione (es. nelle vasche funzionanti).

Tali contrafforti saranno progettati e realizzati con struttura in c.a. di forma trapezoidale, connessa alle pareti esistenti mediante armature collaboranti da inghisarsi in esse con l'ausilio di resine epossidiche in perforo, in numero e posizione tale da ridurre convenientemente la superficie di parete libera interessata (quindi le sollecitazioni su di esse gravanti), avranno una fondazione solidamente connessa a quella delle vasche attraverso la stessa modalità usata per le pareti, così da garantire l'uniformità degli spostamenti dell'intero complesso.

Per l'esecuzione dei contrafforti saranno utilizzati calcestruzzi di classe di esposizione ambientale specifica (UNI 11104, UNI EN 206-1), quali:

- C32/40 XC4, adatto ad ambienti esterni dove il calcestruzzo sia esposto agli agenti atmosferici;
- C25/30 XC2, per le fondazioni non esposte agli ambienti atmosferici.

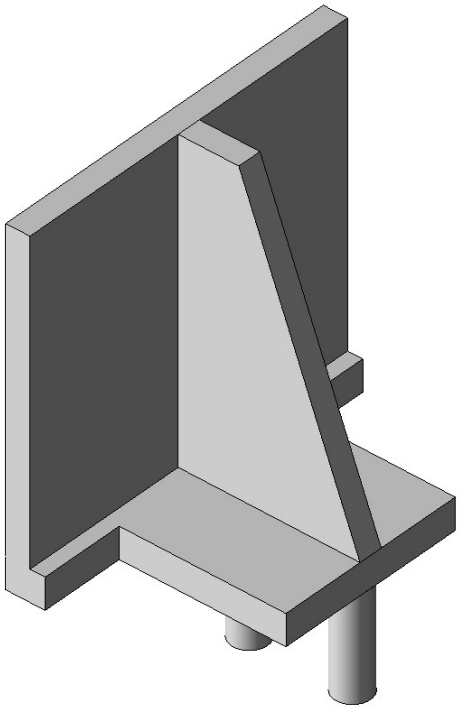


Figura 25. Esempio di contrafforte su parete esistente

E' di tutta evidenza che, in questa sede di progettazione preliminare, non è possibile, senza sviluppare un modello complessivo delle strutture, definire il numero e l'estensione dei contrafforti, che dovrà peraltro anche tener in debito conto eventuali interferenze con la viabilità interna dell'impianto o con la presenza di altri edifici/apparecchiature.

Si tratta di considerazioni che dovranno essere compiutamente sviluppate in sede di progettazione definitiva.

3.3.3. Chiusura e sigillatura fessure

La chiusura e sigillatura delle fessure, necessarie al fine di ripristinare la tenuta del calcestruzzo, avverrà mediante l'utilizzo di resine epossidiche di consistenza molto fluida, da applicarsi per iniezione, o per colatura qualora la superficie da trattare sia pressoché orizzontale; in entrambi i casi le fessure andranno svasate per facilitare la penetrazione della resina.

Nel caso di esecuzione su superfici inclinate (es. pareti) verranno realizzati dei fori di iniezione e stuccata superficialmente la fessura con malta strutturale, così da contenere la colatura della resina ed al contempo proteggerla dagli agenti esterni.



Figura 26. Esempio procedura di iniezione (fonte Resimix)

3.3.4. Rinforzi strutturali

Al fine di scongiurare il riformarsi o l'ampliarsi delle fessure esistenti sarà necessario provvedere ad un rinforzo locale delle sezioni in c.a. mediante l'uso si tessuti in fibra di acciaio galvanizzato, resi solidali alla superficie della struttura attraverso malte strutturali ad alta resistenza ed aventi la duplice funzione di aumentare la sezione resistente ed al contempo legare il tessuto in fibra di acciaio al cls originario. La quantità e la qualità dei tessuti sarà valutata in base a calcoli strutturali ed alla specifica situazione in sito.

L'applicazione potrà avvenire su una faccia o su entrambe le facce in base alla natura della fessurazione:

- in caso di fessure passanti e dovute ad azioni nel piano della parete su entrambe le facce;
- per fessure su una sola faccia, dovute ad azioni prettamente fuori piano, l'applicazione avverrà sulla faccia lesionata, tranne nel caso in cui debba realizzarsi un aumento della sezione resistente a compressione per la quale sarà applicata una malta di ripristino strutturale di spessore adeguato alle verifiche.

In alternativa al metodo sopra descritto potrà essere realizzato un incremento di armatura tradizionale, adeguatamente progettata secondo Legge, ottenuto attraverso:

- la decorticatura localizzata del cls, fino a raggiungere il copriferro necessario, per permettere l'alloggiamento delle nuove barre;
- la posa in opera delle barre aggiuntive;
- l'inghisaggio delle barre mediante l'applicazione di malte per ripristini strutturali, previa pulitura a fondo delle superfici di aggrappo, fino a ripristino delle superfici piane originarie del cls.

Anche in questo l'applicazione potrà avvenire su singola o doppia faccia in relazione al tipo di fessura e/o alla necessità di aumento della sezione resistente e comunque in base alle risultanze di una progettazione strutturale.



Figura 27. Esempio di rinforzo con tessuti in fibra di acciaio ed applicazione di malta strutturale (*fonte Kerakoll*)

Gli interventi sopra descritti potranno essere modificabili in sede di progettazione definitiva/esecutiva qualora le reali condizioni in sito lo richiedano.

4. INTERVENTI PER MITIGARE LE EMISSIONI IN ATMOSFERA

Il D.Lgs. n. 155/2010 e ss.mm.ii. - che recepisce la direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria - ha istituito un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente. Ai fini della valutazione della qualità dell'aria, la classificazione delle zone e degli agglomerati è effettuata, per ciascun inquinante, sulla base delle soglie di valutazione superiori (SVS) e inferiori (SVI) definite dall'allegato II sezione I del D.Lgs.155/2010, e deve essere riesaminata almeno ogni 5 anni.

La classificazione permette di individuare quale metodo di valutazione (misurazioni in siti fissi, misure indicative, tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva) è consentito utilizzare in ciascuna zona e, qualora siano obbligatorie misure in siti fissi, il numero di stazioni necessarie in funzione del livello raggiunto dall'inquinante e della popolazione residente.

Spetta alle Regioni la valutazione della qualità dell'aria ambiente, la classificazione del territorio regionale in zone ed agglomerati, nonché l'elaborazione di piani e programmi finalizzati al mantenimento della qualità dell'aria ambiente laddove è buona e per migliorarla, negli altri casi.

La Regione esercita la sua funzione di governo e controllo della qualità dell'aria in maniera complessiva ed integrata, per realizzare il miglioramento della qualità della vita, per la salvaguardia dell'ambiente e delle forme di vita in esso contenute e per garantire gli usi legittimi del territorio.

La Regione Campania ha adottato un Piano regionale di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria approvato con delibera di Giunta Regionale n. 167 del 14/02/2006 e pubblicato sul BURC numero speciale del 5/10/2007, con gli emendamenti approvati dal Consiglio Regionale nella seduta del 27/06/2007.

Successivamente il Piano, nelle more del suo aggiornamento, è stato integrato con:

- la Delibera della Giunta Regionale n. 811 del 27/12/2012, che integra il Piano con delle misure aggiuntive volte al contenimento dell'inquinamento atmosferico;
- la Delibera della Giunta Regionale n. 683 del 23/12/2014, che integra il Piano con la nuova zonizzazione regionale.

Il Piano prevede la seguente classificazione delle zone del territorio, in base alle concentrazioni degli inquinanti.

Tabella 8. Classificazione delle zone determinata in base alle concentrazioni degli inquinanti nell'aria

	NO_2	SO_2	CO	PM	C_6H_6	IPA e metalli	Pb	O_3
ITI507	SVS	SVI	SVS-SVI	SVS	SVS-SVI	SVS	SVI	SVS
ITI508	SVS	SVI	SVS-SVI	SVS	SVS-SVI	SVS	SVI	SVS
ITI509	SVI	SVI	SVI	SVI	SVI	SVI	SVI	SVS

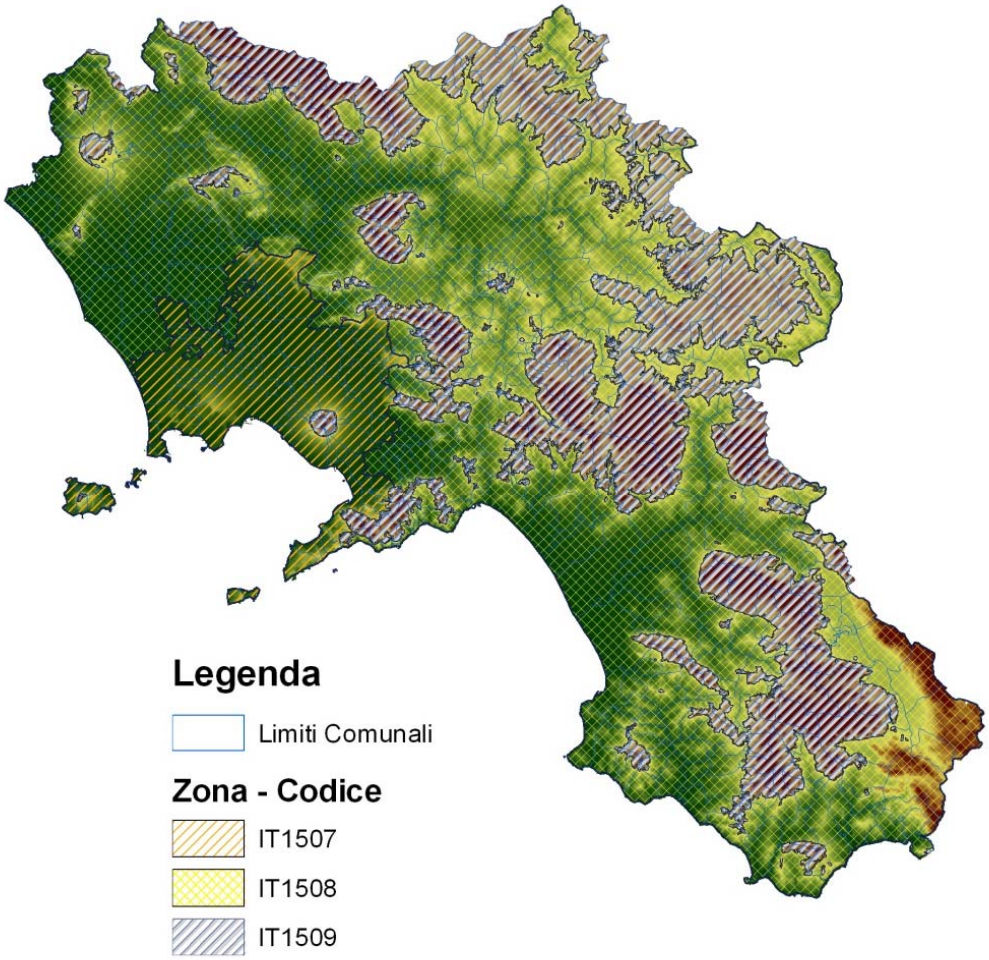


Figura 28. Classificazione del territorio regionale

4.1. Normativa di riferimento

Il riferimento legislativo a livello nazionale per le attività industriali che producono emissioni in atmosfera è rappresentato dal Titolo I "Prevenzione e limitazione delle emissioni in atmosfera di impianti e attività" della Parte Quinta del D.Lgs. 152/2006 "Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera".

In tale parte e nei relativi allegati sono definite le attività e gli impianti soggetti alla regolamentazione delle emissioni in atmosfera, le prescrizioni, gli eventuali valori limite da rispettare e le modalità procedurali e gestionali per l'ottenimento ed il corretto esercizio degli stessi.

4.2. Normativa regionale

In mancanza di una Legge Regionale di riordino della tematica, sono cogenti i seguenti provvedimenti dell'Amministrazione regionale:

Delibera n. 4102 12/10/9

Delibera n. 2119/02

Delibera n. 286/01

Delibera 6549 31 Luglio 1996.

Delibera della Giunta Regionale n. 103 del 17/03/2015

DGR n. 243 del 8 Maggio 2015

DGR n. 465 del 18 Luglio 2017

Più specificamente, la **DGR n.243 del 8 maggio 2015** ha definito:

a) elenco dei settori produttivi (allegato 1);

b) schede tecniche dei sistemi d'abbattimento (allegato 2);

c) metodiche di campionamento ed analisi delle emissioni in atmosfera (allegato 3).

La Delibera ha inoltre modificato la D.G.R.C. n. 4102 del 5 agosto 1992 limitatamente ai: settori produttivi; sistemi di abbattimento; metodiche di campionamento ed analisi delle emissioni in atmosfera;

Ed infine ha confermato i limiti e le prescrizione per ciascun settore produttivo applicabili, ove diversi e più restrittivi della normativa nazionale, previsti dalla D.G.R. n.4102/92.

4.3. Emissioni in atmosfera

Le principali emissioni derivanti dai trattamenti di depurazione sono caratterizzate principalmente dalla presenza di composti organici volatili che rappresentano la principale causa di odori molesti in atmosfera.

I principali inquinanti immessi da tali tipologie di impianti sono:

- solfuro di idrogeno;
- ammoniaca;
- composti organici contenti zolfo;
- composti organici ridotti dello zolfo;
- ammine;
- indolo e scatolo;
- acidi grassi volatili;
- altri composti organici.

In base al ciclo produttivo prima esaminato, si può fare la seguente classificazione qualitativa:

Rif	Trattamento. ,.	Non produce emissioni	Produce emissioni non significative	Produce emissioni significative
A1+A2	grigliatura		X	
-	sollevamenti		X	
A3	dissabbiatura-disoleazione-preaerazione		X	
A4	defosfatazione - denitrificazione ossidazione - nitrificazione		X	
A5	sedimentazione		X	
A6	disinfezione		X	
A7	trattamento acque meteoriche		X	
B1	preispessimento dei fanghi			X
B2	digestione aerobica dei fanghi misti			X
B3	postispessimento dei fanghi			X
B4	disidratazione meccanica			X

In particolare:

- le attività di cui ai punti A1 - A7 rientrano tra quelle previste dall' Allegato IV alla Parte Quinta - Impianti e attività in deroga (impianti ed attività di cui all'articolo 272, comma l) punto p) Impianti e trattamento acque escluse le linee di trattamento fanghi;

- le attività di trattamento fanghi di cui ai punti B1 - B4 ricadono, alla luce D.Lgs. 29 giugno 2010 n. 128 "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69", tra quelle previste dall'art. 269 del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

4.4. Configurazione attuale dei sistemi di estrazione e trattamento aria

La configurazione impiantistica del depuratore "Foce Sarno" prevede la presenza di n.4 camini di espulsione, di cui n.2 punti relativi alla "linea acque" e n.2 alla "linea fanghi". corrispondenti alle seguenti n. 7 sorgenti emissive convogliate:

Tabella 9. Sorgenti emissive convogliate

Punto di emissione	Sigla	Trattamenti
E_1	A1+A2+A3+A7	Grigliatura grossolana, Grigliatura fine, Dissabbiatura – disoleazione, Trattamento acque di pioggia
E_{2a}	A4	Trattamenti biologici (defosfatazione, denitrificazione, ossidazione, nitrificazione)
E_{2b}		
E_{2c}		
E_{2d}		
E_3	B1, B2	preispessimento fanghi, digestione aerobica
E_4	B3, B4, B5	postispessimento, disidratazione, essiccamento fanghi

Possono presentarsi inoltre delle emissioni diffuse durante la fase di sedimentazione (A5). In questa vasca di trattamento, a cielo aperto, infatti il refluo potrebbe risultare non ancora degradato biologicamente e pertanto potrebbero, in particolari condizioni operative, divenire significative

Tabella 10. Emissioni diffuse

Punto di emissione	Sigla	Trattamenti
E_5	A5	Sedimentazione

Ciascuna delle 4 sezioni come sopra individuate prevede un impianto di trattamento ed un camino di espulsione. I punti di emissione, corrispondenti ai 4 camini, sono dunque contrassegnati con le sigle riportate nella seguente tabella:

Tabella 11. Camini di espulsione (punti di emissione)

Camino di emissione	Comparti di riferimento (sigla)	Fase di trattamento depurativo interessata
E_1	A1+A2+A3+A7	Grigliatura grossolana, Grigliatura fine, Dissabbiatura – disoleazione, Trattamento acque di pioggia
E_2	A4	Trattamenti biologici (defosfatazione, denitrificazione, ossidazione, nitrificazione)
E_3	B1, B2	preispessimento fanghi, digestione aerobica
E_4	B3, B4, B5	Postispessimento fanghi, disidratazione, essiccamento fanghi

Di questi n.4 punti di emissione, sono soggetti ad autorizzazione ai sensi dell'art. 269 del D.Lgs. 152/06 solo quelli relativi alla "linea fanghi" (E3-E4); infatti le emissioni dei camini della "linea acque" sono in genere considerate scarsamente rilevanti ai sensi dell'art. 272 comma 1 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. per gli impianti riportati alla parte I All. IV alla parte V lettera p) Impianti di trattamento delle acque, escluse le linee di trattamento fanghi, fatto salvo quanto previsto dalla lettera p-bis del D.Lgs 152/06 e quindi non soggetti ad autorizzazione.

Tuttavia, nel caso di specie, su espressa richiesta della Citta Metropolitana di Napoli, nella sede della conferenza di servizi per il rilascio dell'autorizzazione alle emissioni in atmosfera del depuratore di Foce Sarno, la Regione Campania ha ritenuto opportuno non considerare "scarsamente rilevanti" le emissioni della linea acque, in considerazione dell'ubicazione urbanistica del depuratore.

Per questa ragione, nel presente progetto, ad integrazione degli interventi già inseriti nel "Progetto di adeguamento – I lotto", sono stati previsti interventi di adeguamento alla D.G.R. N.243/2015 della Regione Campania anche per le apparecchiature che generano le emissioni convogliate della linea acque, segnatamente i camini di emissione E_1 ed E_{2x}

Tali emissioni sono dunque oggetto dei paragrafi che seguono.

Per le ulteriori considerazioni si rimanda al Progetto di adeguamento – Lotto I, di cui il presente rappresenta un completamento.

4.5. Efficienza di abbattimento delle unità esistenti

Camino E_1

I trattamenti primari e la vasca di sedimentazione delle acque meteoriche rappresentano, come detto possibile fonte di emissioni. A tal proposito i seguenti ambienti:

- edificio grigliatura e sollevamento (A1+A2);
- sollevamento al biologico;
- edificio dissabbiatura-disoleatura-preareazione (A3);
- vasca a pioggia (A7);

sono assistiti da un impianto di trattamento in cui l'aria viene sottoposta dapprima ad una filtrazione per mezzo di carbone attivi e successivamente da un trattamento ad umido mediante scrubber orizzontale a tre stadi.

Il volume complessivo d'aria da trattare è pari a:

Q_1= 70.000 m^3/h = 19,44 m^3/s

Camino E_2

I trattamenti biologici ed in particolare i processi di defosfatazione-denitrificazione-ossidazione-nitrificazione] identificati con la sigla (A4) sono assistiti da un impianto di trattamento in cui l'aria viene sottoposta ad una filtrazione per mezzo di un processo di adsorbimento con carbone attivi.

Il volume complessivo d'aria da trattare, per ciascuna delle 4 linee, è pari a:

Q_2= 10.000 m^3/h = 2,78 m^3/s

Il flusso di massa dei vari inquinanti, espresso in mg/s, inviato ai vari impianti di trattamento, sarà dato da:

$$\varnothing_{i,IN,j} = Q_i \times C_{i,IN,j}$$

dove $C_{i,IN,}$ sono le concentrazioni in ingresso, desunte da valori medi misurati in impianti analoghi.

Sulla base dell'informazioni fornite in letteratura, si può stimare che gli impianti esistenti possano garantire, con le date concentrazioni in ingresso, i seguenti abbattimenti percentuali in termini massici:

- Impianto E1 = 98 – 99%
- Impianto E2 = 95%

Nelle tabelle che seguono sono dunque riportati i bilanci di materia (stimati) adottando rendimenti di abbattimento non superiori al 93%, a tutela di sicurezza.

Tabella 12. Bilancio di materia sugli inquinanti

Camino	**E1**		
Portata	Q_1	70.000	m^3/h
		19,44	m^3/s

Bilancio inquinanti

Inquinante	Ingresso		Efficienza di abbattimento	Uscita	
	Concentrazione	Flusso		Flusso	Verifica
	$C_{1,IN,media}$	$\varnothing_{1,IN}$		$\varnothing_{1,OUT}$	
	mg/Nm^3	mg/s	%	mg/s	mg/s
NH_3	1	19,44	93%	1,36	< 1,6
H_2S	1	19,44	93%	1,36	< 1,6
Mercaptani	0,2	3,89	93%	0,27	< 0,31
COV	0,1	1,94	93%	0,14	< 0,16

Camino	**E2**	(per ciascuno dei 4 camini)	
Portata	Q_2	10.000	m^3/h
		2,78	m^3/s

Bilancio inquinanti

Inquinante	Ingresso		Efficienza di abbattimento	Uscita	
	Concentrazione	Flusso		Flusso	Verifica
	$C_{2,IN,media}$	$\varnothing_{2,IN}$		$\varnothing_{3,OUT}$	
	mg/Nm^3	mg/s	%	mg/s	mg/s
NH_3	1	2,78	93%	0,19	< 0,24
H_2S	1	2,78	93%	0,19	< 0,24
Mercaptani	0,2	0,56	93%	0,04	< 0,05
COV	0,1	0,28	93%	0,02	< 0,05

4.6. Emissioni diffuse

Le emissioni diffuse potenzialmente prodotte durante di sedimentazione primaria (A5) possono essere stimate sulla base di misure effettuate su altri impianti similari a quello in oggetto. Nella tabella che segue si riportano le concentrazioni e i flussi di massa stimate per tali vasche:

Classe	Inquinante	$C_{IN,media}$ mg/Nm^3
II	H_2S	< 0,1
IV	NH_3	< 0,2

(*) Valori medi misurati in impianti analoghi

Si precisa che tale prospetti rappresentano una stima delle emissioni prodotte in impianti similari. Saranno opportune pertanto, in fase di esercizio, specifiche campagne di indagini al fine di risalire ad un quadro più completo e dettagliato.

4.7. Valutazioni in ordine alle emissioni odorigene

Le opere di presidio ambientale rappresentano tutto quanto è necessario all'impianto per la corretta protezione delle matrici ambientali: acqua, aria e suolo e, per un impianto di depurazione, essi riguardano fondamentalmente la protezione contro i cattivi odori, l'eliminazione delle polveri che si formano nella zona di lavorazione ed i percolati.

I cattivi odori, generalmente, non rappresentano un fattore di rischio per la salute degli operatori a servizio dell'impianto e delle persone localizzate nella vicinanza dell'impianto, ma possono generare un rischio di "insofferenza" nei confronti dello stesso, infatti se si confronta la concentrazione alla quale praticamente vi è la certezza che tutti avvertano il cattivo odore (*100% ORC, Odor recognition concentration*) e i livelli ammissibili di esposizione negli ambienti di lavoro (*TLV, threshold limit value*) si vede che sono di ordini di grandezza inferiori come si nota dalla lettura della seguente Tabella 13.

Tabella 13. Confronto tra l'ORC ed il TLV in mg/m^3 dei principali composti odorigeni

Sostanza	100% ORC	TLV
Idrogeno solforato	1,4	14.000
Metilmercaptano	70,0	1.000
Dimetildisolfuro	16,0	-
Trimetilammina	9,8	24.000
Acido butirrico	73,0	-
Acido esanoico	29,0	-
Acetaldeide	549,0	180.000

La quantificazione della produzione odorigena è questione assai complessa, anche perché essa non può prescindere dalla valutazione degli eventuali contributi dovuti alle attività dell'intero complesso che esulano dallo scopo della presente valutazione .

4.7.1. Valori di concentrazione di odore e fattori di emissione caratteristici

La Tabella 14 riporta i valori medi e i range di concentrazione di odore caratteristici per ciascuna delle fasi considerate così come evinti dalla letteratura tecnica id settore (**dati teorici**).

Nell'ultima colonna di Tabella 14 sono riportati i fattori di emissione dell'odore (OEF – Odour Emission Factor) calcolati, sempre sulla base di detti dati teorici, per ciascuna fase ed espressi in unità odorimetriche per metro cubo di refluo trattato (ouE/(m^3 di refluo)).

Tabella 14. Valori medi, range di concentrazione di odore e fattori di emissione di odore

	Valore medio di c_{od} (ou_E/m^3)	Range di c_{od} (ou_E/m^3)	OEF medio (ou_E/m^3 di refluo)
Arrivo reflui	2'300	100 – 100'000	11'000
Pre-trattamenti	3'800	200 – 100'000	110'000
Sedimentazione primaria	1'500	200 – 20'000	190'000
Denitrificazione	230	50 – 1'500	9'200
Nitrificazione	130	50 – 200	7'400
Ossidazione	200	50 – 1'000	12'000
Sedimentazione secondaria	120	50 – 500	13'000
Trattamenti chimico-fisici	600	200 – 3'000	8'300
Ispessimento fanghi	1'900	200 – 40'000	43'000
Stoccaggio fanghi	850	100 – 5'000	8'300

Fonte: Capelli et al., 2009 e Capelli et al., 2014

4.7.2. Fattori di emissione per le sorgenti convogliate

Per calcolare il fattore di emissione di odore per le sorgenti convogliate, si è tenuto conto della concentrazione massima ammissibile al camino: In assenza di specifici riferimenti progettuali, per lo stato di fatto si è previsto un valore di 300 ou/m³ (tipicamente utilizzato anche nelle progettazioni dell'epoca).

Tale valore è stato poi moltiplicato per la portata volumetrica nominale dell'impianto di deodorizzazione considerato.

Nella situazione di stato di fatto, sono presenti n.4 impianti di deodorizzazione, come visto nei paragrafi precedenti

$$Q_{od,conv1} = Q_{aria1} \times C_{lim} = 70.000\ m^3/h * 300\ uo/m^3 = 5.833\ uo/s$$

Per ciascuno dei 4 camini E2 si avrà:

$$Q_{od,conv\ 2} = Q_{aria2} \times C_{lim} = 10.000\ m^3/h * 300\ uo/m^3 = 833\ uo/s$$

E quindi:

$$Q_{od,conv\ 2,\ tot} = Q_{aria2,tot} \times C_{lim} = 40.000\ m^3/h * 300\ uo/m^3 = 3.332\ uo/s$$

Con il presente progetto di revamping delle stazioni di trattamento, gli impianti di deodorizzazione esistenti saranno adeguati in modo da garantire una concentrazione in uscita inferiore a 300 ou/m³, che comunque, allo stato attuale, rimane il valore di riferimento tipicamente richiesto nelle autorizzazioni alle emissioni in atmosfera rilasciate nella Regione Campania.

4.7.3. Fattori di emissione per le sorgenti diffuse

Per calcolare il flusso specifico di odore per ciascuna fase di trattamento dell'impianto, per le emissioni diffuse, si è partiti da calcolo della portata di odore, secondo il seguente calcolo:

$$\mathbf{O_{ERR} = Q_{refluo} \times OEF_{medio}}$$

dove:

- Q_{refluo} = portata media nella configurazione di progetto)
- OEF medio = valore riportato nella Tabella 14

Il flusso specifico di odore, pertanto, è stato calcolato dividendo la portata di odore (Qod) per l'area della superficie emissiva esposta all'atmosfera.

Per la valutazione delle emissioni odorigene nelle varie sezioni di impianto sono stati considerati i seguenti dati, estrapolati dalla Relazione Tecnica Illustrativa (**elaborato R.T.01**) del Progetto Esecutivo redatto dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri ed a firma dell'ing. A. Brambilla (marzo 2011).

Tabella 15. Dati del progetto esecutivo

DESCRIZIONE	U.M.	ESTATE	INVERNO
Abitanti civili	n	367.000	340.000
Abitanti equivalenti industriali	n	151.000	120.000
Abitanti equivalenti totali	n	518.000	460.000
Portata media giornaliera	$m^3\ h^{-1}$	100.285	89.056
Portata media oraria	$m^3\ h^{-1}$	4.179	3.711
Portata max or. t.a.	$m^3\ h^{-1}$	12.536	11.132
Portata max or. t. p.	$m^3\ h^{-1}$	20.893	18.553
Portata max or. al biologico	$m^3\ h^{-1}$	12.536	11.132
Fanghi di supero prodotti	$k_{SS}\ d^{-1}$	19.642,20	17.546,90

Tenore di solidi in ingresso alla linea fanghi	%	0,80	0,80
Portata vol. in ingresso ispessimento	$m^3\ d^{-1}$	2.455,28	2.193,36
Tenore di solidi in uscita da ispessimento	%	4,00	4,00
Portata vol. in uscita ispessimento	$m^3\ d^{-1}$	478	427
Tenore di VSS	%	70	70
Portata VSS ingresso digestione	$k_{SS}\ d^{-1}$	13.749,54	12.282,83
Percentuale abbattimento VSS in digestione	%	50	50
VSS uscita digestione	$k_{SS}\ d^{-1}$	6.874,77	6.141,42
TSS uscita digestione	$k_{SS}\ d^{-1}$	12.767,43	11.405,49
Portata vol. in uscita digestione	$m^3\ d^{-1}$	310	277
Tenore di solidi in uscita da disidratazione	%	36	36
Portata di fanghi disidratati	$m^3\ d^{-1}$	35,5	31,7
Tenore di solidi in uscita da disidratazione	%	90	90
Portata di fanghi essiccati	$m^3\ d^{-1}$	14,2	12,7

Sulla base dei valori medi evinti dalla Tabella 14, si ha allora:

Tabella 16. Sorgenti di emissione odorigena, nella configurazione di stato di fatto.

Sorgenti		OEF medio	Geometria della sorgente	Portata di odore	Flusso specifico di odore
Descrizione	Tipologia	(ouE/(m^3 di refluo))	Sup. [m^2]	ouE/s	ouE /s*m^2
Pretrattamenti	Convogliata	110.000,00	3.300	127.677,31	38,69
Trattamento acque meteoriche	Convogliata	11.000,00	6.430	51.070,98	7,94
Trattamento secondario	Convogliata	12.000,00	10.200	41.785,33	4,10
Sedimentatori secondari	Diffusa	13.000,00	8.300	45.267,44	5,45

4.7.4. Osservazioni

Come si può desumere dalla precedente trattazione, sul piano teorico, i presidi ambientali relativi alla mitigazione delle emissioni in atmosfera sono correttamente concepiti.

Come si avrà modo di vedere, tuttavia, alcune criticità emergono in relazione alle caratteristiche delle apparecchiature installate, che non sono a norma con quanto prescritto dalla D.G.R.C. 243/2015.

4.7.5. La campagna di misure 2021

Di concerto con lo scrivente, GORI ha commissionato una campagna di campionamenti ed analisi delle emissioni in atmosfera prodotte presso l'impianto di depurazione di Foce Sarno realizzata nel mese di maggio 2021.

Nell'ambito di tale campagna sono state concordate ed eseguite indagini ambientali in n°11 punti di prelievo individuati in aree significative del depuratore. Nella tabella che segue sono riportati i risultati delle misurazioni eseguite.

Comparto		Posizione prelievo	ID	NH_3	H_2S	Odore	Mercaptani	C.O.V. (C.O.T.)
				mg/m^3	mg/m^3	OE/m^3	mg/m^3	mg/m^3
Trattamenti preliminari	Grigliatura grossolana	Centro Area	01	0,021	<0,06	142	<0,5	/
	Grigliatura fine	A ridosso della linea di grigliatura	02	0,014	<0,06	165	<0,5	/
	Dissabbiatura	Centro Vasche	03	0,018	<0,06	148	<0,5	/
	Collettore aria	A monte dell'impianto di trattamento	04	0,018	<0,06	40	<0,5	/

Come si può osservare, i valori misurati sono mediamente inferiori rispetto a quelli prevedibili in base alla letteratura di settore, cosa che, naturalmente, discende dalla qualità del refluo in ingresso all'impianto.

Vi è altresì certamente qualche criticità nella metodica di misura adottata per la valutazione delle concentrazioni immediatamente a monte degli impianti di trattamento, che risultano sistematicamente più basse rispetto a quelle misurate in prossimità delle sorgenti emissive.

I valori andrebbero normalizzati considerando l'effettiva velocità del fluido, v, nell'apparecchiatura di campionamento e nei vari punti di prelievo, ricordando che in generale vale la relazione:

$$OER_{v2} = OER_{v1} \cdot \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Questa problematica è stata affrontata nel presente progetto di revamping, nel quale:

- si è considerata un valore medio tra i valori di concentrazione ingresso previsti dalla letteratura tecnica di settore (valori teorici) e quelli derivanti dalle misure in campo;
- si è prevista l'installazione di strumenti di misura in continuo delle portate (e/o velocità) e delle concentrazioni.

4.8. Descrizione degli impianti di trattamento aria esistenti

4.8.1. Camino E1

Come precisato nei paragrafi precedenti, nell'impianto di depurazione di Foce Samo, al fine di contenere le emissioni convogliate è stato previsto uno scrubber a servizio della zona pretrattamenti [grigliatura - dissabbiatura - disoleazione preaerazione (A1+A2+A3)] e della vasca di sedimentazione delle acque meteoriche (A7)

L'impianto di trattamento sarà essenzialmente composto da:

- Sezione con filtri a carboni attivi;
- Sezione di stoccaggio e dosaggio reagenti chimici;
- Sezione di lavaggio con scrubber orizzontale a tre stadi, con l'utilizzo di reagenti chimici (acido fosforico, ipoclorito di sodio e idrossido di sodio);
- Sezione di aspirazione ed espulsione aria.

4.8.1.1. Filtro a carboni attivi

Tale sezione sarà realizzata con struttura in acciaio inox AISI 304. La tabella che segue riporta i principali dati tecnici dell'apparecchiatura :

Quantità:	**2**
Modello	FC®35000
Dimensioni e pesi:	
Lunghezza	7.200 mm
Larghezza	2.000 mm
Altezza	4.300 mm
Peso totale a vuoto	7.000 kg ± 5%
Peso totale in esercizio	13.000 kg ± 5%
Perdita di carico nel filtro:	120 mmH20
Prima carica carboni attivi:	10.000 kg cad.
Potenza nominale coclea installata:	3 kW
Potenza totale installata:	6 kW

Si rimanda alle schede tecniche allegate per la descrizione più esaustiva e per la SEZIONE DI STOCCAGGIO E DOSAGGIO DI REAGENTI CHIMICI

4.8.1.2. Torre di lavaggio

In tale sezione l'aria proveniente dalle zone di captazione viene fatta confluire attraverso 3 stadi in serie; in ogni stadio l'inquinante attraverso una superficie di scambio viene irrorata con una soluzione a pH predeterminato.

Scrubber

Quantità:	**1**
Materiale di costruzione:	Polipropilene
Materiale di riempimento:	Tipo strutturato alveolare a flusso incrociato e ad elevata superficie specifica (150 m2/m3 in materiale plastico
Dimensioni e pesi:	
Larghezza	3.400 mm
Lunghezza	9.600 mm
Altezza	4.800 mm
Peso totale a vuoto	3.350 kg ± 5%
Peso totale in esercizio	24.050 kg ± 5%
Quantità vasche di ricircolo:	3
Capacità cad. vasca di ricircolo:	5,4 m^3
Dimensioni vasche di ricircolo:	
Larghezza	3.000 mm
Lunghezza	2.000 mm
Altezza	900 mm
Velocità di attraversamento:	1,96 m/sec
Perdita di carico nello scrubber:	180 mmH_20
Quantità stadi di trattamento:	3
Dimensioni stadi	
Lunghezza	2400 mm
Altezza	4400 mm
Materiale separatore di gocce:	Polipropilene
Portata acqua di reintegro	2 m^3/h

Ricircolo reagenti

Quantità:	**3**
Tipo elettropompe centrifughe:	Ad asse orizzontale
Portata di progetto:	70 m^3/h
Prevalenza:	20 mH_20
Velocità di rotazione::	2.900 rpm
Tenuta	Meccanica
Dimensione bocchelli flangiati PN 10:	
./ Aspirazione	DN 80
./ Mandata Materiali di costruzione:	DN 65
./ Corpo elettropompa	Acciaio inox AISI 316
./ Girante	Acciaio inox AISI 316
Potenza nominale installata::	7,50 kW
Peso totale cad. elettropompa	60 kg ± 5%

Ventilatore aspirazione aria

Quantità:	1
Tipo:	Centrifugo
Portata di progetto:	70.000 m^3/h
Prevalenza totale:	350 mmH20
Velocità di rotazione:	1.380 rpm
Rendimento aeraulico:	76 %
Pale girante tipo:	Rovesce
Dimensioni bocche e pesi:	
./ Aspirazione	1050 mm
./ Mandata	960 x 850 mm
Peso totale ventilatore	880 kg ± 5%
Rumorosità ad 1 metro:	87 db(A)
Materiali di costruzione:	
./ Corpo ventilatore	Acciaio inox AISI 316
./ Girante	Acciaio inox AISI 316
Potenza nominale installata	110 kW

:

Il ventilatore sarà corredato di motore elettrico accoppiato tramite cinghie e pulegge, inverter per la regolazione del1a portata, basamento in profilati di acciaio al carbonio finemente verniciato con vernice epossidica, supporti antivibranti, giunti antivibranti e antiacidi su bocca aspirante e premente, bocchello di ispezione, scarico di fondo per condense, tenuta a labbro sul mozzo della girante, cabina insonorizzante per riduzione della rumorosità a 70 db(A) a 1,5 m.

Camino autoportante per espulsione aria

Quantità:	**1**
Materiale di costruzione:	Polipropilene e/o acciaio zincato a caldo
Velocità di attraversamento:	11 m/sec
Dimensioni e peso:	
../ Diametro interno	1.500 mm
../ Altezza totale da terra	10.000 mm
../ Peso totale camino	2.500 kg ± 5%

Il camino è corredato con n° 2 prese campione, raccordo inclinato a 45°, orecchie di fissaggio, cavetti in acciaio inox con tiranti, scala di risalita e relativo ballatoio in acciaio zincato a caldo per accedere alla presa campione, di valvola a sfera per scarico condensa e cappello cinese parapioggia.

4.8.2. Camino E2

Nell 'impianto di depurazione di Foce Samo, al fine di contenere le emissioni convogliate prodotte durante i trattamenti di biologici (desfosfatazione-denitrificazione-ossidazione-nitrificazione [A4]) è stato previsto, un'unità di trattamento aria composto da un processo di filtrazione mediante carboni attivi.

Per mezzo di elettro-aspiratori l'aria da trattare viene inviata su filtri a carboni attivi per essere sottoposta a un processo di adsorbimento prima dell'immissione in atmosfera.

In particolare ciascun filtro è equipaggiato con:

- n. 2 ganci di sollevamento;
- primo riempimento di carbone attivo;
- n. 2 bocchelli flangiati per carico e scarico carboni attivo;
- n. 2 oblò trasparenti per visione interna filtro;
- rete di sostegno carboni attivi, realizzata in acciaio inox AISI 316;
- tronchetto per lo scarico delle condense attrezzato con valvola a sfera;
- tubazioni di collegamento tra il filtro a carbone e l'elettroaspiratore, realizzato in polipropilene.

Dati di progetto:

Quantità:	**1**
Portata di progetto	10.000 m^3/h
Pressione di esercizio	< 400 mmH20
N.filtri	4
Ingombro del filtro	
Diametro interno	3800 mm
H parte cilindrica	2400 mm
H totale da terra	3400 mm
Spessore mantello	10+20 mm
Spessore del cielo e del fondo	5+20 mm
Diametro oblò	500 mm
Bocca di carico	<D500 DN
Scarico condensa	40 DN
Quantità totale carbone attivo	7000 kg
Peso totale a vuoto	850 kg
Peso totale in esercizio	7850 kg

4.9. Verifica degli impianti esistenti

Le apparecchiature installate nelle varie sezioni degli impianti di trattamento innanzi descritte sono state progettate in accordo con la Delibera della Giunta Regionale della Campania n. 4102 - Seduta del 5 agosto 1992, con lo scopo di definire sistemi in grado di apportare una riduzione del carico inquinante dell'effluente gassoso **non inferiore al 90%, in massa**.

4.9.1. Impianti scrubber

Più in dettaglio, gli impianti scrubber dovevano risultare conformi agli standard previsti dal punto 4.6 "Impianti di abbattimento delle sostanze odorigene - Impianti di abbattimento a corpi di riempimento" e al punto 2.7 "Impianti a corpi di riempimento" della citata Delibera. In particolare dovevano garantire le seguenti prestazioni:

Altezza del riempimento	> 1 m
Portata del liquido di lavaggio	1,0 - 10 m^3 x 1000 m^3 di effluente gassoso per riempimento alla rinfusa
Tempo di contatto	0,4-0,6 s
Velocità dell'effluente gassoso:	2-3 m/s
Perdite di carico totali	< 200 mm H20

Ed in effetti, sulla base delle informazioni fornite dal costruttore per tutti gli impianti scrubber, si ha che:

Altezza del riempimento	1.200 mm	> 1 m
Portata del liquido di lavaggio	1,0 -1,1 m^3 x 1000 m^3 di effluente gassoso	> 1,0 m^3 x 1000 m^3 di effluente gassoso
Tempo di contatto	1 s	> 0,4-0,6 s
Velocità dell'effluente gassoso:	2 m/s	nel range 2-3 m/s
Perdite di carico totali	160 - 180 mm H20	< 200 mm H20

Condizione soddisfatta / Verifica positiva

Condizione NON soddisfatta / Verifica negativa

La verifica delle apparecchiature era dunque perfettamente positiva all'epoca della progettazione.

4.9.2. Verifica con la normativa cogente

Per la verifica di questi presidi è oggi necessario considerare la normativa regionale, in particolare la **D.G.R. Campania n. 4102/92 e della D.G.R. Campania n. 243 del 08/05/2015** "D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152, ss. mm. ii., recante "Norme in materia ambientale". Emissioni in atmosfera. Revisione e aggiornamento parziale delle disposizioni di cui alla D.G.R. 5 agosto 1992, n. 4102".

In particolare, per gli scopi delle successive valutazioni, si terrà da conto la seguente tabella allegata alla citata delibera.

SCHEDA: ABBATTITORE AD UMIDO

TIPO: SCRUBBER A TORRE

Parametro	Unità di Misura (SI)
Temperatura del fluido	≤ 40 °C. (uscita)
Tempo di contatto	> 1 s per reazione acido/base > 2 s per reazioni di ossidazione o per trasporto di materia solubile nel fluido abbattente.
Portata minima del liquido di ricircolo	1.5 m^3 x 1000 m^3 di effluente gassoso per riempimento alla rinfusa > 0.5 m^3 x 1000 m^3 di effluente per riempimenti strutturati.
Tipo di nebulizzazione e distribuzione del liquido ricircolato	Spruzzatori nebulizzatori da 10 µm con raggio di copertura sovrapposto del 30% o distributori a stramazzo.
Altezza di ogni stadio (minimo 1)	≥ 1 m per riempimento del materiale alla rinfusa
Tipo di fluido abbattente	Acqua o soluzione specifica
INFORMAZIONI AGGIUNTIVE L'impiego di questa tecnologia di depurazione per l'abbattimento degli odori può fornire buoni risultati solo se sono previsti almeno due stadi di abbattimento, di cui uno acido/base ed uno basico-ossidativo. I tempi di contatto dovranno essere superiori a 2 s per lo stadio di lavaggio acido e superiori a 4 s per lo stadio basico-ossidativo. L'altezza minima di ciascuno stadio deve essere > 1 m. Dovranno essere eventualmente previsti anche sistemi di prefiltrazione del particolato ed un demister a valle degli stessi impianti.	

In questo caso, la verifica delle apparecchiature non ha esito positivo come si desume dal seguente prospetto:

Altezza del riempimento	1.200 mm	> 1 m
Portata del liquido di lavaggio	1,0 - 1,1 m^3 x 1000 m^3 di effluente gassoso	> 1,5 m^3 x 1000 m^3 di effluente gassoso
Tempo di contatto	< 1 s	> 2 s

Condizione soddisfatta / Verifica positiva

Condizione NON soddisfatta / Verifica negativa

A questo deve aggiungersi la considerazione che le unità di trattamento non sono state dimensionate anche in base ad una specifica prescrizione sulle unità odorimetriche all'uscita dell'impianto.

Dunque non esiste alcuna garanzia fornita dal costruttore che consenta di asseverare il rispetto del parametro di 300 ou/m³ generalmente richiesto nella prassi tecnica della Regione Campania per il rilascio della Autorizzazione alle Emissioni in atmosfera.

Per ciò che concerne i tempi di contatto, si deve far riferimento alla relazione del costruttore, Ecochimica, in data 13 maggio 2021, prot. W2021L120.

In tale relazione, redatta ad esito di sopralluoghi tecnici opportunamente commissionati da GORI S.p.a., si specifica che i tempi di contatto nei vari stadi dei tre scrubber visionati sono i seguenti:

Camino E1: Scrubber 70.000 m^3/h:

1° stadio: 0,76 s

2° stadio: 0,76 s

3° stadio: 0,76 s

4.9.3. Impianti di adsorbimento a carboni attivi

Gli impianti di adsorbimento a carboni attivi dovranno risultare con gli standard previsti dal punto 2.1 "Impianti di adsorbimento a carboni attivi senza rigenerazione" della citata Delibera 4102/1992. In particolare dovranno garantire le seguenti prestazioni:

Capacità di adsorbimento :	12-18 kg di sostanze organiche per 100 kg di carbone
Velocità superficiale dell'effluente gassoso:	a) 9.15 metri/minuto se a letto sottile con pannelli dello spessore; di 1,5 - 2,5 cm. b) 15 - 30 metri/minuto se a letto fisso con pannelli dello spessore di 50-100 cm.
Tempo di contatto	a) superiore a 0,03 secondi se a letto con pannelli di spessore di 1,5 - 2,5 cm. b) superiore a 1 se a letto fisso con pannelli di spessore 50-100 cm. Il tempo di contatto nel letto è pari a 1 secondo.
Perdite di carico totali	200-800 mm H20
La frequenza di sostituzione sarà stabilita di volta in volta in funzione delle caratteristiche e delle quantità degli inquinanti presenti nell'effluente gassoso.	

Sulla base delle informazioni fomite dal costruttore per l'impianto a carboni attivi:

Capacità di adsorbimento	Compatibile con DD 4102/92	
spessore dei carboni	40 cm	50 – 100 cm
velocità di attraversamento dell'aria	24 m/min	> 15 m/min
Tempo di contatto	1 s	> 1 s
Perdite di carico	180-200 mm H20	< 200-800 mm H20

Come si può constatare, le apparecchiature esistenti soddisfano le condizioni della Delibera del 1992 in modo non del tutto esaustivo.

4.9.4. Verifica con la normativa cogente

Per la verifica di questi presidi è oggi necessario considerare la normativa regionale, in particolare la **D.G.R. Campania n. 4102/92 e della D.G.R. Campania n. 243 del 08/05/2015** "D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152, ss. mm. ii., recante "Norme in materia ambientale". Emissioni in atmosfera. Revisione e aggiornamento parziale delle disposizioni di cui alla D.G.R. 5 agosto 1992, n. 4102".

In particolare, per gli scopi delle successive valutazioni, si terrà da conto la seguente tabella allegata alla citata delibera.

SCHEDA: ABBATTITORE A CARBONI ATTIVI

TIPO: A CARBONI ATTIVI A STRATO SOTTILE CON RIATTIVAZIONE ESTERNA

Campo di applicazione
ABBATTIMENTO COMPOSTI ORGANICI VOLATILI E VAPORI DI MERCURIO

Provenienza degl'inquinanti:

1. operazioni di lavaggio a secco con COV o COC e/o idrofluoroclorocarburi;
2. operazioni di stampa, verniciatura, impregnazione, spalmatura, resinatura, adesivizzazione, accoppiatura, tampografia e litografia di substrati di vario tipo con prodotti a solvente;
3. operazioni di produzione vernici, collanti, adesivi, pitture e/o prodotti affini con solventi;
4. operazioni di manufatti in vetroresina, accessori in resina poliestere e in altre resine polimeriche;
5. operazioni con emissioni di COV non espressamente indicate.

Indicazioni operative:

- **Temperatura:**
  - preferibilmente ≤45 °C per COV. Valori superiori sono accettati in funzione delle caratteristiche chimicofisiche del fluido da trattare e da valutare per caso specifico;
  - ≤5°C per HCFC e HFC.
- **Tipo di C.A.:** di origine sia vegetale che minerale.
- **Superficie specifica** (regola generale):
  - per basse concentrazioni carboni a bassa attività: ≤800 m2/g per concentrazioni di COV ≤600mg/m3
  - per medie concentrazioni carboni a media attività: ≤1150 m2/g per concentrazioni di COV comprese tra 600 e 3.000 mg/m3.

Dato l'ampio utilizzo dell'indice di CTC o dell'indice di Benzene si precisa che:

- 850 m²/g ≈ 25-27 Ind. Benzene/ 50-55 Ind. CTC;
- 1150 m²/g ≈ 35-37 Ind. Benzene/ 65-70 Ind. CTC.

- **Altezza totale del letto:** > 0,4 m.
- **Tipo di fluido rigenerante:** nessuno**.**
- **Velocità di attraversamento dell'effluente gassoso del C.A.:** ≥ 0,4 m/s**.**
- **Tempo di contatto:** >1 s
- **Umidità relativa:**
  - ≤60% per lo sfruttamento ottimale del letto:
  - 60% in presenza di condizioni e/o COV particolari.
- **Tasso di carico**
  - 12% per COV
  - 25% per il percloroetilene

Sistemi di controllo

Analizzatore in continuo tipo FID da installarsi solo per flussi di massa di COV ≥100 Kg/h; per flussi di massa di COV in ingresso ‹100 Kg/h, deve essere previsto un contaore grafico non tacitabile con registrazione degli eventi.

Manutenzione

Sostituzione del carbone esausto secondo quanto previsto dal tasso di carico.

Alla verifica sulla base dei dati disponibili si evidenzia che le apparecchiature esistenti possono essere considerate "ai limiti" della compatibilità con la vigente normativa.

Capacità di adsorbimento	Compatibile con DD 4102/92	
Altezza del letto	40 cm	> 40 cm
velocità di attraversamento dell'aria	0,4 m/s	≥ 0,4 m/s
Tempo di contatto	1 s	> 1 s

4.9.5. Risultati della verifica

Le verifiche eseguite sulla compatibilità delle apparecchiature installate con la normativa oggi vigente in Regione Campania evidenziano una rilevante criticità, principalmente per ciò che concerne le torri di lavaggio (scrubber) che hanno caratteristiche largamente inferiori rispetto alle prescrizioni normative.

E' il caso di evidenziare che le caratteristiche richieste dalla D.G.R.C. 243/2015 per le torri di lavaggio ad umido (scrubber) rimangono tali anche quando si suggerisce l'impiego di tali torri in una linea di trattamento che comprenda anche una sezione di biofiltrazione finale.

Dunque, ad avviso di chi scrive, nel caso di specie il mancato rispetto della normativa permane anche in presenza di una linea di pre-trattamento a carboni attivi.

Per le ragioni innanzi espresse si è avviata la presente progettazione degli interventi di adeguamento.

4.10. Interventi in progetto

In virtù della disamina eseguita, il presente progetto prevede una serie di interventi di adeguamento degli impianti di estrazione e trattamento aria, che rispondono all'esigenza di adeguare anche gli impianti di impianti di trattamento aria a servizio della linea acque alla normativa cogente e, principalmente, alla D.G.R.C 243/2015, più volte citata.

Inoltre, per tutti gli impianti, il progetto di adeguamento Lotto I ha introdotto una serie di interventi finalizzati alla riduzione delle emissioni acustiche.

Più in dettaglio, sono stati progettati i seguenti interventi:

INT.2.1 – COMPARTO PRETRATTAMENTI:

Interventi previsti nel Lotto I

- Realizzazione di barriera antirumore con pannelli fonoassorbenti da installare perimetralmente alla stazione di deodorizzazione esistente per il comparto pretrattamenti (camino E1);
- Installazione Silenziatore sul camino di espulsione E1 (portata 70.000mc/h).

Interventi previsti nel presente progetto di adeguamento - Lotto II

- Installazione di un nuovo impianto dedicato al comparto con capacità di trattamento pari a 70.000 m^3/h (composto da n.1 scrubber ad umido ad asse verticale, del tipo a letto flottante a doppio stadio e da n.1 sezione di affinamento costituita da un filtro a carboni attivi);
- Adeguamento dell'impianto elettrico asservito alle nuove unità di trattamento;
- Installazione di un sistema di monitoraggio (centralina bi-canale) per la misura delle concentrazioni in continuo in ingresso ed in uscita dalle torri di lavaggio

INT.2.2 - COMPARTO DENITRIFICAZIONE

Interventi previsti nel Lotto I

- Realizzazione di barriera antirumore con pannelli fonoassorbenti da installare perimetralmente alla stazione di deodorizzazione esistente;
- Installazione silenziatori circolari con nucleo fonoassorbente sui camini di espulsione E2 a/b/c/d.

Interventi previsti nel presente progetto di adeguamento - Lotto II

- Installazione di un nuovo impianto dedicato al comparto con capacità di trattamento pari a 40.000 m^3/h (composto da n.1 scrubber ad umido ad asse verticale, del tipo a letto flottante a doppio stadio);
- Installazione di un sistema di monitoraggio (centralina bi-canale) per la misura delle concentrazioni in continuo in ingresso ed in uscita dal sistema di abbattimento;
- Realizzazione di by-pass per le esistenti unità di filtrazione a carboni attivi con valvola di commutazione asservito al sistema di monitoraggio delle concentrazioni;
- Collettamento di tutti i camini di espulsione E2,x verso la nuova unità di trattamento;

- Realizzazione di un nuovo unico camino di espulsione E2, dotato di idoneo silenziatore.

4.10.1. Nuova configurazione dei camini di espulsione

Per effetto degli interventi di progetto, la nuova configurazione dei camini di emissione sarà quella riportata nella seguente tabella:

Tabella 17. Camini di espulsione (punti di emissione)

Camino di emissione	Comparti di riferimento (sigla)	Fase di trattamento depurativo interessata
E_1 Linea acque	A1+A2+A3+A7	Grigliatura grossolana, Grigliatura fine, Dissabbiatura – disoleazione, Trattamento acque di pioggia
E_2 Linea acque	A4	Trattamenti biologici (defosfatazione, denitrificazione, ossidazione, nitrificazione)
E_3 Linea fanghi	B1, B2	preispessimento fanghi, digestione aerobica
E_4 Linea fanghi	B3, B4	Postispessimento fanghi, disidratazione
E_5 Linea fanghi	B5	Essiccamento fanghi

4.11. Efficienza di abbattimento delle unità di progetto

Camino E_1

I trattamenti primari e la vasca di sedimentazione delle acque meteoriche rappresentano, come detto possibile fonte di emissioni. A tal proposito i seguenti ambienti:

- edificio grigliatura e sollevamento (A1+A2);
- sollevamento al biologico;
- edificio dissabbiatura-disoleatura-preareazione (A3);
- vasca a pioggia (A7);

sono assistiti da un impianto di trattamento in cui l'aria viene sottoposta dapprima ad una filtrazione per mezzo di carbone attivi e successivamente da un trattamento ad umido mediante scrubber a letto flottante a tre letti e due stadi

Il volume complessivo d'aria da trattare è pari a:

Q_1= 70.000 m^3/h = 19,44 m^3/s

Camino E_2

I trattamenti biologici ed in particolari i processi di defosfatazione-denitrificazione-ossidazione-nitrificazione] identificati con la sigla (A4) sono assistiti da un impianto di trattamento in cui l'aria viene sottoposta ad una filtrazione per mezzo di un processo di adsorbimento con carbone attivi.

Successivamente l'aria viene convogliata verso uno scrubber a letto flottante (tre letti in due stadi di trattamento).

Il volume complessivo d'aria da trattare è pari a:

Q_2= 40.000 m^3/h = 11,12 m^3/s

4.11.1. Determinazione del flusso di massa

Il flusso di massa dei vari inquinanti, espresso in mg/s, inviato ai vari impianti di trattamento, sarà dato da:

$$\varnothing_{i,IN,j} = Q_i \times C_{i,IN,j}$$

dove $C_{i,IN,}$ sono le concentrazioni in ingresso, desunte da valori medi misurati in impianti analoghi.

Sulla base dell'informazioni fornite in letteratura, si può stimare che gli impianti esistenti possano garantire, con le date concentrazioni in ingresso, i seguenti abbattimenti percentuali in termini massici:

- Impianto E1 = 98 – 99%
- Impianto E2 = 98 – 99%

Nelle tabelle che seguono sono dunque riportati i bilanci di materia (stimati) adottando, cautelativamente, rendimenti di abbattimento non superiori al 95% per le unità di trattamento di nuova installazione.

E' opportuno precisare che i dati inerenti le concentrazioni di ingresso sono ottenuti mediando opportunamente, ed a vantaggio di sicurezza, i valori della letteratura tecnica di settore con i valori ottenuti dalla apposita campagna di misure eseguita da GORI nel 2021.

Infine, nelle tabelle 16 e 17 sono riportate i valori dei flussi di massa in uscita per ciascuna emissione convogliata e le concentrazioni attese in dette emissioni.

Tabella 18. Efficienza di abbattimento dei sistemi previsti in progetto

Camino	**E1**		
Portata	Q_1	70.000	m^3/h
		19,44	m^3/s

Bilancio inquinanti					
Inquinante	Ingresso		Efficienza	Uscita	
	Concentrazione	Flusso	di	Flusso	Verifica
	$C_{1,IN,media}$	$\varnothing_{1,IN}$	abbattimento	$\varnothing_{1,OUT}$	
	mg/Nm^3	mg/s	%	mg/s	mg/s
NH_3	1	19,44	95%	0,97	< 1,0
H_2S	1	19,44	95%	0,97	< 1,0
Mercaptani	0,2	3,89	95%	0,19	< 0,2
COV	0,1	1,94	95%	0,10	< 0,2

Camino	**E2**		
Portata	Q_1	40.000	m^3/h
		11,12	m^3/s

Bilancio inquinanti					
Inquinante	Ingresso		Efficienza	Uscita	
	Concentrazione	Flusso	di	Flusso	Verifica
	$C_{2,IN,media}$	$\varnothing_{2,IN}$	abbattimento	$\varnothing_{2,OUT}$	
	mg/Nm^3	mg/s	%	mg/s	mg/s
NH_3	1	11,12	95%	0,56	< 0,6
H_2S	1	11,12	95%	0,56	< 0,6
Mercaptani	0,2	2,22	95%	0,11	< 0,2
COV	0,1	1,11	95%	0,06	< 0,1

Tabella 19. Flussi di massa relativi ai punti di emissione convogliata

Inquinante	**E1**	**E2**
	$\varnothing_{1,OUT}$	$\varnothing_{2,OUT}$
	mg/s	mg/s
Polveri		
NH_3	0,97	0,56
H_2S	0,97	0,56
Mercaptani	0,19	0,11
COV	0,10	0,06

Tabella 20. Concentrazioni in ingresso ed in uscita dai sistemi di trattamento aria di progetto

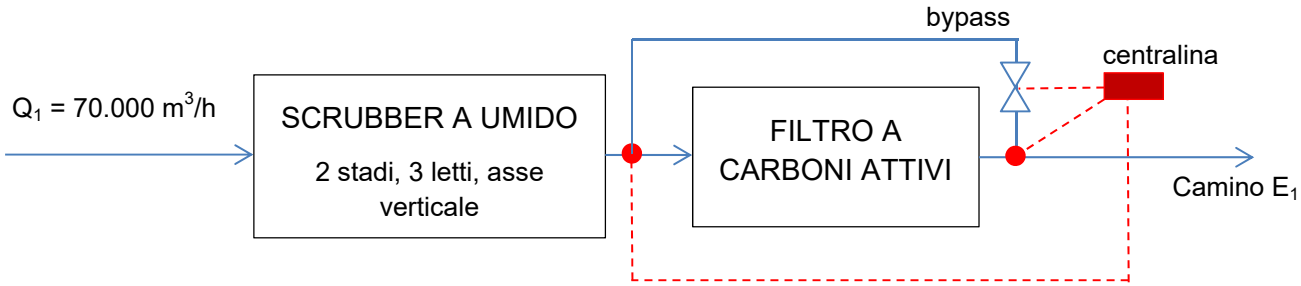
Inquinante	**E1**		**E2**		**Limiti**
	$C_{1,IN,media}$	$C_{1,OUT,media}$	$C_{2,IN,media}$	$C_{2,OUT,media}$	C_{lim}
	mg/Nm^3	mg/Nm^3	mg/Nm^3	mg/Nm^3	mg/Nm^3
Polveri					
NH_3	1	0,05	1	0,05	250
H_2S	1	0,05	1	0,05	5
Mercaptani	0,2	0,01	0,2	0,01	5
COV	0,1	0,005	0,1	0,005	

4.12. Ciclo depurativo

Con gli interventi in progetto, si avrà la seguente configurazione del trattamento depurativo dell'aria, per le varie emissioni convogliate:

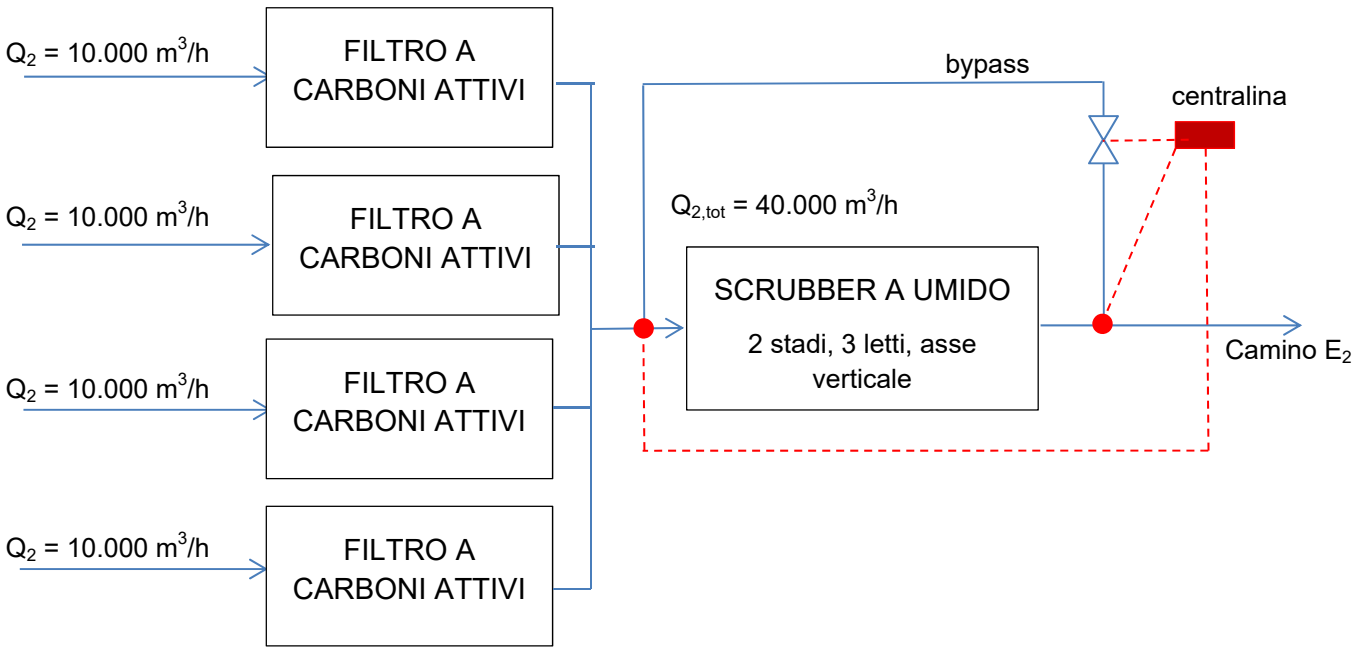
Camino E1

Lo schema di processo è il seguente.



Camino E2

Lo schema di processo è il medesimo della configurazione attuale.



4.13. Caratteristiche tecniche di materiali e apparecchiature impiegati

4.14. Scrubber a letto flottante

Si prevede l'installazione di N.2 nuovi scrubber a letto flottante ed asse verticale, con capacità di trattamento rispettivamente 70.000 (camino E1) e 10.000 (camino E2) m^3/h.

In generale, le apparecchiature previste sono caratterizzate dalle seguenti sezioni:

VASCA DI BASE A FORMA CIRCOLARE costruita in Polipropilene con spessore da 15 a 20 mm, completa di n.1 troppo pieno, n.1 livello visivo, n.1 tronchetto scarico di fondo e un tubo di collegamento all'elettropompa di ricircolo. La colonna ha il fondo piatto e deve poggiare su superficie orizzontale, piana e liscia.

TORRE DI ABBATTIMENTO in Polipropilene, completa di passi d'uomo per carico e scarico corpi di riempimento e flange di ingresso e uscita.

RAMPA DI LAVAGGIO TORRE, completa di ugelli di spruzzo a cono pieno di 120° per la bagnatura uniforme del letto di corpi di riempimento.

DEMISTER AD ALTA EFFICIENZA in materiale plastico, del tipo strutturato alveolare per separare le gocce del liquido di lavaggio trascinati dal moto del biogas.

ELETTROPOMPA di ricircolo liquido di lavaggio per portare il liquido dalla vasca inferiore alla parte superiore dello scrubber. Le pompe sono azionate da un motore elettrico in presa diretta e la loro particolare forma costruttiva a girante aperta consente il pompaggio dei fluidi "sporchi".

DISPOSITIVO PER IL DOSAGGIO DEI REAGENTI con regolazione della portata tramite frequenza, per dosaggio PROPORZIONALE impulsivo , Con misuratore di pH, con guarnizioni in VITON doppia valvola di non ritorno con sfera in ceramica, completa di n.1 sonda pH. Il dispositivo permette il dosaggio in automatico delle soluzioni nell'impianto.

LETTO DI CORPI DI RIEMPIMENTO a forma di sfere cave realizzate in PP. Sono sfere molto resistenti alla pressione, inoltre la loro densità è studiata per ottenere un perfetto galleggiamento.

TUBAZIONI di collegamento costruite in PP complete di valvole di intercettazione per il collegamento di tutte le vasche e pompe di ricircolo installate nell'impianto al fine di dare un lavoro a regola d'arte.

DISPOSITIVO PER IL REINTEGRO AUTOMATICO DELL'ACQUA, composto da n.1 sensori di livello a Pressione con membrana in TITANIO ed una elettrovalvola collegata alla rete idrica di stabilimento (con alimentazione di acqua di rete idrica alla pressione minima di 2,5 bar).

Ulteriori caratteristiche costruttive:

- Scarico di fondo con valvola manuale in PVC
- Controllo di livello visivo in PVC trasparente Ø 20
- Valvola a solenoide per il reintegro dell'acqua di make-up
- Controllore di livello del tipo trasmettitore di pressione a membrana affacciata
- Gruppo di spurgo della soluzione esausta composto da valvola automatica a membrana NC attuata pneumaticamente
- Tubazione di distribuzione liquido di lavaggio realizzata con tubo in PVC ed ugelli in Polipropilene.
- Griglie di supporto riempimento in Polipropilene.
- Riempimento con sfere cave in PEHD
- Rampa di distribuzione acqua di lavaggio con ugelli "no clog"
- Demister a flusso deviato realizzato in PVC alveolare
- Passi d'uomo e di mano per l'inserimento e la rimozione dei corpi di riempimento e del demister.
- Bulloneria in dotazione in Acciaio Inossidabile AISI 304

4.14.1. Scrubber E1

4.14.1.1.Letto Flottante serie SFP (acido)

Dati generali fluido		
Natura		Aria
Portata biogas in ingresso	Nm^3/h	**70.000**
Temperatura in ingresso	°C	25
Pressione di lavoro	mbar	-20 ÷ +35
Perdite di carico	mbar	< 7
Inquinante		NH3
Concentrazione ingresso	mg/m^3	-
Concentrazione uscita	mg/m^3	-
Dati ambientali		
Installazione	interna / esterna	esterna
Platea in c.a.		a cura del committente
Gamma di temperatura ambientale	°C	0÷60
Atmosfera esplosiva	ATEX class …	zona sicura
Dettaglio scrubber torre		

Marca		Airdep
Modello		SFP
Scrubber	N°	1
Velocità di attraversamento	m/s	4,48
Altezza corpi di riempimento	mt	≥0,40
Demister		SI
Ingombro in pianta	mt	3,00 x 4,00 x H 6,00
pH lavoro	pH	3 ÷ 5
Pompa di ricircolo		
Pompa di ricircolo scrubber	N°	2
Portata	Nm3/h	35
Prevalenza	bar	2,9
Motore	kW	5,5
Materiale di costruzione		SS316L
Pompa dosatrice		
Pompa Dosatrice H2SO4	N°	1
Portata	Nm3/h	60
Prevalenza	bar	10
Motore	kW	0,37
Materiale di costruzione		PP
Elettrovalvola acqua		
Elettrovalvola acqua	N°	1
Connessione		¾"
Tensione		24 Vdc
Scarico valvola pneumatica		
Scarico con valvola pneumatica	N°	1
Dimensioni	DN	50
Tensione		24 Vdc
Accessori		
Sonda pH	N°	1
Manometro (0-4 bar)	N°	2
Trasmettitore di pressione (livello scrubber)	N°	1
Alimentazione elettrica		
Potenza installata	kW	12
Tensione di alimentazione		400/3/50+N+T

4.14.1.2.Letto Flottante serie SFP (basico/ossidante)

Dati generali fluido		
Natura		Aria
Portata biogas in ingresso	Nm^3/h	**70.000**
Temperatura in ingresso	°C	25
Pressione di lavoro	mbar	-20 ÷ +35
Perdite di carico	mbar	< 7
Inquinante		H2S e COV
Concentrazione ingresso H2S	mg/m^3	-
Concentrazione uscita H2S	mg/m^3	-
Concentrazione COV dalla seconda colonna ingresso	mg/m^3	-
Concentrazione COV dalla seconda colonna Uscita	mg/m^3	-
Dati ambientali		
Installazione	interna / esterna	esterna
Platea in c.a.		a cura del committente
Gamma di temperatura ambientale	°C	0÷60
Atmosfera esplosiva	ATEX class …	zona sicura
Dettaglio scrubber torre		
Marca		Airdep
Modello		SFP
Scrubber	N°	1
Velocità di attraversamento	m/s	4,48
Altezza corpi di riempimento	mt	≥0,40
Demister		SI
Ingombro in pianta	mt	3,00 x 4,00 x H 6,00
pH lavoro	pH	3 ÷ 5
Pompa di ricircolo		
Pompa di ricircolo scrubber	N°	2
Portata	Nm3/h	35
Prevalenza	bar	2,9
Motore	kW	5,5
Materiale di costruzione		SS316L
Pompa dosatrice		
Pompa Dosatrice NaOH e HiCLo	N°	2
Portata	Nm3/h	60
Prevalenza	bar	10
Motore	kW	0,37
Materiale di costruzione		PP
Elettrovalvola acqua		
Elettrovalvola acqua	N°	1

Connessione		¾"
Tensione		24 Vdc
Scarico valvola pneumatica		
Scarico con valvola pneumatica	N°	1
Dimensioni	DN	50
Tensione		24 Vdc
Accessori		
Sonda pH	N°	1
Manometro (0-4 bar)	N°	2
Trasmettitore di pressione (livello scrubber)	N°	1
Alimentazione elettrica		
Potenza installata	kW	12,5
Tensione di alimentazione		400/3/50+N+T

4.14.1.3. Ventilatore con Inverter e cabina afonica

Ventilatore	
Ventilatore centrifugo realizzato con le seguenti caratteristiche: • Coclea in AISI304; • Girante semplice aspirazione a pale curve rovesce, costruita in AISI304; • Tenuta in gomma; • Tappo scarico condensa; • Portina di ispezione; • Giunto antivibrante aspirante multistrato per impieghi industriali; • Controflangia in aspirazione; • Funzionamento con inverter; • Parti interne: Sabbiatura SA 2 ½ - Doppia mano di antiruggine; • Parti esterne: Sabbiatura SA 2 ½ - Doppia mano di antiruggine, smalto a finire.	
Tipo di accoppiamento	Diretto
Materiale di costruzione	AISI304
Tipo di girante	Pale rovesce curve
Motore	110 kW
Portata nominale	70.000
Pressione Totale	3000 Pa
Livello sonoro A 1,5 mt con cabina insonorizzante	<80 dB (A)
Funzionamento sotto inverter	SI
Cabina insonorizzante	Si

4.14.2. Scrubber E2

4.14.2.1.Letto Flottante serie SFP (acido)

Dati generali fluido		
Natura		Aria
Portata biogas in ingresso	Nm^3/h	**40.000**
Temperatura in ingresso	°C	25
Pressione di lavoro	mbar	-20 ÷ +35
Perdite di carico	mbar	< 3
Inquinante		NH_3
Concentrazione ingresso	mg/m^3	<90
Concentrazione uscita	mg/m^3	<5
Dati ambientali		
Installazione	interna / esterna	esterna
Platea in c.a.		a cura del committente
Gamma di temperatura ambientale	°C	0÷60
Atmosfera esplosiva	ATEX class …	zona sicura
Dettaglio scrubber torre		
Scrubber	N°	1
Velocità di attraversamento	m/s	>3,40
Altezza corpi di riempimento	mt	≥0,40
Demister		SI
Ingombro in pianta	mt	2,50 x 3,00 x H 6,00
pH lavoro	pH	3 ÷ 5
Pompa di ricircolo		
Pompa di ricircolo scrubber	N°	2
Portata	Nm3/h	25
Prevalenza	bar	2,5
Motore	kW	4
Materiale di costruzione		SS316L
Pompa dosatrice		
Pompa Dosatrice H2SO4	N°	1
Portata	Nm3/h	60
Prevalenza	bar	10
Motore	kW	0,37
Materiale di costruzione		PP
Elettrovalvola acqua		
Elettrovalvola acqua	N°	1
Connessione		¾"
Tensione		24 Vdc
Scarico valvola pneumatica		

Scarico con valvola pneumatica	N°	1
Dimensioni	DN	50
Tensione		24 Vdc
Accessori		
Sonda pH	N°	1
Manometro (0-4 bar)	N°	2
Trasmettitore di pressione (livello scrubber)	N°	1
Alimentazione elettrica		
Potenza installata	kW	12
Tensione di alimentazione		400/3/50+N+T

4.14.2.2.Letto Flottante serie SFP (basico/ossidante);

Dati generali fluido		
Natura		Aria
Portata biogas in ingresso	Nm^3/h	**40.000**
Temperatura in ingresso	°C	25
Pressione di lavoro	mbar	-20 ÷ +35
Perdite di carico	mbar	< 3
Inquinante		H_2S e COV
Concentrazione ingresso H2S	mg/m^3	<90
Concentrazione uscita H2S	mg/m^3	<5
Concentrazione COV dalla seconda colonna ingresso	mg/m^3	<200
Concentrazione COV dalla seconda colonna Uscita	mg/m^3	<10
Dati ambientali		
Installazione	interna / esterna	esterna
Platea in c.a.		a cura del committente
Gamma di temperatura ambientale	°C	0÷60
Atmosfera esplosiva	ATEX class …	zona sicura
Dettaglio scrubber torre		
Scrubber	N°	1
Velocità di attraversamento	m/s	>3,60
Altezza corpi di riempimento	mt	≥0,40
Demister		SI
Ingombro in pianta	mt	2,50 x 3,00 x H 6,00
pH lavoro	pH	3 ÷ 5
Pompa di ricircolo		
Pompa di ricircolo scrubber	N°	2
Portata	Nm3/h	25

Prevalenza	bar	2,5
Motore	kW	4
Materiale di costruzione		SS316L
Pompa dosatrice		
Pompa Dosatrice H2SO4	N°	2
Portata	Nm3/h	60
Prevalenza	bar	10
Motore	kW	0,37
Materiale di costruzione		PP
Elettrovalvola acqua		
Elettrovalvola acqua	N°	1
Connessione		¾"
Tensione		24 Vdc
Scarico valvola pneumatica		
Scarico con valvola pneumatica	N°	1
Dimensioni	DN	50
Tensione		24 Vdc
Accessori		
Sonda pH	N°	1
Manometro (0-4 bar)	N°	2
Trasmettitore di pressione (livello scrubber)	N°	1
Alimentazione elettrica		
Potenza installata	kW	12
Tensione di alimentazione		400/3/50+N+T

4.14.2.3.Ventilatore con Inverter e cabina afonica;

Ventilatore	
Ventilatore centrifugo realizzato con le seguenti caratteristiche: • Coclea in AISI304; • Girante semplice aspirazione a pale curve rovesce, costruita in AISI304; • Tenuta in gomma; • Tappo scarico condensa; • Portina di ispezione; • Giunto antivibrante aspirante multistrato per impieghi industriali; • Controflangia in aspirazione; • Controflangia in mandata; • Funzionamento con inverter; • Parti interne: Sabbiatura SA 2 ½ - Doppia mano di antiruggine; • Parti esterne: Sabbiatura SA 2 ½ - Doppia mano di antiruggine, smalto a finire.	
Tipo di accoppiamento	Diretto
Materiale di costruzione	AISI304
Tipo di girante	Pale rovesce curve
Motore	60 Kw
Portata nominale	40.000 mc/h
Pressione Totale	2.500 Pa
Livello sonoro A 1,5 mt IN CAMPO LIBERO	<90 Db (A)
Funzionamento sotto inverter	SI

4.15. Sistema di controllo delle emissioni

Il progetto prevede delle centraline di misura in continuo della qualità dell'aria in ingresso alle sezioni di filtrazione a carboni attivi (ovvero a valle degli scrubber..

Le misure saranno utilizzate per ottimizzare il dosaggio dei reattivi nelle torri di lavaggio ed anche per regolare l'apertura o chiusura di serrande motorizzate che alimenteranno o by-passeranno le sezioni a carboni attivi.

Tali sezioni, utili per l'affinamento del trattamento depurativo dell'aria, saranno così preservate in tutte quelle circostanze in cui i livelli di concentrazione delle sostanze inquinanti (H_2S, NH_3 e COV) risulteranno già al di sotto dei limiti per l'immissione in atmosfera già all'uscita dagli scrubber.

Il sistema sarà adottato per tutte le linee di trattamento soggette ad autorizzazione (linea fanghi)

Specifiche tecniche

Si prevede la fornitura e posa in opera di un sistema di monitoraggio di inquinanti in costituito dai seguenti componenti:

- Mini caninet per Alloggiamento sensori
- Pompa di prelievo (per linee di prelievo con lunghezza massima 15MT) ,
- Sistema di abbattimento condensa tramite porta filtro, Completo di dispositivi per il controllo della condensa,
- Elettrovalvola per il sistema di purga (freshair),
- Datalogger per la gestione del funzionamento della stazione di monitoraggi: max 8 Ingressi analogici, 8 ingressi digitali, 8 uscite digitali

  Tempistiche dei cicli di funzionamento (Analisi, Freshair, Pausa) completamente programmabili dall'operatore direttamente da display.
- Interfacciamento con PC locale tramite porta LAN,
- Display per la visualizzazione in reale time del valore misurato, porta USB per il download dei dati.

Sensori e campi di misura:

COMPOSTO	TIPOLOGIA SENSORE	RANGE DI MISURA	NUMERO
H_2S	ELETTROCHIMICO	0 ÷ 50 ppm	1
NH_3	ELETTROCHIMICO	0 ÷ 100 ppm	1
VOC	ELETTROCHIMICO	0 ÷ 100 ppm	1
O_2	ELETTROCHIMICO	0 ÷ 25%	1

I sistemi di monitoraggio inquinanti proposti nella presente progettazione sono analizzatori multiparametrici che avranno la duplice funzione di:

- Consentire il controllo in continuo della qualità delle emissioni, così da avere una costante verifica dell'efficienza del trattamento di rimozione, ma anche un costante controllo della necessità di impiego dei reattivi nelle sezioni di trattamento, con particolare riferimento alle torri di lavaggio (scrubber);.
- Consentire l'eventuale by-pass delle sezioni di filtrazione a carboni attivi, laddove ridondanti, in modo da ottimizzare i costi gestionali.

Il sistema di analisi e rilevazione multigas è composto da una pompa di prelievo (per linee di prelievo con lunghezza massima 15m), sistema di abbattimento condensa tramite porta filtro, unità di gestione e archiviazione dati datalogger, display per la visualizzazione in real time del valore misurato;

La centralina è capace di analizzare fino a 4 composti in continuo su due punti diversi di campionamento.

Grazie al datalogger installato al suo interno il sistema archivia i dati (fino alla sua capienza massima, sovrascrivendo il dato più vecchio) e può inviarlo in uno spazio di archiviazione (protocollo trasmissione FTP/SFTP/FTPS) grazie all'interfaccia di comunicazione scheda Ethernet o 3G.

L'intuitivo display permette la visualizzazione in tempo reale della concentrazione rilevata e la configurazione di alcuni variabili impostabili come i tempi di analisi, tempi di freshair, soglie di attivazione, che, tramite modulo uscite digitali relais, al presentarsi di un supero preimpostato, consentono l'attuazione di apparecchiature esterne compatibili (comando ON/OFF).

5. OPERE DI DIFESA IDRAULICA DEL CANALE EMISSARIO

Il by-pass generale del depuratore, che ha anche la funzione di scaricare in battigia le acque eccedenti quelle avviate a trattamento biologico in occasione delle punte idrauliche, è soggetto a frequenti fenomeni di rigurgito dell'acqua di mare, quando il moto ondoso diviene particolarmente importante.

Questo fenomeno comporta frequenti disagi, possibili danneggiamenti e la costante necessità di attività straordinaria di pulizia della parte terminale del canale.

Nella configurazione attuale, a circa 70 m dallo scarico, esiste una barriera soffolta che, però, non risulta sufficiente ad attenuare le frequenti mareggiate.

Per migliorare la funzione di protezione dello scarico in battigia, il progetto prevede dunque la realizzazione di una vera e propria scogliera distaccata di massi ciclopici realizzata in ampliamento ed innalzamento della esistente barriera soffolta.

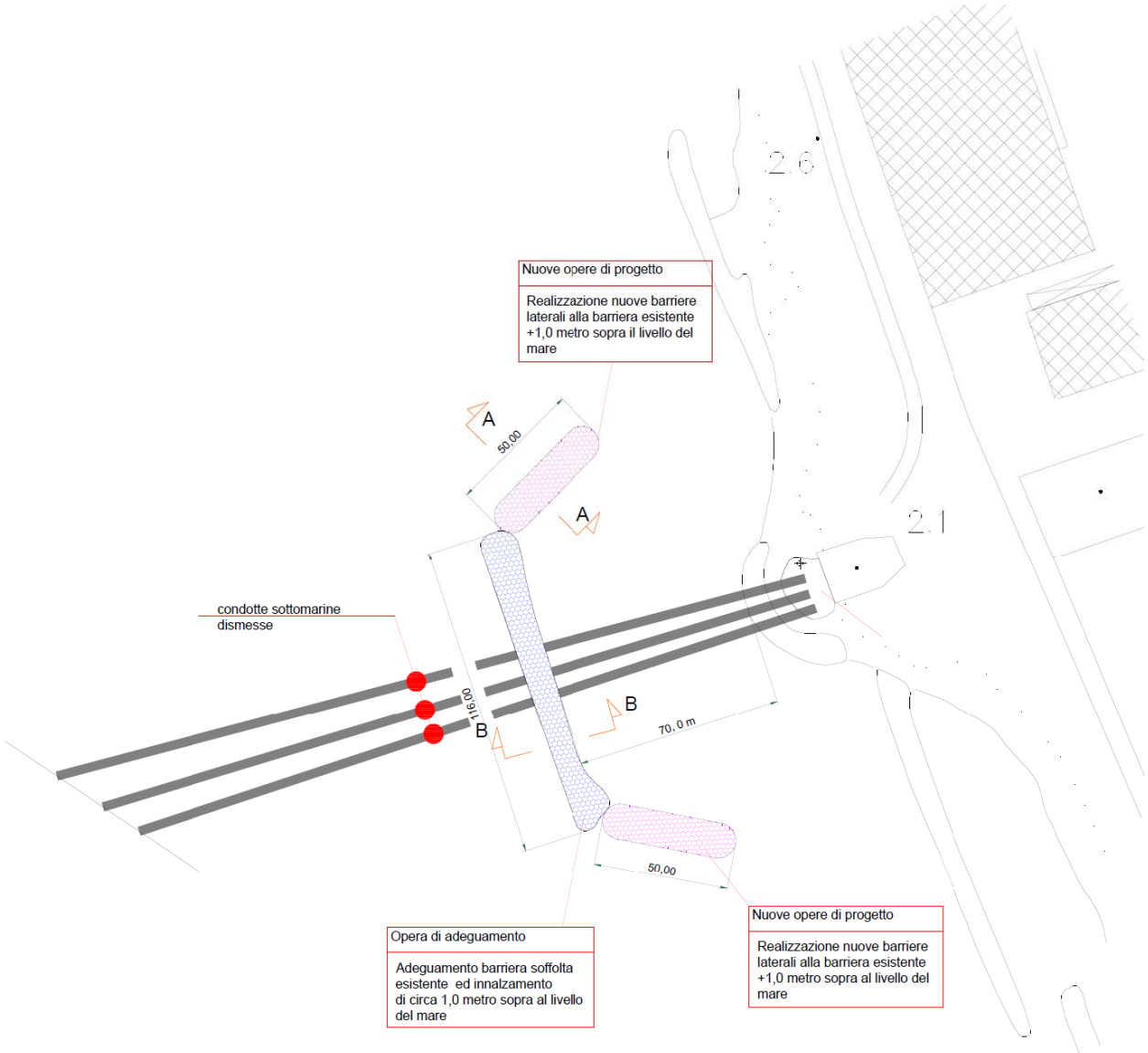


Figura 29. Adeguamento ed ampliamento della barriera soffolta esistente

Si prevede una struttura costiera più o meno parallela alla riva (un cumulo di massi di IV categoria con un nucleo di elementi di dimensione minore), sistemata a una certa distanza da essa, che ha la funzione di proteggere un tratto di litorale riducendo l'energia del moto ondoso incidente, nonché inducendo flussi convergenti per diffrazione, che generano un saliente o un tombolo.

Le dighe a scogliera vengono utilizzate in un campo di applicazione che va dalla protezione dei bacini portuali, alla protezione di spiagge soggette a fenomeni erosivi. In quest'ultimo caso si parla di detached breakwaters, in quanto vengono posizionate ad una certa distanza dalla spiaggia e parallelamente ad essa, in modo da provocare il frangimento del moto ondoso prima che possa giungere sulla spiaggia stessa, riducendo così drasticamente l'energia ondosa responsabile dei fenomeni erosivi. Per questo motivo esse sono note con il termine di "frangiflutti".

In questo caso, la funzione di frangiflutti viene utilizzata a protezione del canale emissario del depuratore, per ridurre la frequenza del fenomeno di rigurgito delle acque marine all'interno di tale canale, dovuto al significativo moto ondoso che interessa la fascia costiera di riferimento.

Le dighe a scogliera presentano un fronte inclinato verso il largo e, spesso, anche verso la zona da proteggere. Il fronte verso il largo ha evidentemente la funzione di determinare il frangimento dell'onda incidente.

Per contenere la permeabilità al moto ondoso, nonché i cedimenti dovuti agli assestamenti dei massi, le dighe a scogliera, nello schema più largamente utilizzato, riportato in Figura, sono costituite da blocchi di pezzatura diversa, in particolare decrescente dall'esterno verso l'interno.

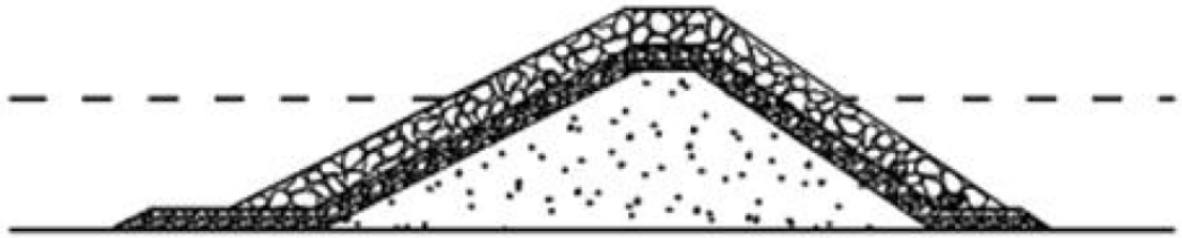


Figura 30. Rubble mound breakwater nello schema più classico

La parte più interna della diga, definita "nucleo", normalmente è costituita da tout-venant di cava, la cui granulometria può variare dal materiale sottile al materiale più grossolano. Essa è evidentemente caratterizzata dal grado di permeabilità più basso ed è quindi lo strato cui si attribuisce la maggiore capacità di limitare la trasmissione dell'energia ondosa per filtrazione all'interno della struttura. Il nucleo è sottratto quasi integralmente alle azioni del moto ondoso diretto, tranne che nelle fasi di esecuzione dell'opera.

Per evitare che il materiale costituente il nucleo venga dilavato per l'azione erosiva delle onde attraverso i meati dello strato più esterno costituito dai massi più grandi, tra il nucleo e lo strato esterno vengono interposti uno o più strati di materiale intermedio, denominati "strati filtro".

La parte più esterna dell'opera, denominata "mantellata", è la parte maggiormente sottoposta all'azione delle onde perché è proprio su di essa che si generano le più grandi sollecitazioni dovute al frangimento.

Ne consegue che le unità di armatura che la compongono devono essere sufficientemente grandi e pesanti da garantire la loro stessa stabilità quando sottoposte alle sollecitazioni più intense.

Nel caso in cui la struttura viene imbasata su un fondale roccioso, onde evitare lo scivolamento in massa degli elementi che compongono la mantellata viene realizzato uno strato di protezione al piede dell'opera.

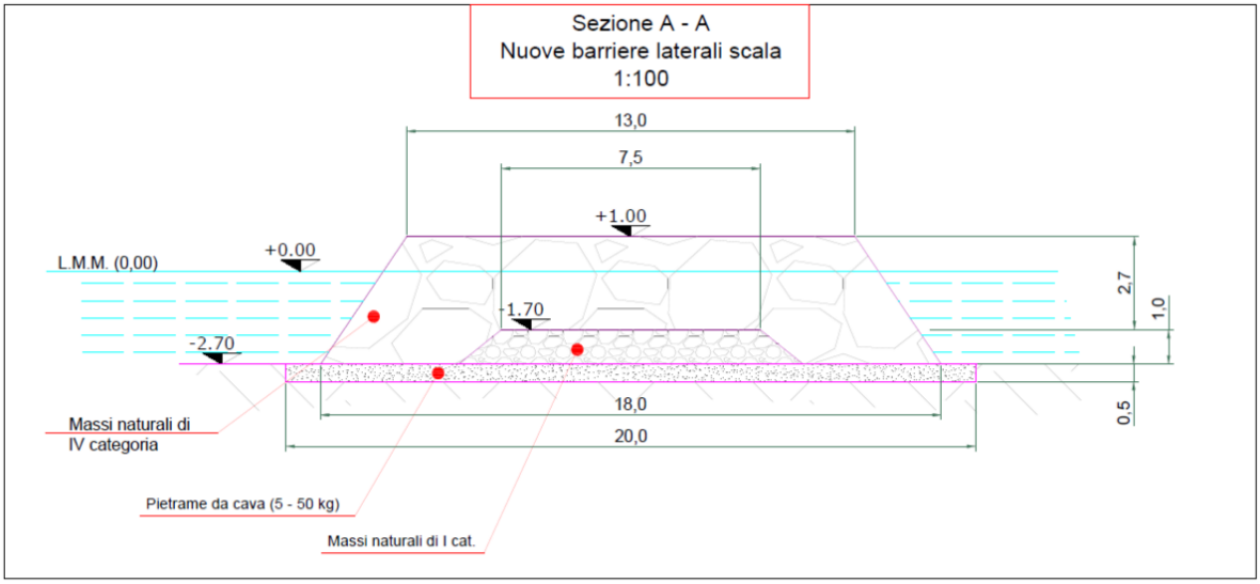


Figura 31. Sezione tipologica della barriera emersa di progetto

Nel caso di specie, si è stabilito di fondare la barriera emersa su uno strado di pietrame; la barriera è costituita poi da un nucleo di massi di categoria I (da 50 a 1.000 kg) e da una mantellata di massi di categoria IV (da 3.000 a 7.000 kg).

Si tratta, naturalmente, di valutazioni preliminari, utili per definire l'opera ed eseguire un calcolo sommario della spesa. I reali dettagli costruttivi dovranno essere sviluppati in sede di progettazione definitiva, anche alla luce dei necessari studi meteo-marini e di valutazione del moto ondoso.



Figura 32. Inquadramento delle opere previste

I

6. CONDOTTE DI ALLONTANAMENTO

Lo scarico a mare delle acque in uscita dal depuratore di Foce Sarno avviene tramite tre condotte sottomarine **realizzate nel 1991**.

Va innanzitutto precisato che tali condotte furono progettate per allontanare le acque nere in un arco temporale in cui l'impianto non era stato realizzato.

Più precisamente, si legge nella relazione di progetto dell'epoca che "il recapito a fondale è stato previsto per le **acque nere non di punta** in arrivo all'impianto ed il calcolo è stato eseguito sia per i valori di portata ipotizzati all'anno 1986 sia per quelli previsti all'anno 2016".

Ed infatti, il dimensionamento ed il calcolo idraulico delle condotte è basato sui seguenti valori di portata:

- Q = 611,5 l/s = 2.200 m^3/h corrispondente al caso di scarico delle portate previste al 1986 mediante due condotte.
- Q = 676,7 l/s = 2.434 m^3/h corrispondente al caso di scarico della portata media al 2016 mediante tre condotte

In ultima analisi, furono realizzate N.3 tre condotte del diametro di 800 mm. in poliestere rinforzato con fibra di vetro, munite di diffusori sempre del diametro di 800 mm. in acciaio rivestito con calcestruzzo cementizio armato.

Ciascuna condotta sviluppa una sezione netta di 0,5027 mq ed ha lunghezza a mare di circa 1425 m; la profondità media che viene raggiunta è di circa 27 m, valore che, all'epoca, fu individuato per assicurare **un soddisfacente grado di diluizione e diffusione**.

Vi era cioè la necessità di assicurare l'efficienza della condotta al fine di conseguire la diluizione sufficiente allo scarico di liquami bruti, ovvero non depurati.

E' di tutta evidenza che, nella condizione odierna, tale necessità non sussiste più.

Complessivamente, le condotte sono dunque in grado di portare 7.308 m^3/h, valore pari a 1,75 volte la portata media nera nella condizione a regime. E' evidente che, dato il dimensionamento all'epoca eseguito, in tutte le condizioni di punta, sia punta nera che punta di pioggia, le tre condotte non saranno in grado di smaltire l'intera portata di punta che, dunque, verrebbe immessa in mare direttamente in battigia tramite il canale di by-pass.

Le condotte, infatti, hanno un tronco a terra di lunghezza di 335 m circa fino alla battigia per cui la lunghezza globale del loro tracciato è di 1.760 m. Materialmente, questa porzione a terra viaggia all'interno del canale di bypass.

Il torrino di carico presenta degli sfiori di troppo pieno, a quota +8,20 m.s.l.m., che recapitano direttamente nel by-pass portate eventualmente eccedenti quelle che le tre condotte sono in grado di smaltire.

Nelle attuali condizioni di esercizio il by-pass non entra in funzione durante le punte nere, ovvero con la massima portata avviata al trattamento secondario. Questa condizione però deve essere valutata nella consapevolezza che, allo stato, all'impianto non arrivano portate pari a quelle di progetto che saranno raggiunte solo con il perfezionamento, ormai prossimo, dello schema fognario di adduzione.

Si deve altresì tener presente che le condotte presentano una serie di danni e rotture, a causa delle quali i reflui si immettono in mare a distanze dalla costa inferiori ai 1.475 m e certamente in modo più "libero" rispetto alla condizione di passaggio nel diffusore.

6.1. Stato di fatto delle condotte

Una recente ispezione subacquea delle condotte ha evidenziato la progressiva deformazione delle stesse e la presenza di una serie di rotture.

Le videoispezioni ultimate in data 15 Aprile 2022 hanno restituito i seguenti risultati:

- **Condotta 1 (lato Castellammare di Stabia)**

La condotta ubicata sul versante di Castellamare di Stabia risulta essere la più corta delle tre. Questa condotta è completamente interrata compreso il diffusore; solo un tratto di diffusore in e.a. emerge e sembra fuori esercizio già da tanto tempo. Non vi è nessuna traccia di diffusione.

Lungo la llnea della condotta, Invece, si sono rilevate n. 2 rotture con fuoriuscita di liquame: una a batimetrica-11,80 mt in corrispondenza di una precedente riparazione con giunto in acciaio inox e una a batimetrica -13,70 mt, dove manca un pezzo di vetroresina della condotta. Entrambe le rotture sono state individuate a mezzo coordinate geografiche riportate in planimetria.

- **Condotta 2 (centrale)**

La condotta centrale è la più lunga delle tre e supera in estensione anche la Meda di segnalazione del campo di diffusione. La meda risulta arretrata di circa 200 metri rispetto al termine della condotta 2.

Il diffusore ha una lunghezza di circa 120 mt e termina a batimetrica -27,8 mt; esso è formato da blocchi in cls dove internamente alloggiano gli eiettori, con diffusione trasversale alla condotta (destra-sinistra), del diametro di circa 100 mm. Il diffusore è ulteriormente protetto da altri blocchi in cls, a forma trapezoidale, posti a destra e sinistra di esso per impedirne il ribaltamento. Tale massiccia opera garantisce un'ottima diffusione al punto che in superficie non si percepisce nulla. Il diffusore termina con una flangia cieca (tappo) ed è funzionante.

Lungo la linea della condotta si è rilevata n. 1 punto di rottura con fuoriuscita di liquame a batimetrica -10,00 mt dove manca un pezzo di vetroresina della condotta dall'estradosso superiore. La rottura è stata individuata a mezzo coordinate geografiche riportate in planimetria.

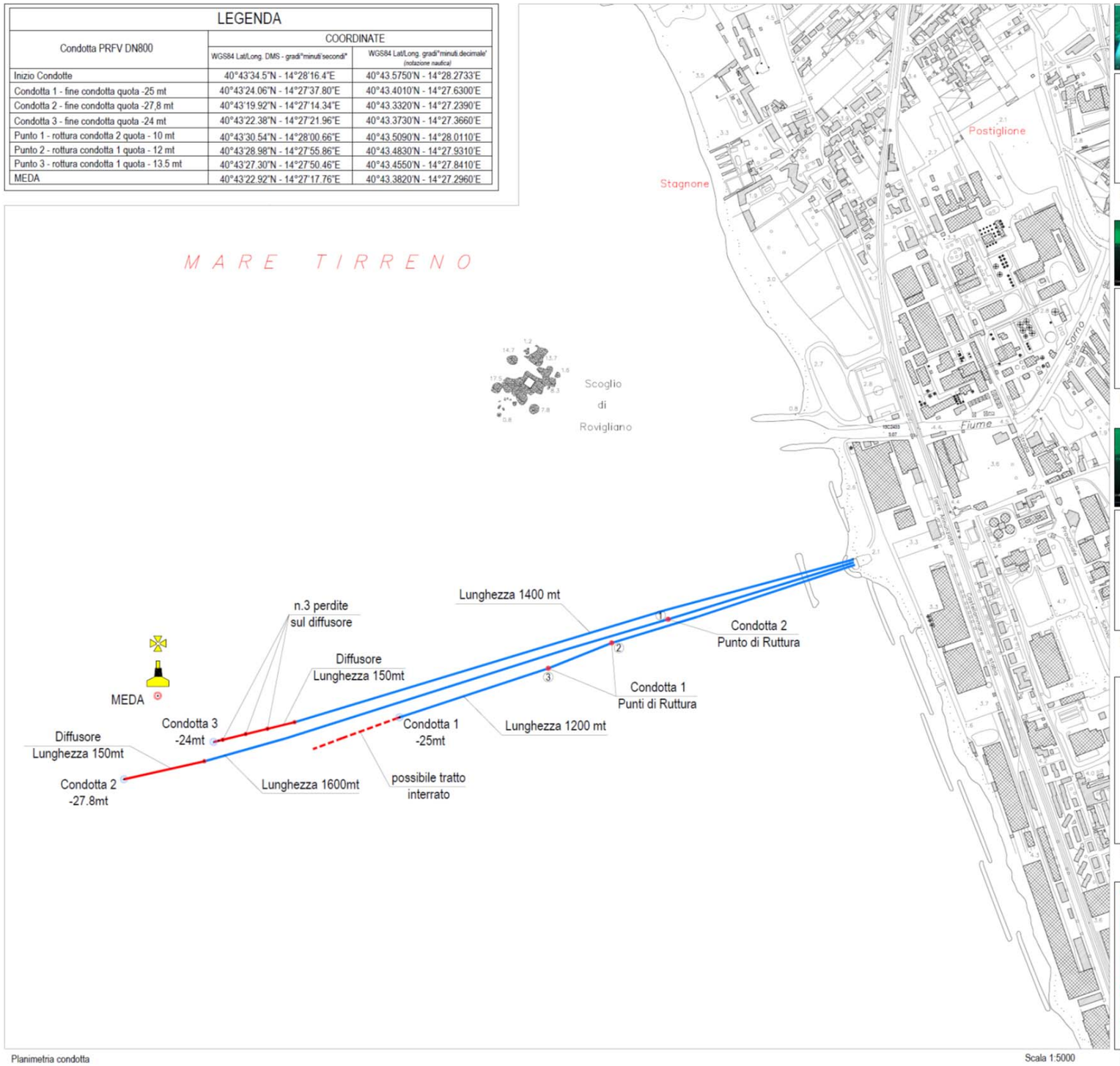
- **Condotta 3 (lato Torre Annunziata)**

La condotta ubicata sul versante di Torre Annunziata come le altre è completamente interrata fino a batimetrica - 21,00 mt dove inizia il diffusore che è delle stesse caratteristiche delle altre condotte. Esso termina a batimetrica -24,00 mt ed è protetto da blocchi in CLS che creano dei torrini alle cui estremità vi è la diffusione dei liquami.

Lungo la linea del diffusore si sono riscontrate n. 3 punti di rottura identiche, a circa 20 mt di distanza tra loro, con fuoriuscita di liquame, a batimetrica -22,40 mt, -22,30 mt e -22, 10 mt.

In conclusione, solo una delle tre condotte, quella dal lato di Torre Annunziata, assicura ancora un corretto allontanamento dei reflui, benchè anch'essa mostri dei danni nella parte finale del diffusore.

LEGENDA		
Condotta PRFV DN800	COORDINATE	
	WGS84 Lat/Long. DMS - gradi°minuti'secondi"	WGS84 Lat/Long. gradi°minuti.decimale' (notazione nautica)
Inizio Condotte	40°43'34.5"N - 14°28'16.4"E	40°43.5750'N - 14°28.2733'E
Condotta 1 - fine condotta quota -25 mt	40°43'24.06"N - 14°27'37.80"E	40°43.4010'N - 14°27.6300'E
Condotta 2 - fine condotta quota -27,8 mt	40°43'19.92"N - 14°27'14.34"E	40°43.3320'N - 14°27.2390'E
Condotta 3 - fine condotta quota -24 mt	40°43'22.38"N - 14°27'21.96"E	40°43.3730'N - 14°27.3660'E
Punto 1 - rottura condotta 2 quota - 10 mt	40°43'30.54"N - 14°28'00.66"E	40°43.5090'N - 14°28.0110'E
Punto 2 - rottura condotta 1 quota - 12 mt	40°43'28.98"N - 14°27'55.86"E	40°43.4830'N - 14°27.9310'E
Punto 3 - rottura condotta 1 quota - 13.5 mt	40°43'27.30"N - 14°27'50.46"E	40°43.4550'N - 14°27.8410'E
MEDA	40°43'22.92"N - 14°27'17.76"E	40°43.3820'N - 14°27.2960'E



Planimetria condotta

Scala 1:5000



Foto 1 - Vista Condotta 2 - I Rottura 10mt -



Foto 2 - Vista Condotta 1 - II Rottura - apertura giunto 12mt -



Foto 3 - Vista Condotta 1 - III Rottura - tubazione tranciata 13,5mt -



Foto 4 - Vista rottura diffusore condotta 3



Foto 5 - Vista diffusore condotta 2

6.2. Le condizioni di esercizio di progetto

Come si è detto, le condotte furono progettate per smaltire la portata media nera effluente, secondo le previsioni del 1991 e, dunque, per un valore massimo di 2.30,1 l/s.

Le condizioni di esercizio delle condotte furono definite imponendo che fossero rispettati un limite massimo di velocità (2,50 m/s) ed un minimo (0,50 m/s) in ciascuna condotta.

Le perdite di carico distribuite in ciascuna condotta possono essere calcolate utilizzando la formula di Hazen-Williarns:

$$J = \left(\frac{V}{0{,}85 \cdot C \cdot R^{0{,}63}}\right)^{\frac{1}{0{,}54}}$$

dove:

J = cadente piezometrica

C = coefficiente di flusso, è stato assunto pari a 160

V = velocità in condotta

R = Raggio idraulico

Devono poi essere valutate le persite di carico nel diffusore. Come risulta dalla relazione dell'epoca, la portata di scarico viene rilasciata da 11 bocche, le prime 10 in corrispondenza delle giunzioni dei tubi, l'ultima nella sezione terminale.

Il diametro di ciascuna bocca è stato fissato in 200 mm in maniera da preveniersi nei confronti di possibili ostruzioni da parte di sostanze voluminose; ogni bocca è poi munita di 2 ugelli anch'essi Ø 200.

Le caratteristiche del diffusore sono dunque le seguenti:

- Ø 800; d = 0,5027 m^q; R_h = 0,20 m; lunghezza 120 m
- Bocche Ø 200. sezione di una bocca: u = 0,03142 m^2

Per calcolare le perdite di carico, si inizia dalla bocca finale del diffusore e si fissa, in prima approssimazione, un coefficiente di scarico c_d pari a 0,90; sulla base delle indicazioni fornite da Mc Nowm e Rawn, si ha:

$$q_{\max(1)} = \sigma_u c_d \sqrt{2gH_1}$$

dove il pedice 1 sta ad indicare la bocca più a valle ed H_1 il carico su di essa.

Il carico sulla bocca n.2 viene valutato sommando ad H_1 i valori della perdita di carico in condotta tra le bocche 1-2 e la perdita di carico dovuta alla diversa densità dell'acqua reflua rispetto all'acqua del corpo recettore.

La perdita di carico continua viene valutata con la formula proposta da Scimemi-Veronese, mentre quella dovuta alla differenza di densità tra i 2 liquidi è pari a:

$$h_q = \frac{Y_S - Y_0}{Y_0} \cdot i \cdot a$$

dove

Y_s = peso specifico acqua di mare

Y_0 = peso specifico del liquame

i = pendenza dei diffusori (assunta pari 2%)

a = interasse bocche

In generale si ha:

$$H_s = y + h_q + H_{s-1}$$

Il valore del coefficente di scarico si rileva dal diagramma. ài Mc Nown e Rawn. in funzione del valore:

$$\frac{V^2}{2gH}$$

utilizzando queste formula e partendo dai dati relativi ai casi di progetto, si calcolano, per tentativi, i carichi necessari al deflusso delle portate.

Parametro	**Simbolo**	**Condizione di progetto**	**Massimo carico ammissibile**	**U.M.**
Portata	Q	0,6767	1,237	m^3/s
Diametro condotta	D	0,8	0,8	m
Sezione condotta	S	0,503	0,503	m^2
Coefficiente di flusso	C	160	160	
Raggio idraulico	R	0,2	0,2	m
Velocità in condotta	V	1,346	2,462	m/s
Cadente	J	0,001269	0,003881	
Lunghezza totale	L	1760	1760	m
Perdite di carico distribuite	ΔH	2,234	6,831	m
Perdite di carico nel diffusore	ΔH_d	0,4	1,369	m
Perdite di carico totali	ΔH_{tot}	2,634	8,200	m

Sviluppando il calcolo delle perdite di carico, e nota la quota di sfioro del troppo pieno del torrino di carico (+8,2 m.s.l.m.) si può calcolare la massima portata che il sistema delle tre condotte può smaltire, prima che si attivi il troppo pieno.

Tale valore massimo è pari a Q_{max} = 13.363 m^3/h.

Considerato che la massima portata ammessa al trattamento biologico, a regime, sarà pari a 12.536 m^3/h, si può dunque considerare sufficiente il sisitema delle tre condotte anche nelle condizioni future, ammesso che esse possano essere considerate in condizioni sufficienti da assicurare un corretto allontanamento dalla costa.

Non è infatti più necessaria la funzione di diluizione che pure aveva caratterizzato l'originario calcolo di dimensionamento delle condotte e dei relativi diffusori, tuttavia lo stato di usura delle condotte è davvero elevato, in particolra per due delle tre condotte originarie.

6.3. Eventuale rifunzionalizzazione delle condotte esistenti

L'ipotesi di riabilitare o rifunzionalizzare le condotte esistenti passa, necessariamente, per una più esaustiva ricognizione sullo stato effettivo delle tubazioni e dei materiali che le compongono.

Da progetto, le condotte esistenti sono interrate, con uno spessore di ricoprimento non inferiore ad 1 m di terreno.

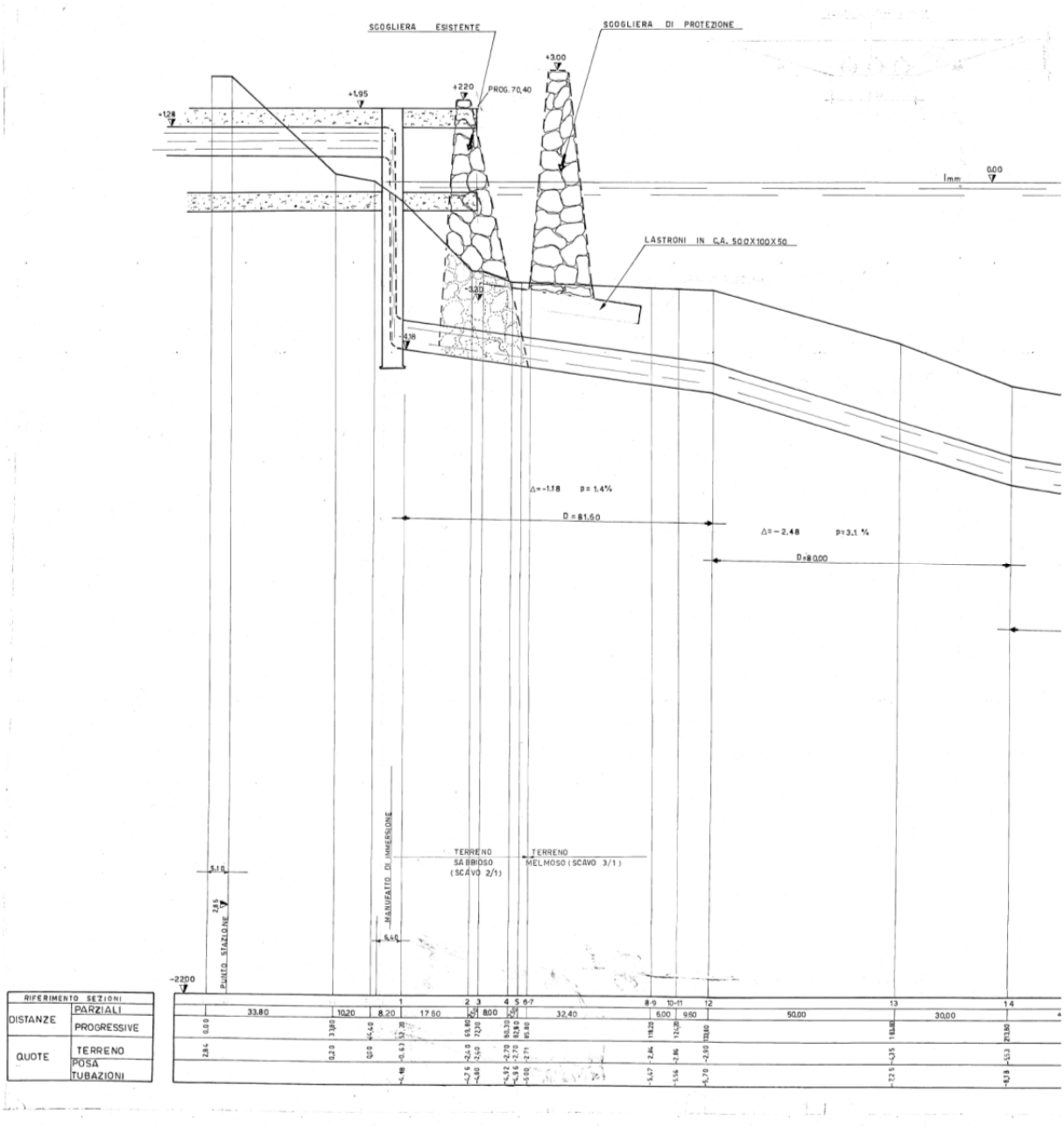
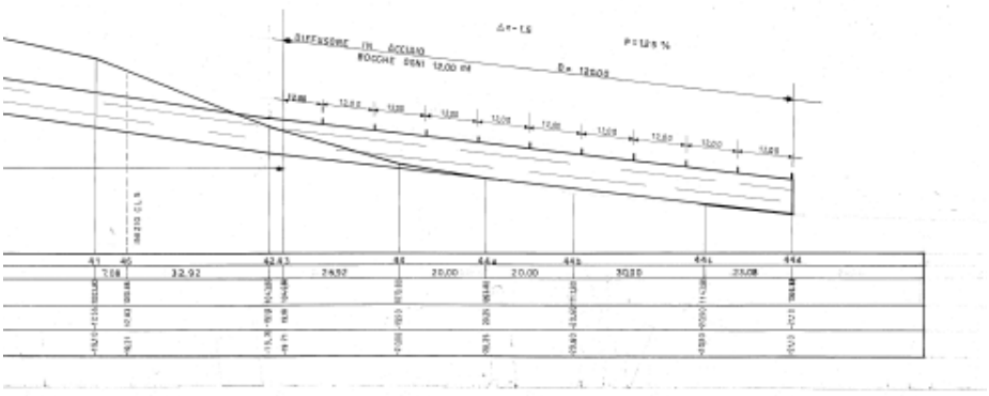


Figura 33. Particolare del profilo idraulico di progetto della condotta

Ne consegue che l'ispezione dall'esterno, analoga a quella eseguita nel 2022, messa a disposizione degli scriventi dal gestore GORI, non è assolutamente sufficiente a verificare lo stato complessivo delle condotte, se non nei tratti dove, malauguratamente, nel corso degli anni il ricoprimento della condotta è stato perduto.

In ipotesi, gli unici tratti "a vista" dovrebbero essere quelli immediatamente a monte del diffusore ed il diffusore stesso, che, come si è visto, per una delle tre condotte non risulta rintracciabile.



Profilo della condotta nella parte terminale e diffusore

Sulla fattibilità di una video-ispezione dall'interno della condotta, chi scrive, dopo aver consultato diversi operatori specializzati di settore, manifesta un certo scetticismo, anche perché, con ogni probabilità, si dovrebbe comunque procedere ad una previa pulizia interna delle condotte, con allontanamento dei sedimenti eventualmente presenti.

Più fattibili, invece, sono dei saggi, lungo il profilo delle condotte, con rimozione del terreno di ricoprimento e verifica dello stato della condotta sottostante, con eventuale prelievo di materiali costituenti la tubazione.

I materiali prelevati da questi saggi e dalle porzioni già scoperte di condotta, dove sono state individuate le rotture e le fessurazioni di cui alla videoispezione del 2022, dovranno essere assoggettati ad una serie di prove di laboratorio utili a stabilire il grado di usura delle condotte, rispetto agli standard previsti dalle norme di riferimento per tubazioni in PRFV da posare per formare condotte sottomarine

Analogo ragionamento vale anche per le porzioni di tubazione in vetroresina costituenti il tratto a terra dello scarico del depuratore.

Si tratta delle tre porzioni di lunghezza pari a ca. 355 m che viaggiano all'interno del canale emissario di by-pass e presentano, già alla vista, rotture e fessurazioni, cui i fenomeni di rigurgito del moto ondoso marino nel canale di by-pass hanno certamente contribuito.

6.4. Caratteristiche di accettabilità delle tubazioni

Le tubazioni ed i raccordi in PRFV devono avere caratteristiche tecniche in tutto conformi a quanto prescritto nelle norme UNI 9032, UNI EN 1796, UNI EN 14364.

I materiali plastici rinforzati con fibra di vetro (P.R.F.V.) rientrano nella categoria dei materiali cosiddetti "compositi", nei quali un materiale di natura fibrosa con elevate caratteristiche di resistenza alla trazione è inglobato in un materiale omogeneo (matrice) di minori caratteristiche meccaniche.

La matrice è costituita da resine poliesteri insature termoindurenti ed ha il compito di tenere assieme le fibre, aventi orientazione e densità definite dalle specifiche tecniche di costruzione.

Le fibre di vetro possono essere presenti in varie forme (rovings continui, mats a fili tagliati, stuoie e tessuti, veli di superficie, ecc.).

Resine

Devono essere utilizzate resine poliesteri del tipo isoftalico ad alto peso molecolare.

Le resine devono soddisfare i seguenti requisiti misurati su provini non rinforzati:

- Temperatura di distorsione termica (HDT) secondo ASTM D 648: minimo 70°C
- Carico di rottura a trazione secondo ASTM D 638: minimo 600 Kg/cm2
- Allungamento a rottura a trazione secondo ASTM D 638: minimo 2,5 %.
- Modulo elastico a trazione secondo ASTM D 638: minimo 30.000 Kg/cm2.
- Carico di rottura a flessione secondo ASTM D 790: minimo 900 Kg/ cm2
- Modulo elastico a flessione secondo ASTM D 790: minimo 30.000 Kg/cm2.
- Assorbimento d'acqua secondo ASTM D 57O: massimo 0,5%.
- Acidità secondo DIN 53402: massimo 35 mg KOH/g.
- Viscosità a 25°C: massimo 500 cps.

Rinforzi

Devono essere costituiti da fibre di vetro del tipo "E", caratterizzate dai seguenti requisiti prestazionali:

- Resistenza a trazione: min. 14.000 Kg/cm2.
- Contenuto di umidità (ASTM 2654-67 T PROC.1): max 0,3%
- Perdita alla combustione (ASTM D 578-61): max 1,5%.

Possono essere usati sotto forma di fili (roving), tagliati e non tagliati, di mats di superficie, di tessuto e di stuoia.

Cariche

Le resine impiegate possono contenere cosiddette "cariche", ai fini del controllo della viscosità, della resistenza alla fiamma, della resistenza ai raggi ultravioletti, ecc.

Acceleranti, Catalizzatori, Induritori, Inibitori

Devono essere utilizzati prodotti che portino alla completa polimerizzazione dei componenti

L'efficienza di una tubazione di PRFV passa attraverso la corretta individuazione dello spessore di parete e la verifica delle quantità/qualità dei materiali che la compongono.

Nel caso di specie, si dovrà verificare lo spessore residuo della parete della tubazione e l'eventuale quantità di inerti aggiunti alla resina ed alle fibre di vetro, per stabilire se la composizione attuale del materiale sia idonea al funzionamento della condotta (portata, eventuale pressione) ed alle condizioni di posa (tipologia di posa, carichi agenti sulle tubazioni, ecc.),

L'idonea individuazione dei suddetti elementi di base, nelle condizioni al contorno ipotizzate, deve condurre a stabilire se la tubazione rechi in se adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, che consentano alla tubazione stessa di non raggiungere, in fase di esercizio, i massimi valori di ovalizzazione, di sollecitazione a trazione e a taglio, oltre i quali si avrebbe la fessurazione o la rottura della parete.

A titolo di confronto, per tubazioni nuove, i requisiti richiesti sono i seguenti:

- valore di rigidezza specifica che consenta, in condizioni ottimali di posa, una ovalizzazione massima pari ad 1/4 del valore della ovalizzazione di fessurazione o (se coincidenti) di rottura (verificati empiricamente mediante prova in stabilimento); in ogni caso, il valore massimo ammissibile di ovalizzazione non deve superare il 5%;
- coefficiente di sicurezza almeno pari a 2, con riferimento al collasso della sezione trasversale per instabilità elastica;
- resistenza media a trazione, ammissibile, nella direzione longitudinale tale da consentire alla tubazione di resistere, a rottura, almeno ad una pressione interna pari a 2 bar;
- la pressione nominale (PN) dichiarata dal produttore sia minore di 1/4 rispetto alla pressione di fessurazione (P_f = pressione che induce lesioni nella parete interna della tubazione, anche senza fuoriuscita di acqua) o, se coincidenti, di rottura (Pr = pressione che induce rottura nella parete resistente, con fuoriuscita di acqua) – in questo caso, in luogo della pressione nominale PN, potrà essere utilizzato un valore pari a 5 volte la pressione di esercizio o la pressione esercitata dalla colonna d'acqua gravante sulla condotta sottomarina;

In generale, le tubazioni devono essere verificate secondo le prescrizioni dello standard AWWA (American Water Works Association) C950, utilizzando i coefficienti di sicurezza previsti nelle norme citate ed ipotizzando un funzionamento in depressione pari a 0,5 bar, anche nel caso in cui il progetto non lo preveda ed anche nel caso in cui siano previste, in progetto, apparecchiature automatiche per il rientro di aria.

6.5. Verifiche sui campioni prelevati

Sui campioni di materiale prelevati dalle condotte nelle fasi di ispezione, dovranno essere eseguite prove tali da verificare la condizione generale del materiale, e stimare la vita utile residua.

In linea esemplificativa, non necessariamente esaustiva, le prove che potranno essere condotte sono:

Prove distruttive

Tali prove, di qualificazione e di verifica del calcolo, sono quelle di regola eseguite all'inizio della fornitura, cui vanno aggiunte quanto meno le tipiche prove di fessurazione.

.

Le prove distruttive comprendono:

- Prova di fessurazione e/o rottura per pressione interna, eseguita secondo ASTM D 1599.
- Prova di schiacciamento fra piatti paralleli. eseguita secondo ASTM D 2412. Dalla prova si deve ricavare l'indice di rigidità trasversale e la deflessione a cui avviene la lesione (rottura).
- Percentuale di vetro, inerte siliceo e resina isoftalico presente nel manufatto, eseguita sui campioni tratti dai provini utilizzati nelle prove precedenti, secondo ASTM D 2584.

  La prova deve essere effettuata distintamente fra i vari strati componenti la parete del tubo. Le prove eseguite secondo la norma ASTM citata forniscono la percentuale in peso di resina e di vetro.

  Nel caso in cui nel tubo non sia prevista la presenza di inerte siliceo devono essere misurate le sole percentuali di fibre e di resina tale da essere, rispettivamente, nel rapporto 75% e 25%.

  In presenza, invece, di inerte siliceo, la prova risulta accettata se la percentuale di fibra di vetro e resina è tale da non essere inferiore al 20%, con tolleranza di errore pari a +/- 3%.

Ulteriori prove e verifiche da eseguire saranno:

- Verifica dello spessore
- Controllo polimerizzazione

  Deve essere effettuato sui campioni sottoposti alle prove distruttive; in particolare, devono essere presi campioni sui quali è stata svolta la prova a schiacciamento.

  Il controllo deve essere eseguito mediante D.S.C. (Differential Scanner Calorimeter) secondo procedura riportata nella ISO 11357-5.

  La prova è accettata se il grado di polimerizzazione del monomero di partenza (stirene) è superiore al 92%.

I risultati di tutte queste verifiche eseguite presso laboratori certificati, potranno dare indicazioni sulla condizione generale delle tubazioni e sulla loro vita utile residua ed indirizzare il progettista sull'opportunità o meno di eseguire interventi di riparazione/riabilitazione e sulle modalità con cui essi potranno essere eseguiti.

6.6. Sostituzione di porzioni di condotta.

Benché molto complessa, in considerazione del fatto che le condotte esistenti sono interrate, hanno subito importanti deformazioni nel corso degli anni e sono costituite da materiali a fine vita utile, è una tipologia di intervento che deve essere considerata.

Per i tratti di condotta interrati, ovvero – teoricamente - tutta la condotta con l'eccezione del manufatto di immissione in mare e dei tratti immediatamente a monte dei diffusori, l'intervento dovrà prevedere

- lo scavo,
- la messa a nudo della tubazione,

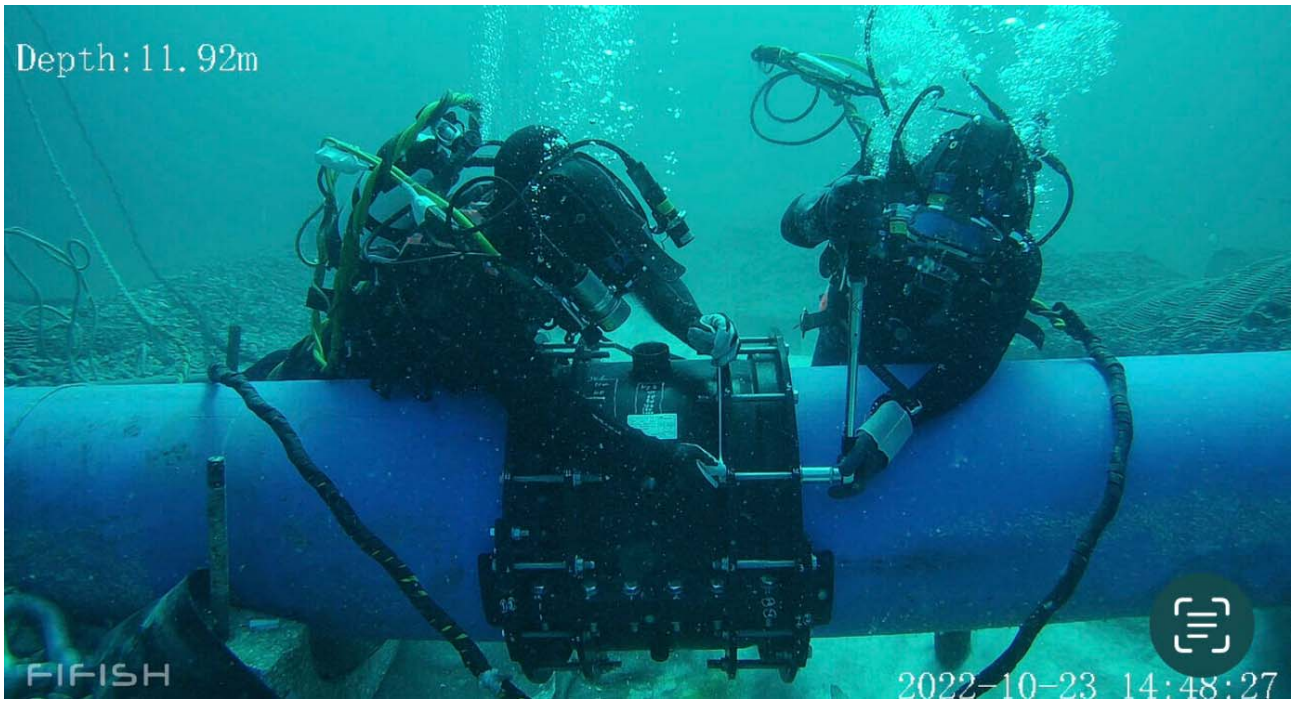
- il taglio,
- il posizionamento del nuovo tratto di condotta (in PRFV o altri materiali ritenuti idonei, e la realizzazione di collari o manicotti di giunzione idonei,
- il rinterro e/o l'esecuzione di copponi di appesantimento.

Per la riparazione di porzioni di condotta, si potrebbe ipotizzare l'uso di giunti in due pezzi, come mostrato in figura





Si potrebbe altresì ipotizzare la posa di nuove porzioni di condotta, non necessariamente in PRFV, giuntate con sistemi sagomati come quello mostrato in figura:



E' di tutta evidenza che, in questa sede di studio di fattibilità, in **mancanza delle indagini e verifiche specialistiche innanzi trattate**, e di uno studio più approfondito sullo stato delle condotte e dei materiali che le compongono, nonché sulle eventuali ulteriori rotture presenti, oltre a quella già individuate nel 2022, è di fatto impossibile definire con maggiore precisione la natura ed anche l'impegno economico degli interventi necessari ad una eventuale riparazione/riabilitazione delle condotte.

Come già detto in premessa, certamente sono da escludere procedure di relining sottomarino, che indesiderabile riduzione della sezione idraulica.

In ultima analisi, in questa sede preliminare, si sono fatte considerazioni ragionevoli sul costo a metro lineare di un intervento di riabilitazione, con sostituzione di porzioni di condotta, basati sul tipico costo a metro lineare di realizzazione ex-novo di una analoga condotta.

Sulla base di tale stima sommaria, si è definito un budget – appunto preliminare – per l'esecuzione di interventi di verifica ed eventuale riparazione delle condotte per un'estensione pari a ca…

6.7. Tecnolgie no-dig di riabilitazione

E' stata innanzitutto verificata la possibilità di eseguire una rifunzionalizzazione o riabilitazione delle condotte esistenti, ad esempio con la tecnologia Primus Line®.

Si tratta di una tecnologia senza scavo per il recupero di condotte che si basa su un tubolare flessibile ad alta pressione e a una tecnica di collegamento delle estremità flangiate o saldate sviluppata ad hoc.

Sono state all'uopo consultate società leader in questa tipologia di interventi, quali Benassi e Rotech.

Sono emerse due problematiche principali che hanno sconsigliato di intraprendere questo tipo di soluzione.

La prima problematica sta nel fatto che questa tipologia di interventi, che in modo estensivo possiamo definire di re-lining, comportano una riduzione, anche considerevole della sezione idraulica utile della condotta.

La seconda, e determinante, considerazione sta nel fatto che, pure in assenza di misure dirette sullo stato della vetroresina con cui sono state realizzate le condotte, i 32 anni intercorsi dalla loro costruzione lascia supporre che il materiale con cui sono realizzate sia ormai a fine vita e non consenta interventi invasivi.

In definitiva, il recupero delle due condotte esistenti che, ad esito delle video ispezioni , si presentano particolarmente usurate, non è stato considerato una opzione percorribile e si è optato per l'eventuale realizzazione di nuove condotte integrative.

6.8. Realizzazione di nuove condotte

Ad avviso di chi scrive, considerata l'ubicazione dello scarico, di fatto a pochi metri dalla foce del fiume Sarno e del Porto di Castellammare, risulterebbe preferibile sondare la possibilità che sia autorizzata l'immissione diretta, in battigia, dei reflui depurati, utilizzando l'esistente parte terminale del canale di by-pass come canale emissario del depuratore.

In effetti, per come è attualmente configurato strutturalmente il sistema, il torrino di carico delle condotte è in comunicazione con questa parte terminale del bypass e sarebbe quindi sufficiente la rimozione delle sezioni "a terra" delle condotte di allontanamento, quelle che sono ancorate alla volta del canale di by-pass, per convertire quest'ultimo, nella sua parte terminale, in canale emissario.

Dal punto di vista autorizzativo, l'immissione in battigia, solitamente sconsigliabile per impianti che ricadano in aree sensibili o a vocazione turistica, potrebbe in questo caso esser perseguita proprio in virtù della vicinanza con l'area portuale.

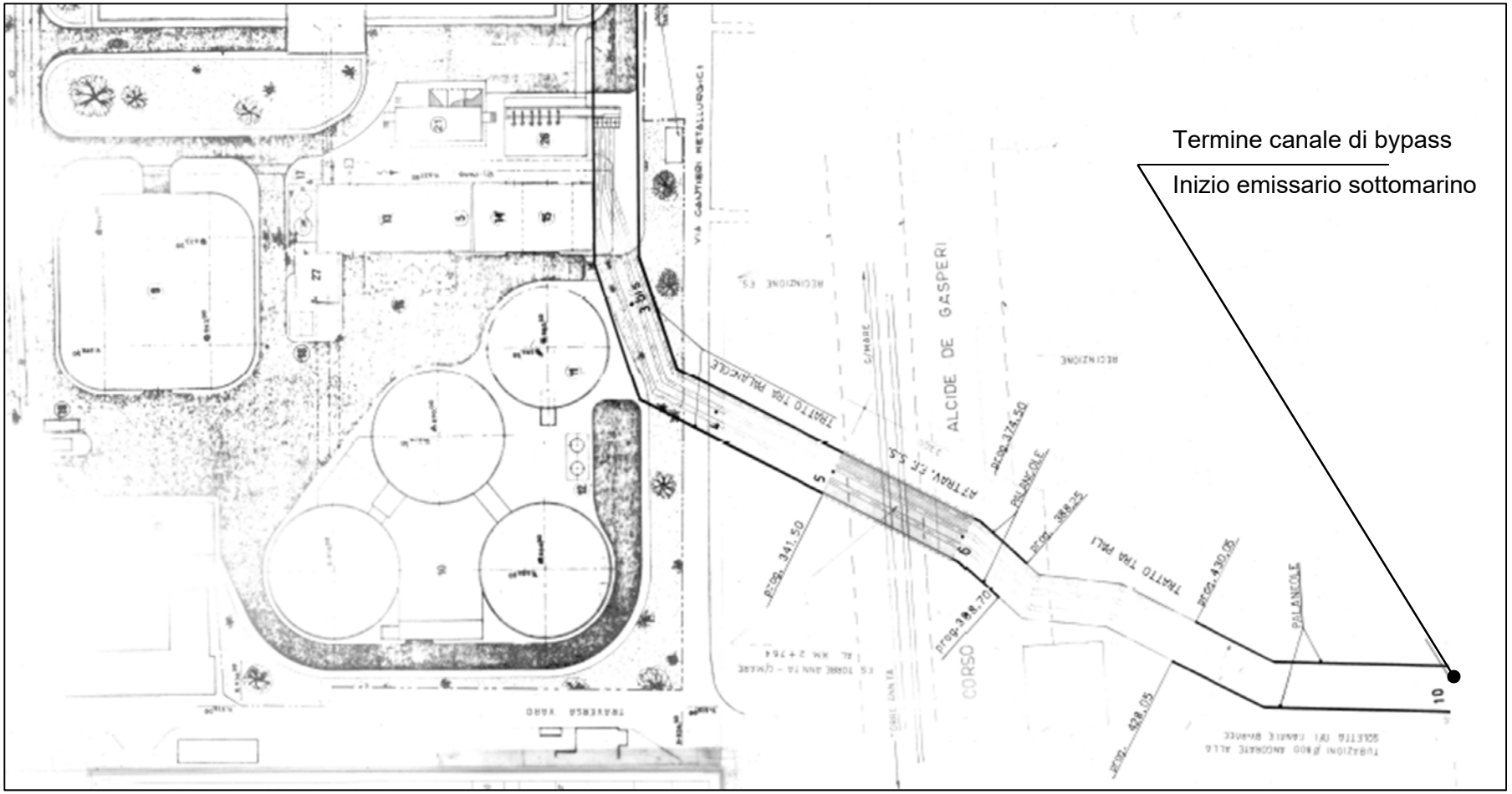


Figura 34. Il canale di by-pass del depuratore

Si tenga presente inoltre che l'esistente barriera soffolta, così come modificata dagli interventi di ampliamento ed innalzamento descritti in precedenza, assolverebbe in maniera egregia alla funzione di protezione idraulica contribuendo alla dissipazione dell'energia cinetica del flusso in uscita dal canale emissario, consentendo una attenuazione della velocità di deflusso dal canale ed una diffusione delle portate immesse nel corpo recettore.

Tanto premesso, l'ipotesi di realizzazione di nuove condotte sottomarine è stata valutata anche in termini economici, ipotizzando, tuttavia, condotte di minore lunghezza, non dovendosi assolvere alla funzione di diluizione che invece aveva indirizzato l'originario dimensionamento delle condotte esistenti.

Si è dunque optato per condotte di lunghezza pari a 500 m dalla costa, lunghezza sufficiente a raggiungere una quota batimetrica di oltre -10 m.s.l.m.

Più precisamente, dal profilo idraulico delle condotte esistenti, si evince che, alla progressiva 501,8 m la quota del fondale è pari a -12,52 m.s.l.m.

L'ipotesi di stima preliminare è basata sulla realizzazione di due nuove condotte sottomarine costituite da una tubazione in acciaio di diametro DN800. La tubazione, di spessore pari a 9.52 mm e diametro esterno 810 mm, sarà rivestita internamente con resina epossidica (sp. 300 μm) ed esternamente con triplo strato di Polietilene; esse inoltre verranno appesantite con anello di gunite di spessore 9.00 cm e peso specifico 2400 kg/m^3.

Per tutto il tratto posato fino alla profondità di -12.00 m.s.m., si prevede che la condotta sottomarina sia interrata e che il ricoprimento, costituito dallo stesso materiale sabbioso estratto in fase di scavo, sia pari ad almeno 2.00 m. Per tale tratto, lungo il quale le condotte non risultano direttamente esposte alle azioni idrodinamiche indotte dal moto ondoso, si prevede altresì che le tubazioni siano zavorrate al fondale marino mediante appositi copponi prefabbricati in c.a., di sviluppo longitudinale par a 2.0 m, aventi sagoma ad "U" capovolta; questi ultimi, aventi un adeguato peso in acqua verranno posati con interasse pari a 12.0 m.

Il diffusore terminale è costituito da un pezzo speciale "a croce" DN800 in acciaio con n. 3 sezioni di sbocco dotate di mezza flangia cieca terminale montata sulla metà tubo superiore; in tal modo viene assicurata la piena officiosità dello scarico anche in caso di parziale o totale ostruzione di una o l'altra delle sezioni di efflusso. La protezione del diffusore viene assicurata, anche in tal caso, mediante la posa in opera dei suddetti copponi in c.a. sui n. 3 rami del pezzo speciale a croce; inoltre, allo scopo di evitare l'erosione del fondale sabbioso in corrispondenza dello sbocco, si è prevista la posa in opera di appositi materassi di protezione (costituiti da blocchetti di cls tra loro interconnessi da una maglia di cavi in nylon), per una superficie di 16x12 mq nell'area antistante le sezioni di scarico.

Evidentemente, quelle appena descritte sono impostazioni progettuali preliminari che andranno perfezionate nelle successive fasi di progettazione, anche in virtù degli studi meteo-marini che dovranno essere condotti per la valutazione dei carichi ondosi.

In questa sede, le ipotesi assunte appaiono ragionevoli per addivenire ad una credibile stima economica del costo da sostenere per la realizzazione dell'intervento.

6.9. Stime economiche

Per la valutazione sommaria della spesa necessaria per gli interventi sin qui descritti, partiamo dalla valutazione dei costi per la costruzione di N.2 condotte nuovo, di diametro DN 800, realizzate con tubazioni in acciaio rivestito da HDPE ed appesantimento ottenuto con copponi in cemento armato di idonea dimensione.

Per tale tipologia di opera, è stato sviluppato un vero e proprio computo metrico, basato su opere analoghe, che viene riepilogato nella seguente tabella:

Tabella 21. Calcolo sommario della spesa per la costruzione di N.2 condotte sottomarine DN 800

DESCRIZIONE	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI	
	par.ug.	larg.	lung.	H/peso		unitario	totale
Localizzazione e bonifica delle aree a mare interessate dalla posa delle condotte mediante ricerca superficiale di eventuali ordigni esplosivi, eseguita da tecnici specializzati con idonea apparecchiatura cercametalli munita di avvisatore acustico e con trasmissione dei segnali. Da eseguirsi mediante l'esplorazione su fasce di terreno della larghezza di m 1,00 e per tutta la lunghezza dell'area. Compreso l'onere per il trasporto ed impianto delle attrezzature, la segnalazione di eventuali ritrovamenti alle autorità competenti, la sorveglianza,l'assistenza e quanto altro occorre per eseguire l'intervento insicurezza e nel rispetto delle vigenti normative per tutta l'area di intervento a mare							
SOMMANO mq			1.000,00	12,00	12.000,00	2,16	25.920,00
Localizzazione e bonifica delle aree a mare interessate dalla posa delle condotte mediante ricerca profonda di eventuali ordigni esplosivi, eseguita da tecnici specializzati fino a profondità prescritta dal Reparto Infrastrutture dell' Esercito Italiano di competenza mediante trivellazione da							

eseguirsi al centro di quadrati di lato non superiore a m 2,80.							
SOMMANO m	454			6,00	2.724,00	8,86	24.134,64
Scavo subacqueo di materiali disciolti, pietrame e frantumi di muratura o calcestruzzo del volume di ogni pezzo non superiore a 0,10 mc in qualsiasi proporzione, eseguito a sezione aperta o per formazione di cunetta fino alla profondità di 10 m sotto il livello medio del mare con benna mordente montata su galleggiante o qualsiasi altro mezzo idoneo, compreso il carico del materiale scavato in bettolina, il trasporto e lo scarico in mare aperto a distanza non superiore a 6 miglia.							
escavo condotte sottomarine fino alla profondità di 10 m (area di escavo media 28 mq - lunghezza tratto sottomarino 500 m)			500,00	22,50	11.250,00		
SOMMANO mc					11.250,00	37,15	417.937,50
Esecuzione di rinterro della trincea sottomarina con il materiale proveniente dall'escavo subacqueo							
SOMMANO mc					11.250,00	48,00	540.000,00
Materiale arido di cava (tout-venant) fornito e posto in opera da impiegare per sottostrato di appoggio cassoni e massi, sottofondo ecc. .a compresi il trasporto e versamento. allettamento condotte per l'intero tratto sottomarino							
SOMMANO mc	2	3,20	500,00	0,30	960,00	89,09	85.526,40

Fornitura e posa in opera lungo il tratto sottomarino di tubazioni in acciaio al carbonio saldate elicoidalmente SAW, grado acciaio L355 o superiore, prodotte e certificate secondo UNI EN 10224/06. Rivestimento esterno in polietilene estruso ad alta densità (HDPE), colore nero, realizzato in triplo strato (primo strato in FBE), classe B3 in accordo a EN 21809-1, rivestimento interno in resine epossidiche senza solventi aromatici, spessore minimo 300 µm							
SOMMANO m	2		500,00		1.000,00	2.562,13	2.562.130,04
Fornitura e posa in opera di copponi di appesantimento delle condotte sottomarine DN600 mm lungo il tratto sottomarino, di geometria descritta in progetto, confezionati presso stabilimento qualificato e certificato, trasportati franco cantiere, realizzati mediante getto di conglomerato cementizio in ambiente marino classe di resistenza C35/45 grado di esposizione XS3, armati con doppia maglia ø 10/20 cm e copriferro minimo 5 cm. Il manufatto dovrà prevedere l'installazione, nella fase di getto, di appositi anelli in acciaio inox opportunamente vincolati all'armatura interna per consentire il sollevamento e la posa in opera mediante pontone. Il tutto compreso e compensato ogni ulteriore onere, magistero, apprestamento di cantiere, personale qualificato occorrente per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.							
Sommano	2		42,00		84,00	5.406,21	454.121,32

Materassi in calcestruzzo prefabbricati. Fornitura e posa in opera di elementi prefabbricati in calcestruzzo per la protezione e/o zavorramento di condotte e cavi subacquei.							
Sommano	2		192,00		384,00	121,80	46.771,20
Fornitura e posa in opera del diffusore terminale							
Sommano					2,00	33.366,24	66.732,48
Fornitura e posa in opera tubazioni PRFV fuori terra DN 800							
Sommano m	2		360,00		720,00	530,80	382.176,00
Sovrapprezzo per posa e staffaggi PRFV							
Sommano m	2		360,00		720,00	159,24	114.652,80
Oneri di cantierizzazione							
A corpo							550.000,00
Opera di attraversamento scogliera							
A corpo							81.093,09
						TOTALE	**5.351.195,48**

Per la costruzione di nuove condotte, si ha quindi una stima pari a **5.350 €/ml** in linea con le recenti valutazioni di mercato.

Si procede poi con una stima delle attività di indagine e verifica

Tabella 22. Stima sommaria campagna di caratterizzazione delle condotte esistenti

DESCRIZIONE	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI	
	par.ug.	larg.	lung.	H/peso		unitario	totale
Videoispezione e prelievo campioni		10,00	1,00	40,00	400,00	2,00	800,00
Analisi laboratorio		2,00	1,00	40,00	80,00	1.000,00	80.000,00
Scavo subacqueo saggi		20,00	1,00	40,00	800,00	37,15	29.720,00
Rinterro		20,00	1,00	40,00	800,00	48,00	38.400,00
						TOTALE	**148.920,00**

Come si intuisce dalla tabella, si è ipotizzato che la caratterizzazione dello stato delle condotte possa avvenire attraverso l'esecuzione di una quarantina di sondaggi, eseguiti su porzioni di condotta per le quali si prevede l'escavazione necessaria a mettere a nudo la condotta, il prelievo di campioni di materiale ed il rinterro.

Si tratta evidentemente di una mera stima, idonea per eseguire in questa sede il calcolo sommario della spesa.

In sede di progettazione definitiva, si dovrà procedere dapprima con la realizzazione di videoispezioni più accurate ed aggiornate, possibilmente eseguite, ancorché parzialmente, anche all'interno della tubazione.

Sulla base di queste videoispezioni sarà definito il programma di saggi e campionamenti, e la relativa estensione degli stessi.

Dacchè gli importi sopra richiamati sono suscettibili di significative variazioni in sede di progettazione definitiva e vanno qui presi, come d'altra parte avviene nella sede dello studio di fattibilità o progettazione preliminare, come ragionevoli stime per definire l'impegno di spesa.

Sempre in modo sommario, può essere stimato anche l'importo per gli interventi di riabilitazione, a patto che l'esito della propedeutica campagna di caratterizzazione li renda fattibili.

Nella tabella che segue si è sviluppato il calcolo nell'ipotesi che, ad esito della campagna, risulti necessario eseguire interventi per un'estensione di condotte complessiva pari a 120 ml.

Tabella 23. Stima sommaria della riabilitazione/rifunzionalizzazione delle condotte esistenti

DESCRIZIONE	DIMENSIONI				QUANTITA'	IMPORTI	
	par.ug.	larg.	lung.	H/peso		unitario	totale
Scavo subacqueo		21,50	120,00		2.580,00	37,15	95.847,00
Riabilotazione condotta			120,00		120,00	2.500,00	300.000,00
Copponi e/o giunti e pezzi speciali			12,00		12,00	6.000,00	72.000,00
Rinterro		21,50	120,00		2.580,00	48,00	123.840,00
						TOTALE	**591.687,00**

Si ha cioè una stima di costo unitario per gli interventi di riabilitazione pari ad **€. 4.930,73 / ml**, ovviamente non dissimile dal costo unitario di costruzione.

Queste stime sono destinate a variare, anche in modo significativo, in funzione delle risultanze del Piano di Caratterizzazione dei sedimenti marini, che darà indicazioni sulla possibilità di riutilizzo del materiale escavato per il rinterro.

7. INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDIANRIA COMPARTO SEDIMENTAZIONE

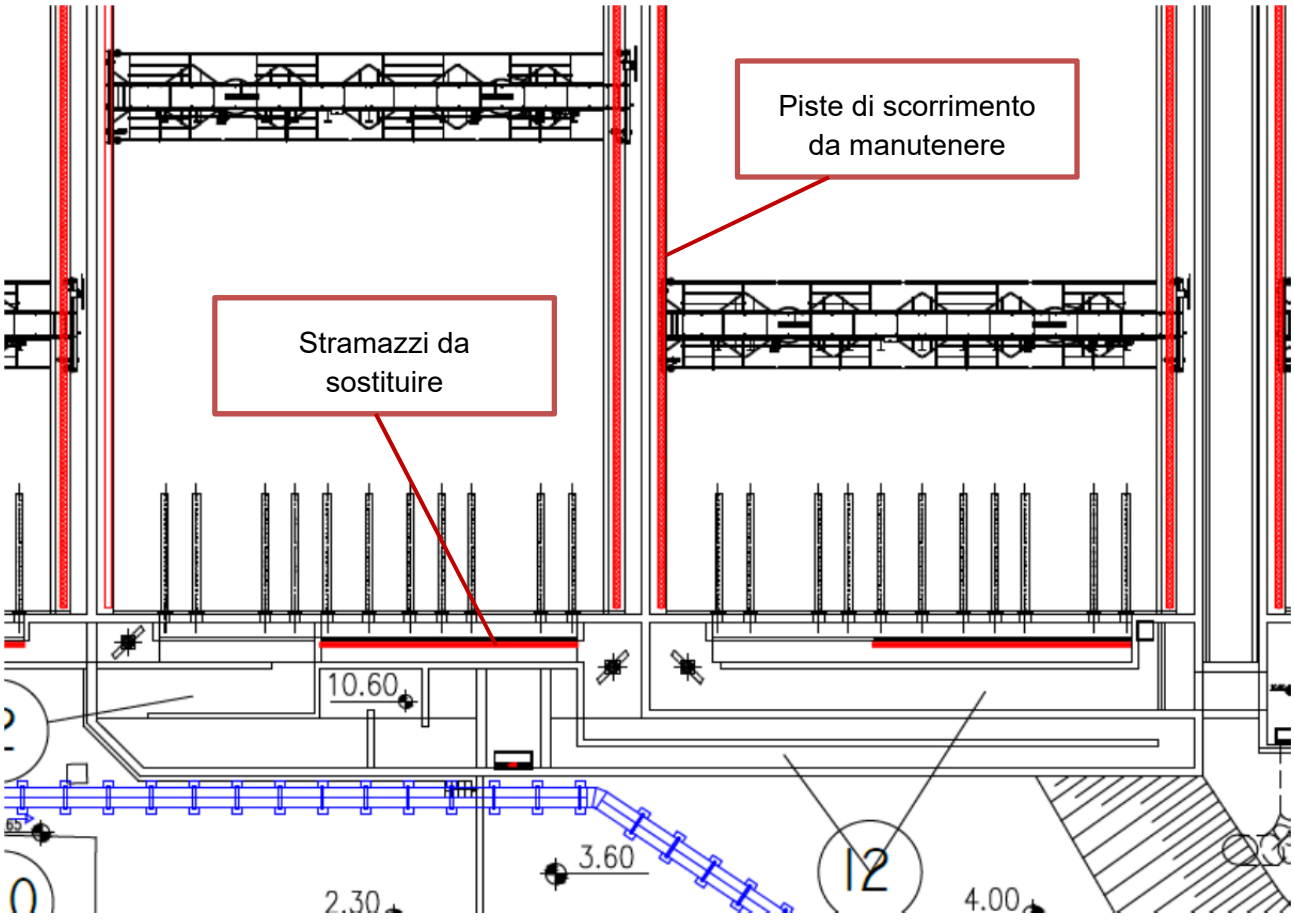
L'impianto di depurazione di Foce Sarno è provvisto di N.6 vasche di sedimentazione secondaria, a pianta rettangolare con le seguenti caratteristiche:

- Larghezza = 24,8 m
- Lunghezza = 47,25 m
- Profondità media = 6 m

Tali vasche sono corredate di carroponte del tipo "va & vieni" ; nelle vasche di sedimentazione è previsto un sistema di raccolta rapida del fango sul fondo a mezzo a succhiamento continuo, che evita il prolungato stazionamento del fango in fondo alla vasca.

Le vasche di sedimentazione sono dotate, nella parte terminale, anziché di tradizionale canaletta di sfioro, di dispositivi di estrazione del liquido sedimentato tramite tubazioni forate sommerse in grado di evitare i problemi estetici e di pulizia delle canalette terminali.

Le vasche di sedimentazione sono dotate, nella parte terminale di ciascuna, di una vasca terminale di raccolta, con flusso dall'alto verso il basso, che funziona come vasca di contatto del disinfettante. Di qui, le acque stramazzano, attraverso una serie di canalette dotate di stramazzi a profilo Thomson, nella vasca di disinfezione.



Si prevede la sostituzione degli stramazzi dei canali di collegamento con la sezione di disinfezione. I nuovi stramazzi in AISI 316 saranno regolabili, in modo da consentire al gestore un costante allineamento dei flussi idrici tra i vari canali.

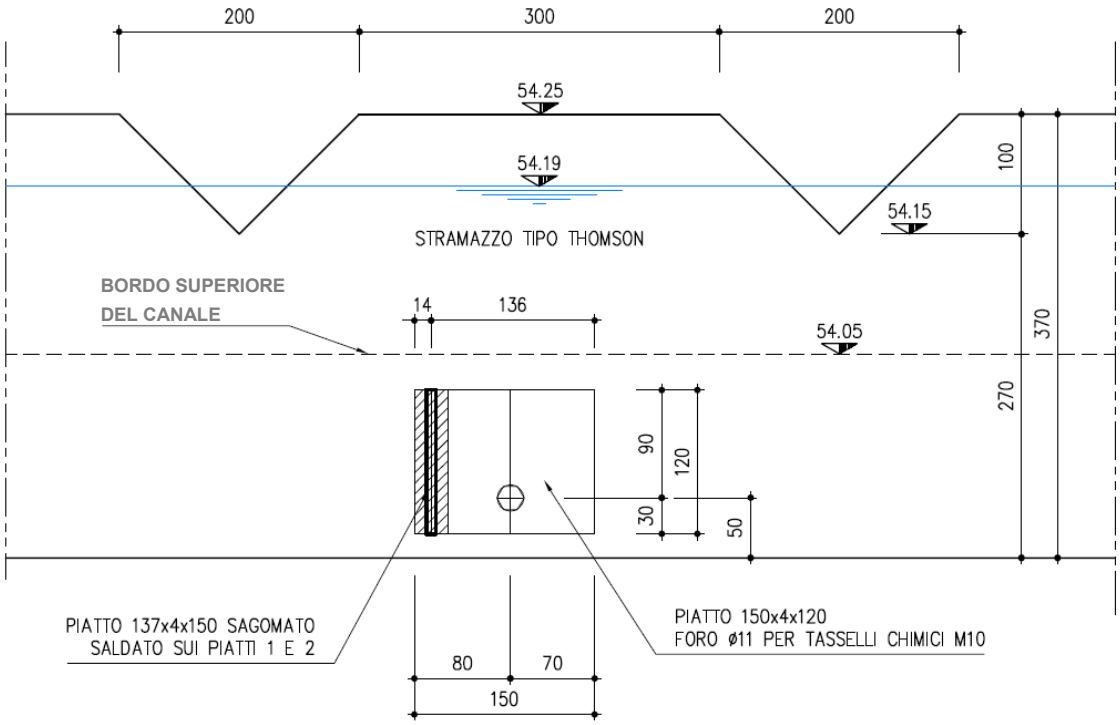


Figura 35. Tipologico stramazzi regolabili a profilo Thomson

Si tratta, cioè di STRAMAZZI a profilo Thomson per la regolazione dell'altezza di scarico fissati alla canaletta di scarico tramite opportuni fermi con i quali è possibile ottenere una regolazione in altezza.

Si prevede altresì il rifacimento delle piste di scorrimento dei sedimentatori va e vieni esistenti. Onde migliorare l'efficienza e la durata di tali piste, si prevede di dotarle di una lama di scorrimento in acciaio AISI 316, sulla quale poggeranno le ruote dei carriponte va e vieni.

8. DISIDRATAZIONE FANGHI

L'attuale sezione di disidratazione fanghi è costituita da un edificio con struttura prefabbricata al cui interno sono installate N. 2 filtropresse della DIEMME Filtration modello AUTOMAT 1500 della superficie filtrante di 487 m^2 ciascuna. Le macchine installate sono costituite ciascuna da 151 piastre, di volume unitario di 50 litri, per un volume totale di macchina pari a circa 7'550 litri.

Nell'edificio vi è già la predisposizione per l'installazione di una terza filtropressa.

L'intervento in progetto consiste nell'utilizzare tale predisposizione per installare, in luogo di una terza filtropressa, un estrattore centrifugo, con il quale potranno essere affrontate le condizioni di carico massimo, disponendo di una ulteriore apparecchiatura utile alla disidratazione, ma potranno anche essere gestiti con maggiore semplicità, rispetto alle filtropresse, i momenti di bassa produzione di fanghi di supero.

Nella figura che segue è riportato il posizionamento della nuova centrifuga e l'insieme degli interventi previsti nel comparto, ovvero:

- installazione nuova stazione di dosaggio del polielettrolita;
- intercettazione della tubazione di arrivo del fango ed installazione di nuove pompe mhono per alimentazione nuova centrifuga;
- realizzazione di nuova coclea di trasporto dei fanghi scaricati dalla centrifuga e raccordo con la coclea di scarico esistente.

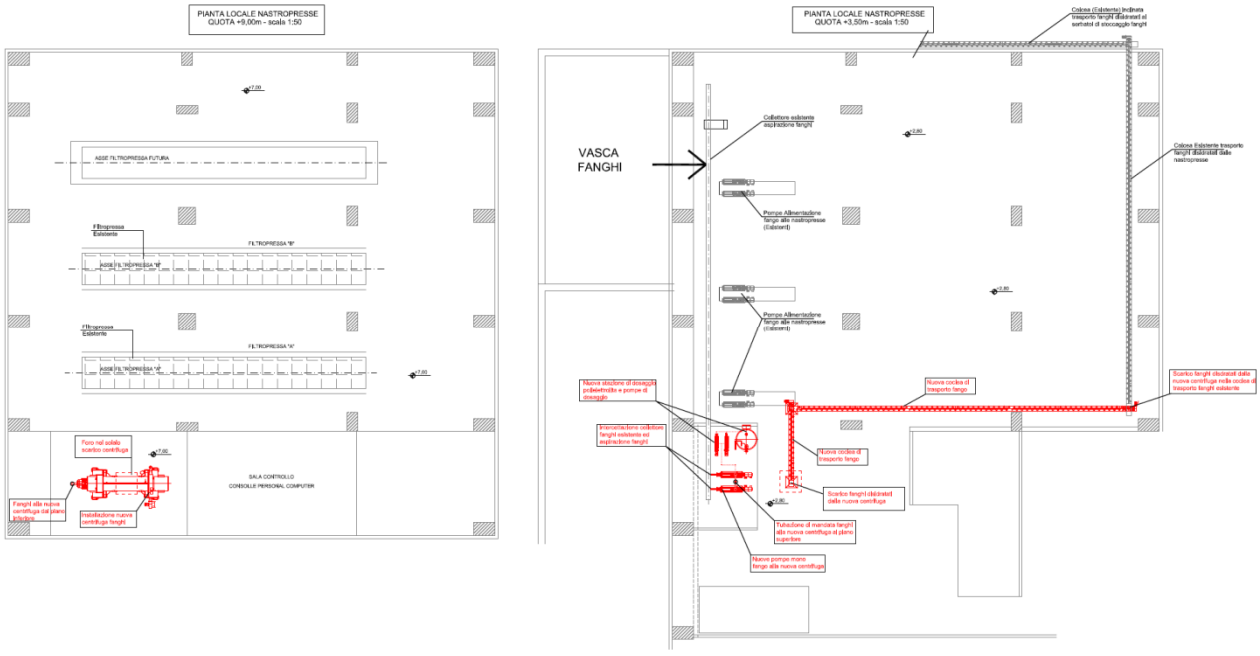


Figura 36. Interventi nel locale disidratazione

La macchina di cui si prevede l'installazione è un estrattore centrifugo con le seguenti caratteristiche principali:

Principali caratteristiche

- **Estrattore centrifugo**
  - diametro del tamburo mm 470
  - lunghezza del tamburo mm 2.482
  - rapporto di snellezza 5,28
  - giri max tamburo rpm 3.750
  - forza centrifuga max x g 3.700
  - giri differenziali coclea rpm 1/25
  - potenza motore principale kW 37÷45
  - avviamento motore principale mezzo convertitore di frequenza

  L'estrattore centrifugo è equipaggiato con un ROTOVARIATORE, dispositivo elettrico programmabile elettronicamente, per la regolazione continua dei giri differenziali della coclea, gestito da inverter posto nel quadro elettrico generale;

  - motore elettrico asincrono trifase a gabbia di scoiattolo
  - alimentazione corrente alternata
  - tensione nominale Volt 380
  - frequenza nominale Hz 50
  - potenza nominale kW 15
  - numero poli n. 6
  - corrente Amp 32
  - velocità nominale max della carcassa statore rpm 1.900
  - velocità nominale relativa rotore-statore rpm 2.500

- **N.1 Trasportatore a coclea**

  DATI TECNICI

  - Versione orizzontale
  - Portata max 4,1 mc/h
  - Tipo di elica senza albero interno
  - Prodotto da trasportare fanghi
  - Corpo canala ad "U" in acciaio inox Aisi 304
  - Struttura di sostegno acciaio inox Aisi 304
  - Coperchi di chiusura acciaio inox Aisi 304
  - Spirale acciaio al carbonio micro legato
  - Bulloneria acciaio inox Aisi 304
  - Diametro nominale spirale 300 mm
  - Lungh. totale 10000 mm (escluso motoriduttore)
  - Inclinazione 30°
  - Tipo riduttore ad assi paralleli
  - Posizione motorizzazione in testa (esecuzione a tirare)

9. NUOVI SILOS STOCCAGGIO FANGHI DISIDRATATI

Come anticipato nei 'recedenti paragrafi, il progetto prevede l'installazione di N.2 silos per lo stoccaggio dei fanghi disidratati.

Questa soluzione progettuale è finalizzata a dare due principali benefici:

1. Disponibilità di un volume di accumulo dei fanghi disidratati, che consenta di tamponare eventuali temporanee difficoltà nell'individuazione di impianti autorizzati ove smaltire i fanghi prodotti;
2. Riduzione delle emissioni in atmosfera della zona di carico e scarico dei fanghi: i fanghi saranno stoccati all'interno delle strutture chiuse dei sili e soltanto durante le brevi fasi di caricamento dei cassoni scarrabilli utilizzati per il successivo trasporto a discarica, essi verranno in contatto con l'atmosfera.

La fornitura prevede 2 SILI DI STOCCAGGIO FANGHI DISIDRATATI del volume V_{nom} 175 m³ per fanghi disidratati al 20 - 40 % SS con estrattore a telaio slittante.

Materiali impiegati:

- Lamiera smaltata al vetro in S300EK effervescente, calmato in conchiglia; Spessori secondo calcolo statico.
- bulloni in qualità 8.8/10.9 sec. DIN 267
- sottostruttura e rinforzi in profilati S 235/275/355 secondo calcolo statico
- Cilindro contenitore
    - Diametro = 5,12 m
    - Altezza cilindrica = ca. 8,6 m
    - Capacità nominale = 175 m³
    - Altezza totale = ca. 15 m

Si prevede altresì l'installazione di N.1 Estrattore a telaio slittante comprendente:

Telaio slittante con gruppo d'azionamento

- Telaio slittante in profilati speciali rettificati con elementi di guida, tunnel placcato con AISI 304.
- Unità di tenuta a premistoppa
- Pistone idraulico a doppio effetto con occhione.
- Impianto idraulico tipo ESNT.
- Motopompa a 11 kW, pressione 20 MPa, completa di serbatoio olio 170 l (senza olio idraulico) e tutta la strumentazione occorrente.
- Tubazione idraulica AD 16 - 4 tubi flessibili completi di accessori
- Coclea di estrazione DM
- Scarico centrale su camion
- Diametro elica 500mm
- Portata 50 m³/h
- Potenza istallata 7,5 kW
- Lunghezza carico 4,5 m (ca.)
- Serranda a ghigliottina a tenuta fanghi, montata alla bocca di scarico della coclea di estrazione. Sezione 600x600.

- Sistema a ghigliottina con azionamento idraulico collegato alla centrale ESNT dell'estrattore
- Esecuzione in acciaio AISI 304

Sono previsti poi i seguenti accessori

- 1 Indicatore di livello del tipo a Sensore RADAR per la misura continua del fango comunale
- in serbatoio 1 Interruttore di livello max a vibrazione compatto
- 1 Sistema di filtrazione e deodorazione aria con box AISI304 e 8 cartucce a carboni attivi da installare sul tetto del silo
- QUADRO ELETTRICO di potenza e di comando Asservito a ciascun silo di stoccaggio fanghi. Costituito da:
    - 1 carpenteria di adeguate dimensioni, IP55
    - Coordinamento di tutti i motori presenti sul silo di stoccaggio come
    - Motore della centralina, coclea di estrazione
    - Logica di controllo PLC S7 300 CPU 314C-2DP
    - Moduli di ingresso ed uscita digitali
    - Moduli analogici x ingressi 4-20mA (livelli Silos)
    - Panello Touch Screen
    - Quadro di comando (pulsantiera) per l'avvio dell'estrazione su camion.
    - Incluso:
        - Programmazione dei singoli processi
        - Controlli allarmi impianto e funzionamento
        - Archivio allarmi
        - Archivio stato di funzionamento

N. 1 TRASPORTATORE A CATENA per trasporto fanghi disidratati fino alla coclea di carico sulla sommità dei due silos di stoccaggio.

- Dati:
    - Materiale: fango disidratato fino al 60% S.S.
    - Lunghezza totale: 23,5 m ca.
    - Portata: 8 m³/h
    - Disposizione: combinata (4,9 a 0° + 15,1 a 70° + 3,8 a 30°)
    - Esecuzione: a tenuta polvere e pioggia
    - Potenza: 7,5 kW
    - Peso: ca. 7.500 kg

N.1 COCLEA REVERSIBILE Per la distribuzione del fango tra i due silos.

- Dati:
    - Materiale: fango disidratato fino al 60% S.S.
    - Esecuzione: con albero senza supporti interni.
    - Lunghezza: ca. 7 m
    - Portata: 8 m³/h
    - Disposizione: rettilinea orizzontale
    - Potenza: 3 kW
    - Nr. Giri: 25 rpm
    - Peso: ca. 1.200 kg

- N.2 trasportatori a coclea

  DATI TECNICI

  - Versione orizzontale
  - Portata max 4,1 mc/h
  - Tipo di elica senza albero interno
  - Prodotto da trasportare fanghi
  - Corpo canala ad "U" in acciaio inox Aisi 304
  - Struttura di sostegno acciaio inox Aisi 304
  - Coperchi di chiusura acciaio inox Aisi 304
  - Spirale acciaio al carbonio micro legato
  - Bulloneria acciaio inox Aisi 304
  - Diametro nominale spirale 300 mm
  - Lungh. totale 7000 mm (escluso motoriduttore)
  - Inclinazione 30°
  - Tipo riduttore ad assi paralleli
  - Posizione motorizzazione in testa (esecuzione a tirare)
  - Potenza installata 3,0 kW – 50Hz – 4 poli
  - Grado di protezione motore IP55, classe F.

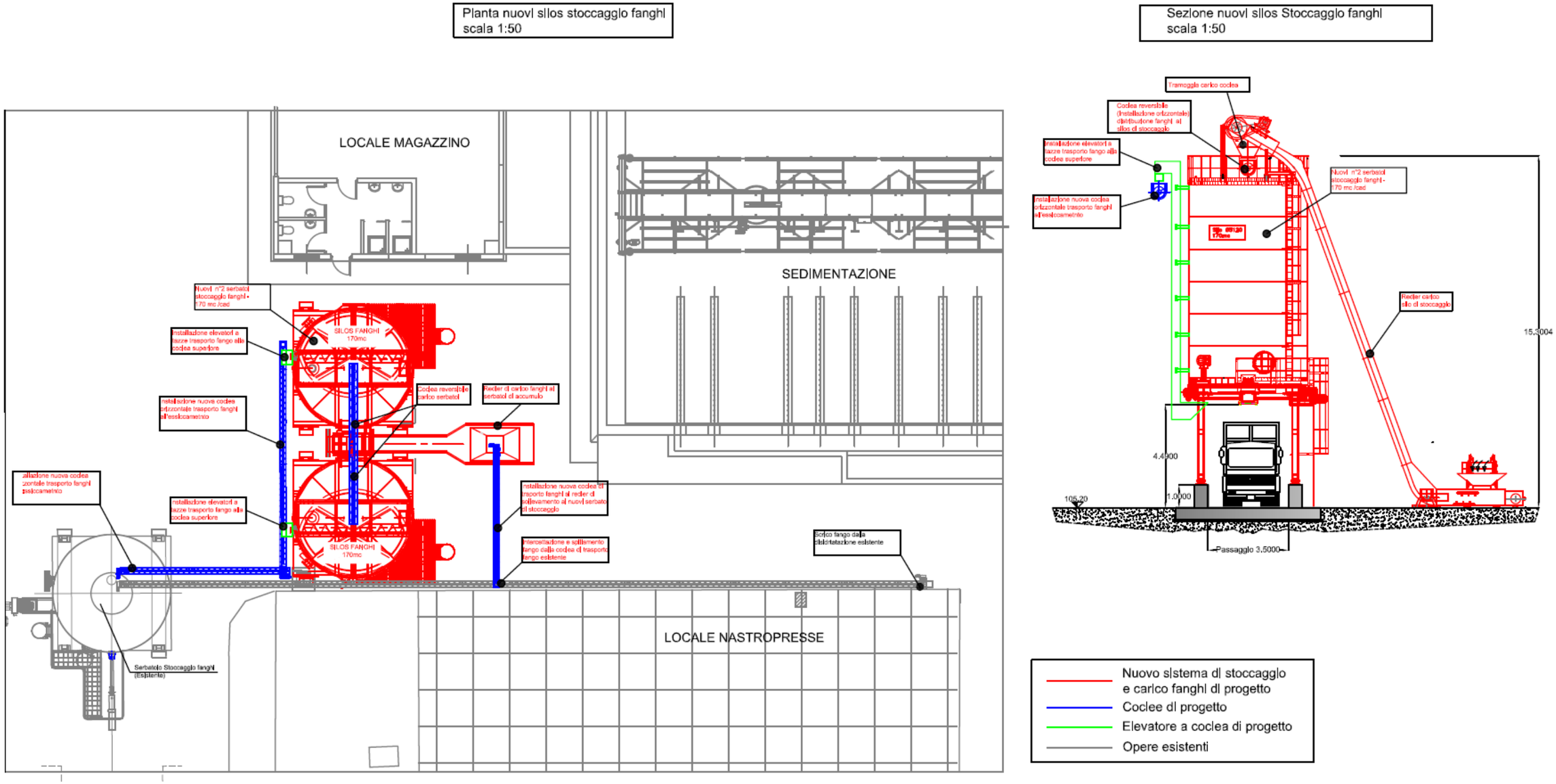


Figura 37. Nuovi silos per fanghi disidratati

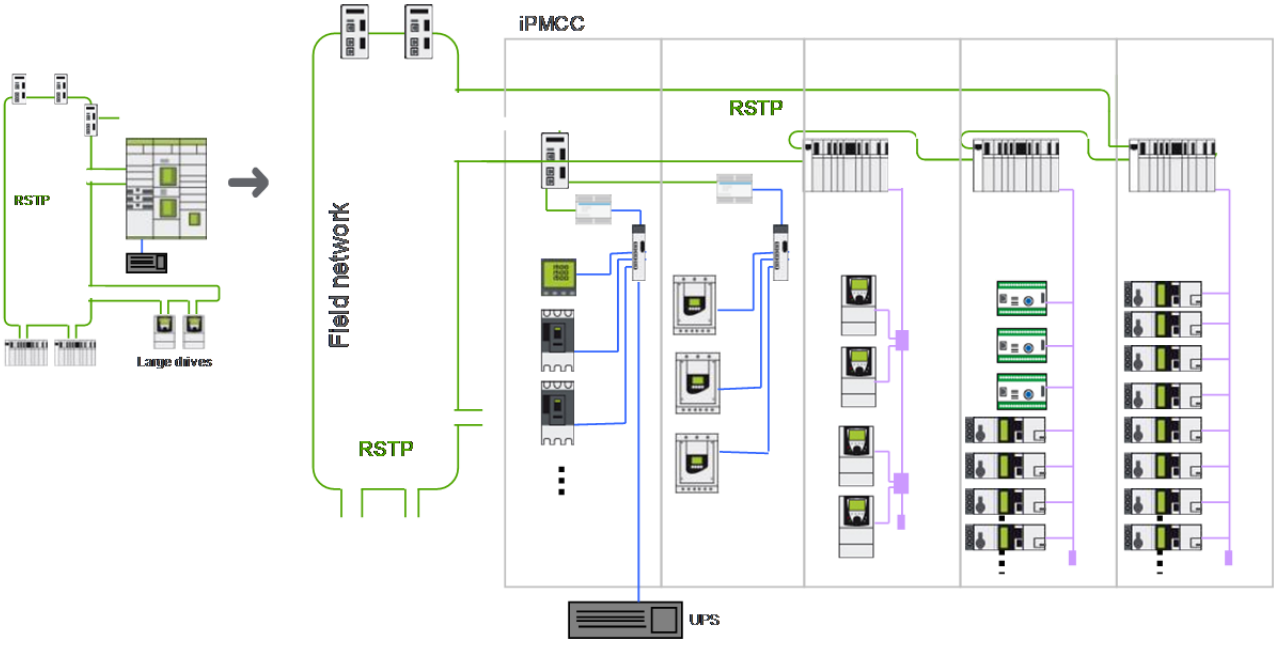
10. SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO

E' prevista un'automazione basata su un sistema di controllo concepito su multipli livelli e distribuito.

Il sistema è composto da due livelli principali:

- Un livello superiore di interfaccia da/verso l'operatore (HMI) dislocato nella sala di controllo, in cui vengono trasferiti i dati di impianto e visualizzati tramite un rete ethernet. A livello delle stazioni operatore risiede il SW per la visualizzazione e i comandi dell'impianto mediante pagine grafiche
- Un livello inferiore, fisicamente dislocato in armadi direttamente posizionati in campo, che comprende gli armadi dei controllori ed armadi remoti di acquisizione. Tale livello è costituito da 3 anelli principali:
    - 1 in rame per comunicazione Modbus TCP/IP
    - 1 in fibra ottica per comunicazione Modbus TCP/IP

L'architettura prevede l'integrazione di motori e controllo potenza in architetture iPMCC:



I quadri di potenza e distribuzione prevedono pertanto di raccogliere i segnali e concentrarli per la comunicazione via Modbus TCP/IP verso il quadro di controllo.

Tutti i dispositivi esterni quali analizzatori di rete, di processo o package dovranno poter essere connessi in Modbus TCP/IP.

La sala di controllo deve prevedere:

- Due (2) server ridondati
- Due (2) control client
- Cinque (5) client web

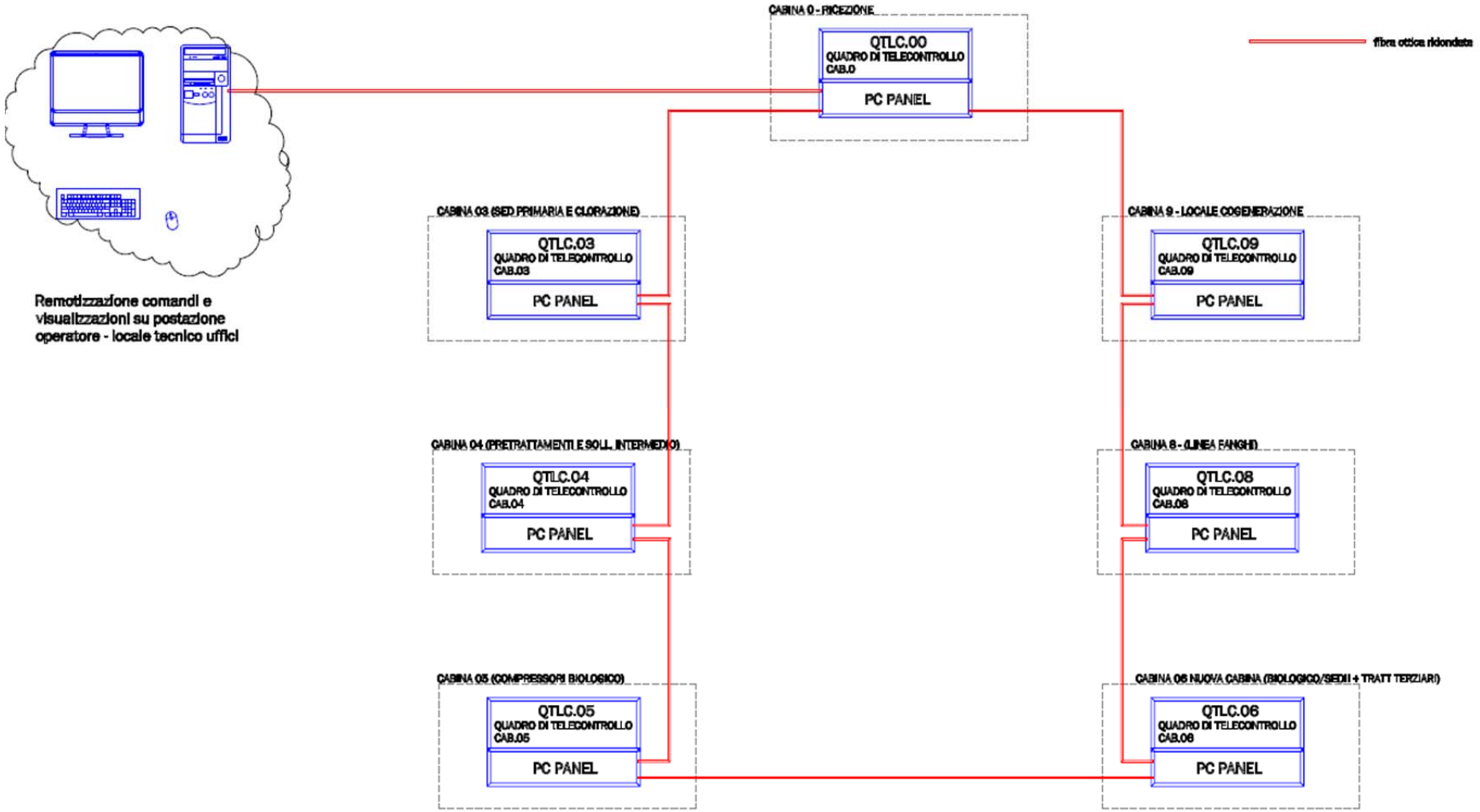
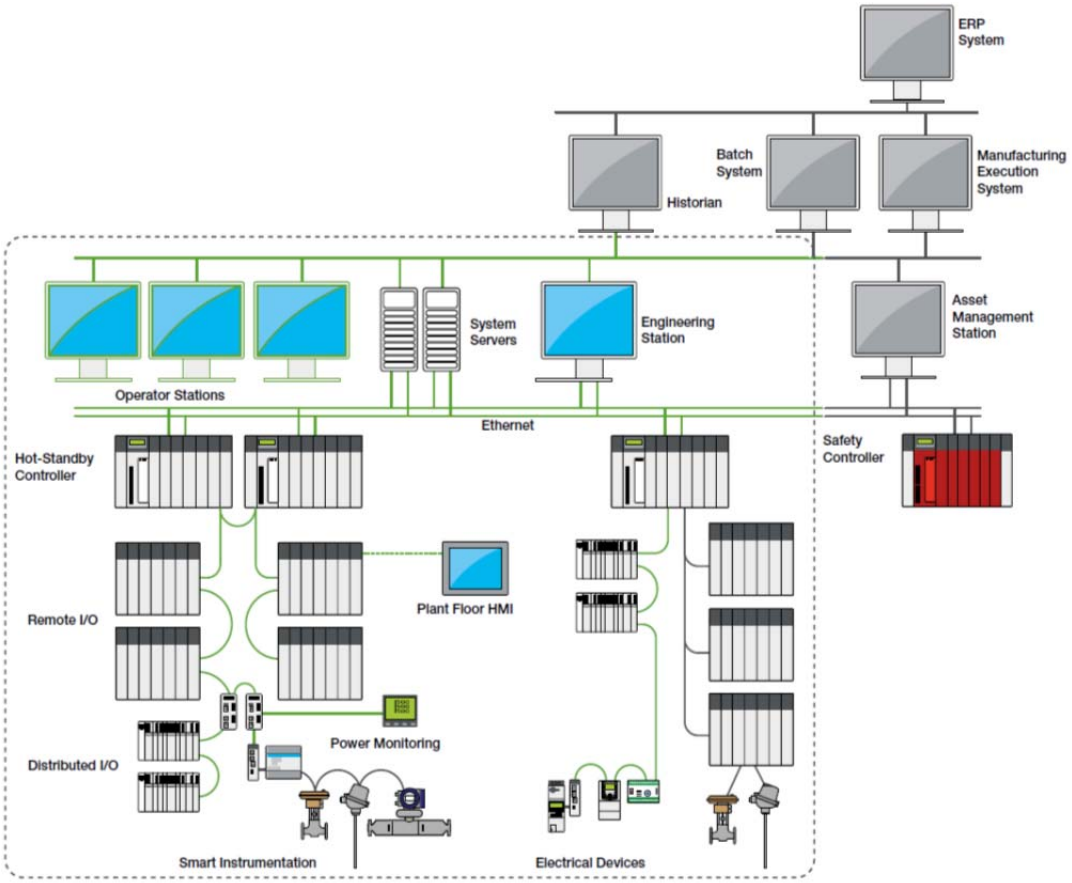


Figura 38. Architettura del sistema di supervisione e controllo

10.1. Software di automazione

Si richiede un sistema di automazione che integri il meglio di quanto offre una soluzione SCADA/PLC ed una DCS, quali apertura e facilità d'uso, con l'integrazione nativa, l'approccio ad oggetti, il singolo database di ingegneria e le potenti funzionalità di diagnostica tipici di un tradizionale sistema DCS. Il risultato atteso è quello di un innovativo sistema di controllo, in grado di integrare in modo nativo la gestione dell'energia e di soddisfare le crescenti necessità delle più moderne infrastrutture industriali.



Le architetture supportate devono essere estremamente scalabili, permettendo di scegliere tra una vasta gamma di controller (in configurazione Standalone o Hot-Standby) e piattaforme di I/O remoti e distribuiti, con la possibilità di incrementare ulteriormente la disponibilità del sistema tramite la ridondanza dei server di supervisione e delle reti di comunicazione, come in questa proposta.

Tale soluzione abbraccia la tecnologia FDT/DTM, consentendo l'interfacciamento di sistemi di asset management per la gestione di strumentazione intelligente, ad esempio collegata via Ethernet, Profibus DP, Profibus PA o HART. Grazie all'integrazione nativa delle apparecchiature intelligenti di campo (quali inverter e avviatori, partenze e controlli motor, power meters, relè di protezione di bassa e media tensione) in un singolo ambiente d'ingegneria, supervisione e controllo convivono quindi la gestione del processo e dell'energia. L'infrastruttura ethernet e le tecnologie standard utilizzate consentono anche l'integrazione di altre piattaforme quali Safety Controllers, Historian, Batch Management System e MES.

La piattaforma d'ingegneria si basa su un singolo database object-oriented, che partendo da una libreria di oggetti consenta di creare facilmente e velocemente il modello dell'impianto, di generare gli applicativi di controllo e supervisione in modo coerente e di gestire le modifiche online: tutto il ciclo di vita del software, tracciato e documentato, in un unico ambiente.

Il sistema deve offrire librerie per la gestione del controllo di processi discreti e continui, per la gestione dell'energia e per il settore WWW. Tali librerie devono poter essere personalizzate ed eventualmente create ex-novo, permettendo di creare i propri standard e di soddisfare le esigenze specifiche di ciascun cliente.

Il sistema deve consentire di espandere le informazioni relative a ciascun oggetto: dalla pagina video di supervisione, si deve poter accedere immediatamente alla documentazione, al dispositivo di campo ed alla visualizzazione del codice di gestione dell'oggetto nel controller (codice sorgente).

10.2. Principali caratteristiche

Il sistema così composto accelera le fasi di start-up e riduce al minimo i rischi di progetto grazie a cinque caratteristiche fondamentali:

- Interfaccia utente intuitiva e moderna - incorpora tutti gli strumenti software necessari per la progettazione di un'applicazione di processo:
    - Il Library Manager contiene ampi modelli di oggetti organizzati in librerie
    - Application Manager descrive la gerarchia impianto
    - La Gestione topologia descrive la topologia generale del sistema
    - La vista Project Manager definisce il progetto che viene eseguito
- Configurazione Tutto-in-uno - offre una funzionalità Tutto-in-uno per la configurazione, consentendo la progettazione del sistema più velocemente da un unico punto di immissione dei dati. Via Application Manager, una replica dell'applicazione può essere vista come nel caso reale, utilizzando il modello standard ISA95 (o ISA88 o qualsiasi altro modello a scelta). Inoltre, la progettazione può essere basata su una organizzazione gerarchica secondo la definizione del P&ID, facilitando la comprensione e l'evoluzione dell'installazione.
- Approccio ad Oggetti - un oggetto è composto da diverse elementi che contengono molte informazioni. Questi aspetti offrono diversi punti di vista dello stesso oggetto. Le interfacce consentono connessioni tra istanze di oggetti, consentendo la collaborazione tra i partecipanti software.
- Ingegneria sostenibile - rimane adattabile alle diverse esigenze in ogni fase del ciclo di vita dell'applicazione. Il progetto originale dell'applicazione del processo può essere modificato in qualsiasi momento, e il sistema eseguirà le modifiche propagandole in tutto l'impianto. Una modifica nella grafica di un oggetto può essere applicata a tutti gli oggetti o solo alle istanze selezionate. Le librerie di sistema supportano l'evoluzione delle varie versioni, ed il sistema verifica sempre qualsiasi discrepanza tra il modello a oggetti e le sue istanze.
- Dati delle applicazioni standard e riutilizzabili - include un set di librerie di oggetti che aiutano il set up del processo di progettazione. Le librerie pronte all'uso possono essere modificate per affrontare specifiche esigenze. Librerie opzionali si concentrano sulle applicazioni per i diversi

segmenti, con competenze integrate come funzionalità di gestione energetica per aiutare nella riduzione degli sprechi energetici.

10.3. Rete di sistema

La comunicazione tra differenti controllori e i server di sistema dovrà avvenire mediante una rete di controllo.

Inoltre, una rete di supervisione dovrà essere utilizzata per facilitare la comunicazione tra i server di sistema e i sistemi operatori presenti nel sistema.

La rete di controllo e di supervisione dovranno essere basate su tecnologia ethernet.

Ciascuna rete dovrà supportare configurazioni di bus di comunicazione, reti ad albero, stella, anello e doppio anello.

10.3.1. Rete di controllo

Il sistema dovrà continuamente monitorare e controllare le comunicazioni tra le stazioni della rete di controllo e dovrà avere capacità di diagnostica ed identificazione delle cause e delle conseguenze di un failure di comunicazione.

Tali eventi di failure dovranno essere segnalati all'operatore mediante le stazioni operatore e dovrà essere possibile riparare/sostituire le sezioni in fault della rete di controllo senza "bloccare" l'operatività del sistema generale.

Il sistema dovrà supportare la comunicazione peer-to-peer sulla rete.

10.4. Server di sistema

Il server di sistema deve essere basato su hardware di mercato che può essere facilmente acquistato da qualsiasi produttore di computer. I sistemi operativi devono essere:

- Windows 7 Professional o successivo
- Windows Server 2008 o successivo

I Server di sistema eseguono l'elaborazione centralizzata delle informazioni di sistema, tra cui come minimo, le seguenti attività:

- Data Server per facilitare le comunicazioni ai vari controller e le periferiche di sistema
- Server allarmi per abilitare il monitoraggio, allarmistica, la distribuzione e il riconoscimento degli allarmi
- Trend Server per consentire la raccolta, l'archiviazione e la distribuzione dei trend storici
- Report Server per l'elaborazione, l'archiviazione e la distribuzione di report

Deve essere possibile combinare tutte le attività di sistema del server su una singola postazione di lavoro, o di separare la funzionalità su diverse stazioni di lavoro. Inoltre, ciascuna di queste task di sistema devono sfruttare le capacità dei computer multiprocessore per utilizzare e distribuire le prestazioni tra le varie CPU e migliorare le prestazioni del sistema.

Ogni task del sistema Server deve poter essere eseguita in modo indipendente così che un fault eventuale non influenza negativamente il funzionamento di qualsiasi altro, e si può ripristinare e recuperare facilmente il sistema senza dover spegnere il server in questione.

Le stazioni operatore si metteranno in contatto con i vari sottosistemi server per acquisire o scrivere i dati. Le stazioni operatore agiranno come client per queste task, piuttosto che elaborare questi elementi in modo indipendente.

Le stazioni server devono poter operare anche come stazioni operatore.

Cambiamenti di configurazioni fatte ad un server non deve richiedere un restart dei server non correlati.

Le stazioni operatore e altri client non devono richiedere il riavvio in caso di modifiche di configurazione, ma devono essere aggiornati automaticamente con le modifiche che vengono implementate.

La configurazione deve essere come minimo ridondata, con possibile estensione ad una tripla con capacità di Disaster Recovery, in locale od in sito remoto.

10.5. Configurazione PLC

Il sistema dovrà consistere di una piattaforma flessibile e modulare per la programmazione dei controllori logici. Questa piattaforma dovrà poter gestire un insieme di moduli di tipo I/O distribuibili su distanze variabili mediante rack distribuiti o isole remote (in questo caso devono essere specificati i vincoli massimi di distanza rispetto ai moduli).

Gli I/O distribuiti potranno essere collegati tra loro tramite cavo coassiale o cavo Ethernet o fibra ottica.

La gamma dei controllori deve supportare la modalità I/O scanning.

Le prestazioni dei moduli remoti deve essere indipendente dalla loro posizione nella configurazione del sistema.

10.5.1. Software di sviluppo e runtime

Il software di sviluppo e runtime deve essere compatibile con vari sistemi operativi, come:

- Windows 7 32/64bit o successivo

E conforme allo standard IEC 1131-3.

L'accesso a tutti gli strumenti utilizzati per la parametrizzazione, la programmazione, il debugging e il funzionamento deve avvenire tramite un browser incluso nel software.

L'editor di configurazione consente di dichiarare e configurare i diversi componenti applicativi graficamente. Quando i vari moduli saranno in posizione, si potrà accedere alle loro impostazioni selezionandoli.

Il software deve essere in grado di gestire i profili di accesso definibili dall'utente.

Il software deve essere in grado di lavorare contemporaneamente su più applicazioni, sia localmente che online e le funzioni del software devono essere accessibili a prescindere dal punto di connessione.

Il software deve essere scalabile per almeno una gamma di PLC, senza la necessità di una riprogettazione completa dell'applicazione nonché permettere all'utente di sviluppare e progettare i propri blocchi funzione.

10.5.2. Processori

Il sistema deve essere progettato sulla base di una gamma di processori (CPU) con diversi livelli di prestazioni, capacità di memoria e numero di segnali.

I processori devono essere dotati di una memoria interna in modo che possano essere utilizzati senza alcun modulo di memoria aggiuntiva. Tuttavia, essi devono prevedere uno slot per l'estensione di memoria.

Un programma scritto per una determinata CPU deve poter essere eseguito da un'altra CPU di gamma se con memoria sufficiente, con nessuna modifica se non quella del processore dal software di configurazione rack.

I controllori devono essere di tipo modulare, le schede di ingresso ed uscita devono prevedere collegamenti a vite.

I controllori devono essere in grado di gestire ingressi digitali e analogici discreti o uscite digitali e analogiche particolari (conteggio, sequenza di eventi, ...) e di generare o, eseguire funzioni di gestione dei dati e di comunicare con i dispositivi esterni.

I controllori devono essere programmabili da una postazione centralizzata utilizzando un solo pacchetto software di programmazione.

La gamma di controllori deve prevedere come minimo una porta ethernet TCP/IP con un web server integrato, eventualmente compatibile anche con dispositivi consumer iOS e Android.

Deve essere possibile collegare un PC al processore tramite una porta USB o attraverso un collegamento Ethernet.

Per assicurare l'integrità dell'applicazione durante un blackout energetico, l'area di memoria RAM del controllore deve essere dotato di batteria tampone interna in grado di memorizzare, come minimo, i file di applicazione e i dati.

10.6. Elenco segnali I/O

In questa fase preliminare della progettazione non è stato possibile individuare con precisione l'elenco di segnali da gestire nel sistema di supervisione e controllo innanzi descritto, che potrà essere modificato anche in modo significativo dalle scelte che saranno fatte in sede di progettazione definitiva anche solo a riguardo delle tecnologie che saranno individuate.

In questa sede, si evidenzia che, nella configurazione attuale, l'impianto necessita di gestire ca. 3.665 I/O che diverranno all'incirca 4.800 I/O con la realizzazione di tutti gli interventi inseriti nel presente progetto preliminare.

Una stima di tale quantificazione è riportata nella seguente tabella.

Tabella 24. Stima Segnali I/O

RIEPILOGO SEGNALI				
	DI	**DO**	**AI**	**AO**
Cabina 01: Trattamenti primari, biologico e sedimentazione	192	32	0	0
Quadro MCC1: Sedimentazione secondaria	192	64	8	
Quadro MCC2: Preispessimento dinamico e stabilizzazione aerobica	256	64	40	16
Cabina 02: Trattamento biologico e stabilizzazione	192	32	0	0
Quadro MCC101: Grigliatura grossolana e media	128	64	0	0
Quadro MCC102: Sollevamento iniziale e Grigliatura fine	192	64	0	0
Quadro MCC401: Dissabbiatura e disoleatura	256	96	8	0
Quadro MCC2001: Soll.to intermedio e accumulo acque di pioggia (1° Lotto)	196	96	16	8
Cabina 03 (1° Lotto): Trattamenti primari, biologico e sedimentazione	112	18	3	0
Quadro MCC2002: Sedimentazione secondaria (1° Lotto)	256	64	8	8
Quadro MCC2003A: Trattamento biologico e stabilizzazione (1° Lotto)	256	64	8	8
Quadro MCC2003B: Trattamento biologico e stabilizzazione (1° Lotto)	256	64	8	8
Quadro MCC2004: Trattamento biologico e stabilizzazione	64	32	16	8
Quadro QPLC-03: Trattamenti primari, biologico e secondari (1° Lotto)	128	32	24	8
SEGNALI NUOVE UTENZE - REVAMPING LOTTI 1 e 2	**800**	**256**	**48**	**24**
TOTALE SEGNALI	**3476**	**1042**	**187**	**88**
TOTALE GENERALE SEGNALI	**4793**			

11. INSTALLAZIONE NUOVE GRIGLIE EXTRA-FINI

Il comparto di grigliatura fine dell'impianto di Foce Sarno consiste in n° 6 linee parallele completamente realizzate dal punto di vista strutturale.

Solo quattro delle sei sono effettivamente funzionanti in quanto risultano istallate solo quattro griglie a funzionamento elettromeccanico con spaziatura tra le barre di 3 mm adatte a trattare una portata massima di 21.600 mc/h.

Le griglie esistenti, della HP Waste Water Management, sono del tipo a lamelle mobili autopulenti con movimento circolare (con funzionamento analogo a quello delle step screen o. griglie e gradini).

La problematica principale è rappresentata dal fatto che le apparecchiature esistenti sono obsolete, la loro installazione risale al 1994.

Per esse non sono più in produzione nemmeno i pezzi di ricambio, tanto che il gestore, quando occorre, deve commissionare la costruzione ad hoc della ricambistica, con costi davvero proibitivi.

Di qui la necessità di eseguire la sostituzione delle 4 griglie esistenti e di attrezzare anche altri due dei sei canali esistenti con griglie funzionanti, in modo da consentire il fermo di una o due delle unità per eseguire eventuali manutenzioni.

Diversamente dalla condizione attuale, solo due degli otto canali di grigliatura saranno lasciati liberi, in modo da funzionare, all'occorrenza, da bypass complessivo del comparto.

Saranno dunque installate N.6 Griglie fini a nastro.

Si tratta di griglie idonee all'installazione in canaletta, studiate appositamente per trattare liquami con forte presenza di sabbie e dotate di nastro filtrante continuo autopulente, costituito da una maglia fitta di elementi profilati, in grado di convogliare il materiale trattenuto fino alla sezione di espulsione posta nella parte superiore della macchina.

DATI TECNICI

Larghezza canale	1.600 mm
Profondità canale	1.850 mm
Larghezza griglia	1.550 mm
Altezza di scarico da fondo canale	2.500 mm
Spaziatura	3 mm
Passo	100 mm
Struttura griglia	acciaio inox Aisi 304
Elementi filtranti	polietilene ad alta resistenza
Protezioni	acciaio inox Aisi 304
Potenza installata	1,5 kW – 50Hz – 4 poli

Si prevede altresì la sostituzione di tutte le paratoie del comparto e dunque l'installazione di N.16 paratoie con le seguenti caratteristiche:

COMPONENTI DELLA FORNITURA

- Telaio interamente realizzato in lamiera pressopiegata e profili di rinforzo;
- Diaframma irrigidito realizzato in lamiera pressopiegata e profili di rinforzo;
- Gruppo di manovra automatico ON-OFF con accoppiamento diretto, vite trapezoidale e chiocciola in bronzo.
- Volantino di emergenza manuale.

DATI TECNICI

- Tipo a singola vite saliente
- Installazione a canale
- Gruppo di manovra attuatore elettrico multigiri ON-OFF completo di unità teleinvertitrice e
- comando di emergenza
- Tenuta 3 Lati
- Larghezza apertura 1600 mm
- Altezza apertura 1000 mm
- Altezza scudo 1200 mm
- Altezza volantino da fondo paratoia 3000 mm
- Esecuzione Acciaio inox Aisi 304
- Asta filettata Acciaio inox Aisi 304
- Chiocciola bronzo
- Sistema di tenuta guarnizioni in gomma neoprene tipo nota musicale
- Guide ottone
- Protezione asta saliente tubo in acciaio verniciato.

Si prevede infine il rifacimento di tutto il sistema di allontanamento del materiale grigliato e dunque l'installazione di:

- N.1 Nastro concavo a V

  DATI TECNICI

  - Tipo concavo
  - Versione orizzontale
  - Esecuzione telaio nastro acciaio inox Aisi 304
  - Esecuzione struttura di sostegno acciaio inox Aisi 304
  - Larghezza tela 500 mm
  - Tipo tela gomma tipo flex fer / 250 spess. 8 mm
  - Bavetta laterale PVC
  - Interasse rulli 12,00 m
  - Inclinazione max 30°
  - Potenza installata 3,0 kW
  - Velocità 25 rpm

12. NUOVO COMPARTO DI FILTRAZIONE FINALE

Il rispetto dei limiti allo scarico, anche nell'ipotesi che futuri e probabili adeguamenti normativi inducano a definire la porzione di mare ove recapita il depuratore come corpo recettore in area sensibile, hanno portato a ritenere opportuna la realizzazione di un nuovo comparto di filtrazione finale, che garantisca un refluo in uscita con tenore di solidi **inferiore a 10 ppm**.

Il comparto dovrà trattare l'intera portata ammessa al biologico, pari dunque ad un valore massimo **Q_{pb} = 12.536 m^3/h**.

La tecnologia scelta per questa sezione di impianto è la filtrazione su tela sui cosiddetti filtri a disco..

Il filtro a dischi presenta diversi vantaggi rispetto alle altre tecnologie di filtrazione:

- ingombro ridotto
- strumentazione minima e componenti modulari che garantiscono un design semplice con il massimo della flessibilità
- sistemi di controllo semplici e automatizzati
- pannelli di filtrazione facilmente sostituibili e ugelli per il controlavaggio realizzati in modo da facilitarne la manutenzione senza la necessità di svuotare l'impianto
- consumo minimo di acqua di lavaggio senza necessità di vasche di stoccaggio
- minime perdite di carico
- macchina chiusa mediante copertura modulare e rimovibile

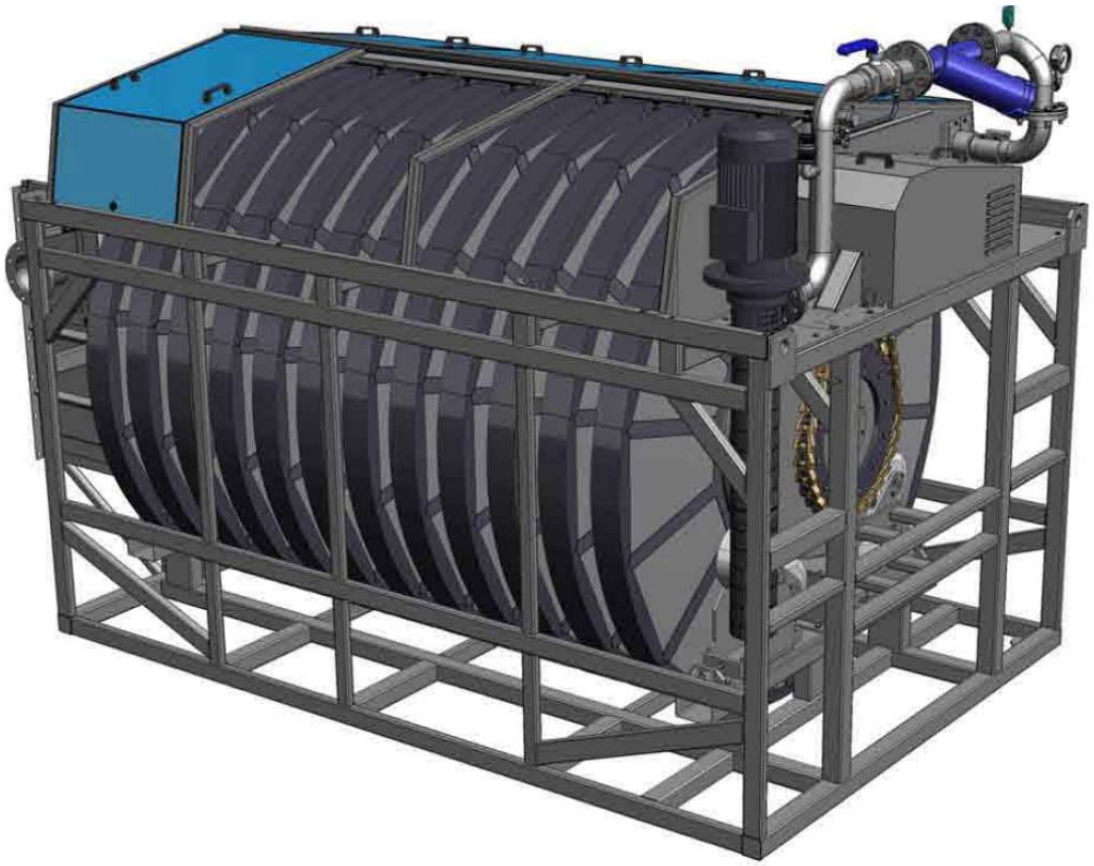


Figura 39. Filtro a dischi

Il filtro proposto si basa sull'utilizzo di dischi multipli ognuno costituito da una serie di pannelli filtranti. Tale schema impiantistico determina un incremento nell'area di filtrazione riducendo al contempo la superficie occupata.

Il design compatto del filtro a dischi lo rende una eccellente soluzione per il trattamento di effluenti da impianti di depurazione di acque reflue o per altri trattamenti di filtrazione in cui è richiesto un filtro che abbia la massima efficienza e occupi poco spazio con una elevata area di filtrazione.

L'acqua da trattare fluisce per gravità all'interno del tamburo centrale e filtra attraverso i pannelli dall'interno verso l'esterno dei dischi. I solidi sono separati dall'acqua per mezzo dei pannelli filtranti montati su ambo i lati dei settori che compongono il disco. I solidi sono trattenuti all'interno dei dischi filtranti mentre l'acqua depurata fluisce all'esterno del disco nella vasca di contenimento della macchina stessa.

Durante il normale funzionamento, i dischi rimangono fermi fino a che, a causa dell'intasamento dei pannelli per l'accumulo di solidi, il livello dell'acqua nel canale di alimentazione raggiunge un valore prefissato. A questo punto, il ciclo di controlavaggio è avviato automaticamente ed i solidi sono rimossi e scaricati all'interno della tramoggia di raccolta mentre il disco è posto in rotazione. Il flusso controcorrente e gli ugelli assicurano la pulizia del mezzo filtrante con un consumo minimo d'acqua (si utilizza l'acqua filtrata). I supporti degli ugelli per il controlavaggio sono realizzati in modo tale da facilitare la manutenzione e la sostituzione degli stessi.

I pannelli filtranti modulari sono composti da reti filtranti a geometria piana realizzate in acciaio AISI 316 e tenute in posizione da un telaio in materiale plastico. Il design dei pannelli filtranti, ancorati alla struttura di sostegno, ne permette la rimozione in modo semplice e rapido, consentendo tempi di intervento ridotti senza la necessità di svuotare la vasca o di rimuovere il filtro.

Se vi fosse la necessità di modificare le condizioni di esercizio o i rendimenti, la struttura permette inoltre di passare facilmente ad un mezzo filtrante con aperture differenti. Le unità filtranti sono di robusta costruzione e dotate di poche parti mobili con il risultato di lunga durata e bassi costi di manutenzione.

L'efficiente e compatta struttura del filtro a dischi, è costituita dall'unità filtrante, da una pompa per il controlavaggio e da un'unità di controllo costituita da:

- quadro elettrico di controllo, IP55, in PRFV poliestere rinforzato, che comprende la protezione per il motore del filtro ed il motore della pompa di lavaggio, rilevatore di livello e controllore programmabile;
- inverter per il comando della rotazione dei dischi;
- inverter per la pompa di controlavaggio;
- asta di livello conduttimetrica per l'avviamento del controlavaggio.

Nel caso in esame, si prevede l'installazione di n° 11 filtri a dischi inclusa pompa di controlavaggio (per installazione in vasca di c.a., pannelli piani in acciaio inox AISI 316L, superficie di filtrazione: 134,4 m^2 cad, filtro semisommerso).

Le principali caratteristiche del comparto saranno le seguenti:

- Tipo di trattamento: rimozione solidi sospesi reflui municipali depurati biologicamente
- Tipo installazione: filtro semi-sommerso
- Vasca inox AISI 304L

- N. apparecchiature: 11 duty
- Portata massima totale: 12.536 m^3/h
- Solidi sospesi totali in ingresso: 50 mg/L
- Solidi sospesi totali attesi in uscita: ≤ 10 mg/L, assumendo le dimensioni dei solidi superiori alla apertura delle tele filtranti

12.1. Principio di funzionamento

Il principio di funzionamento del filtro a dischi è estremamente semplice. L'acqua da trattare fluisce per gravità all'interno del tamburo centrale e filtra attraverso i pannelli dall'interno verso l'esterno dei dischi.

I solidi sono separati dall'acqua per mezzo dei pannelli filtranti montati su ambo i lati dei settori che compongono il disco. I solidi sono trattenuti all'interno dei dischi filtranti mentre l'acqua depurata fluisce all'esterno del disco nella vasca di contenimento della macchina stessa.

I dischi operano sommersi per circa il 65% del loro diametro. Durante il normale funzionamento, i dischi rimangono fermi fino a che, a causa dell'intasamento dei pannelli dovuto all'accumulo di solidi, il livello dell'acqua nel canale di alimentazione raggiunge un valore prefissato.

A questo punto il ciclo di controlavaggio è avviato automaticamente ed i solidi sono rimossi e scaricati all'interno della tramoggia di raccolta mentre il disco è posto in rotazione.

Il flusso controcorrente e gli ugelli assicurano la pulizia del mezzo filtrante con l'utilizzo di acqua già filtrata.

I supporti degli ugelli per il controlavaggio sono realizzati in modo tale da facilitare la manutenzione e la sostituzione degli stessi.

12.2. Dimensionamento di massima

Si riporta di seguito un dimensionamento di massima delle unità filtranti, che andrà verificato con il produttore della tecnologia prescelta in sede di esecuzione.

I dati di progetto sono i seguenti:

Dati di progetto		ESTATE	INVERNO	
Parametri di Progetto	**simbolo**	**valore**	**valore**	**U.M.**
Portata media nera	Q_{mn}	4.179	3.711	[m³/h]
Portata massima	Q_{max}	12.536	11.132	[m³/h]
Concentrazione SS in ingresso ai filtri	C_{SSin}	**50**	**50**	[mg/l]
Concentrazione SS in uscita dai filtri	C_{SSout}	**≤ 10**	**≤ 10**	[mg/l]

Si possono dunque eseguire le seguenti elaborazioni

Carico di solidi massimo applicabile	$C_{ss,max}$	**420**	**420**	mg*m/l/h
Area di filtrazione alla portata media	$A_{f,m}$	497	442	mq
Area di filtrazione alla portata punta	$A_{f,p}$	1.492	1.325	mq
N. linee di trattamento alla portata media		**4**	**4**	n
N. linee di trattamento alla portata di punta		**11**	**11**	
Area di filtrazione alla portata media cadaun filtro	$A_{f,m,u}$	124	110	mq
Area di filtrazione alla portata punta cadaun filtro	$A_{f,p,u}$	136	120	mq
Superficie unitaria disco	S_u	**5,6**	**5,6**	mq
Numero di dischi per cadaun filtro alla portata media		23	20	n
Numero di dischi per cadaun filtro alla portata punta		24	21	n
Area di filtrazione totale impianto necessaria		1.478	1.294	mq
Area di filtrazione totale impianto assunta		1.478	1.294	mq

Passando alla verifica si avrà:

Verifica impianto

Carico di solidi di progetto alla portata media	$C_{ss,m}$	141,32	143,42	mg*m/l/h
% di controlavaggio alla portata media	%m	34%	34%	%
Carico di solidi di progetto alla portata punta	$C_{ss,p}$	420,00	430,00	mg*m/l/h
% di controlavaggio alla portata punta	%p	100%	102%	%

Calcolo portate di controlavaggio

Permeabilità tela filtrante	k	0,52	0,52	
Portata pompa di controlavaggio	Q_p	18,40	18,40	[m³/h]
Numero di filtri attivi	N	6,00	6,00	n
% di controlavaggio alla poratta media	Tc,m	34%	34%	h/d
Portata di controlavaggio	Qc,m	19,32	19,60	[m³/h]
% di controlavaggio alla portata punta	Tc,p	100%	102%	h/d
Portata di controlavaggio	Qc,p	57,41	58,77	[m³/h]

Calcolo fanghi terziari

differenziale medio dei SST	ΔSST	20,00	20,00	[mg/l]
Fanghi terziari alla portata media	SST	2005,70	1781,12	[kg/d]
Portata di controlavaggio	$Q_{c,m}$	463,59	470,50	[m³/d]
Contenuto di sostanze secche nel fango terziario	C_{SST}	0,43%	0,38%	%
Contenuto di sostanze secche nel fango terziario	C_{SST}	4,33	3,79	[kg/m³]

In ultima analisi, le caratteristiche delle unità selezionate saranno le seguenti:

Unità Filtri a Dischi			
N. Unità Filtri a Dischi	11	11	
n. di dischi per filtro	24	24	[cad]
Superficie unitaria disco	5,6	5,6	[m²]
Superficie totale sistema filtri	1.478,40	1.478,40	[m²]

12.3. Posizionamento dei filtri

Il posizionamento dei filtri è stato studiato in dettaglio, sia dal punto di vista planimetrico, con l'individuazione di un'area dell'impianto ove realizzare il comparto, sia dal punto di vista altimetrico, in modo da rendere l'installazione compatibile con l'attuale profilo idraulico.

12.3.1. Posizionamento planimetrico

Dal punto di vista planimetrico, ad esito dei sopralluoghi eseguiti, è stata individuata un'area libera dell'impianto, immediatamente a tergo del torrino di carico, idonea per il posizionamento dei filtri.

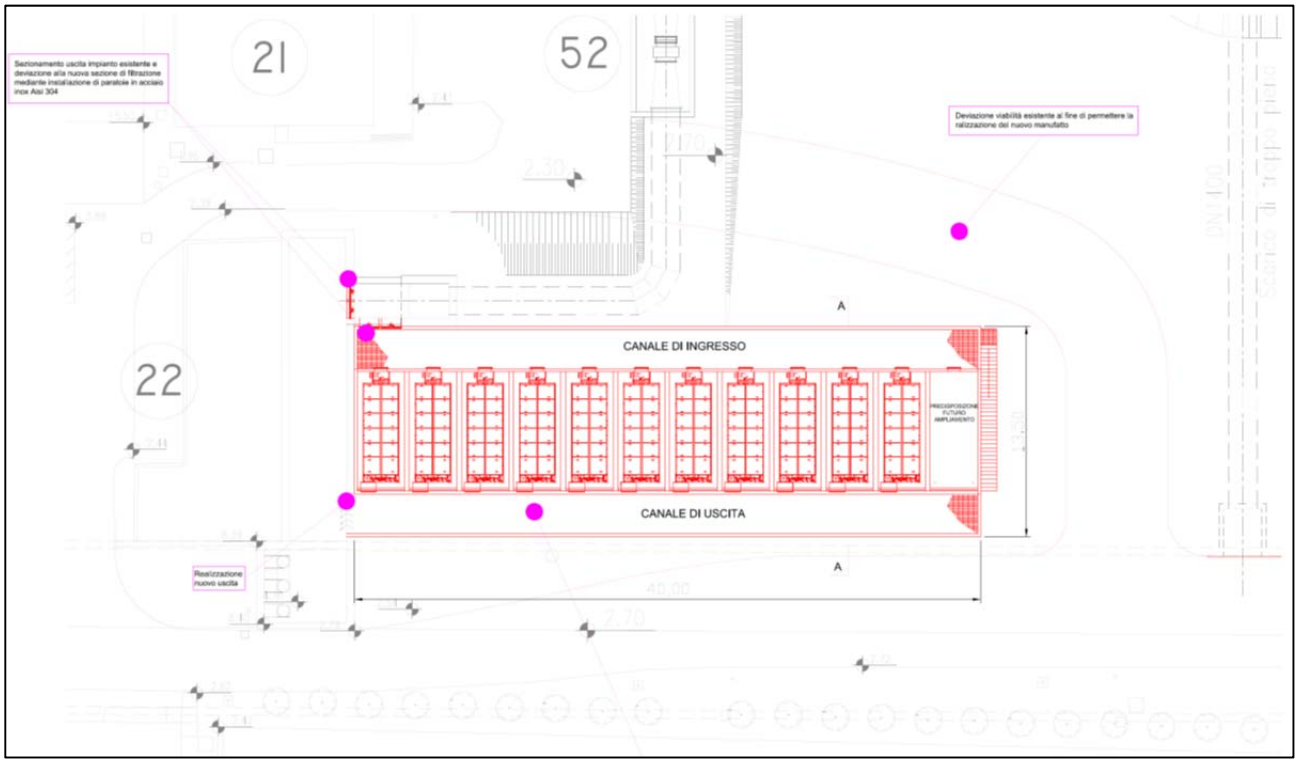


Figura 40. Posizionamento planimetrico nuovo comparto filtrazione

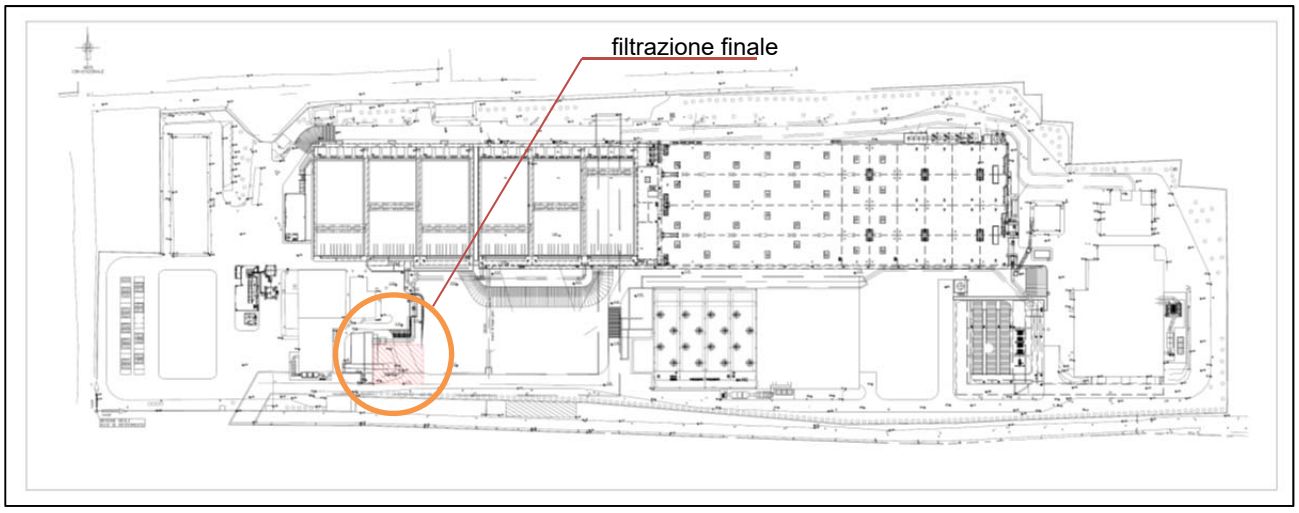


Figura 41. Ubicazione nuovo comparto filtrazione

12.3.2. Posizionamento altimetrico

Consideriamo innanzitutto il seguente estratto dal profilo idraulico del progetto dell'impianto (Elaborato PRI -01).

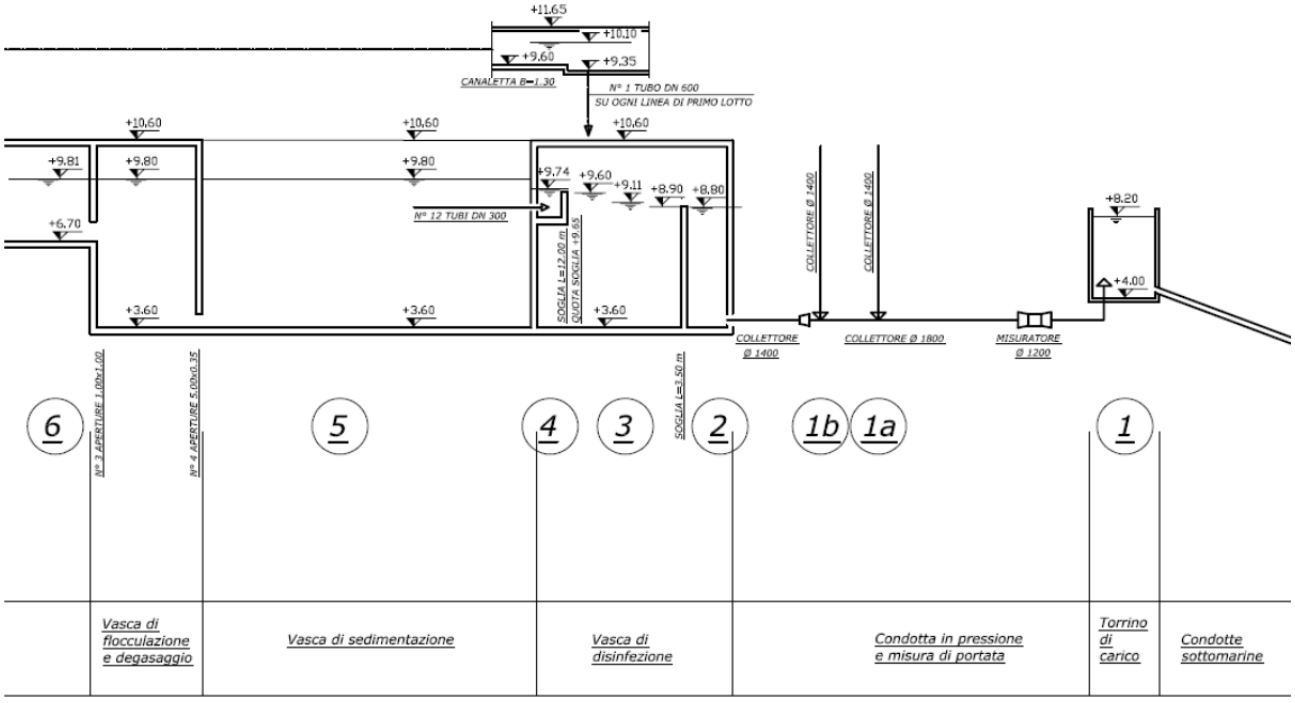


Figura 42. Profilo idraulico del depuratore.

Come si può evincere dal dettaglio innanzi riportato, il dislivello idrico tra il livello nella vasca di disinfezione e il livello massimo nel torrino di carico delle condotte sottomarine è pari a +8,80 m.s.l.m. – (+8,20) m.s.l.m. = 0,6 m.

Tipicamente, la perdita di carico di un filtro a disco della tipologia selezionata si attesta intorno a 0,4 m, per cui è teoricamente possibile inserire i filtri tra la disinfezione ed il torrino di scarico, a patto che essi siano posizionati in modo da rispettare la cadente piezometrica tra i due livelli.

Di qui la deduzione che i filtri non possono essere realizzati sul piano campagna, che è a quota +2,24 m.s.l.m., essi dovranno essere posizionati ad una quota intermedia tra +8,20 e +8.80 m.s.l.m.

Ciò comporta la necessità di realizzare un apposito edificio sul quale posizionare il comparto di filtrazione, che schematicamente si può così rappresentare:

Il nuovo edificio, in cemento armato, è rappresentato nella sua definizione preliminare nella seguente figura, si prevede che esso sia fondato su pali e abbia, nella parte superiore, le vasche in c.a. di contenimento dei singoli filtri.

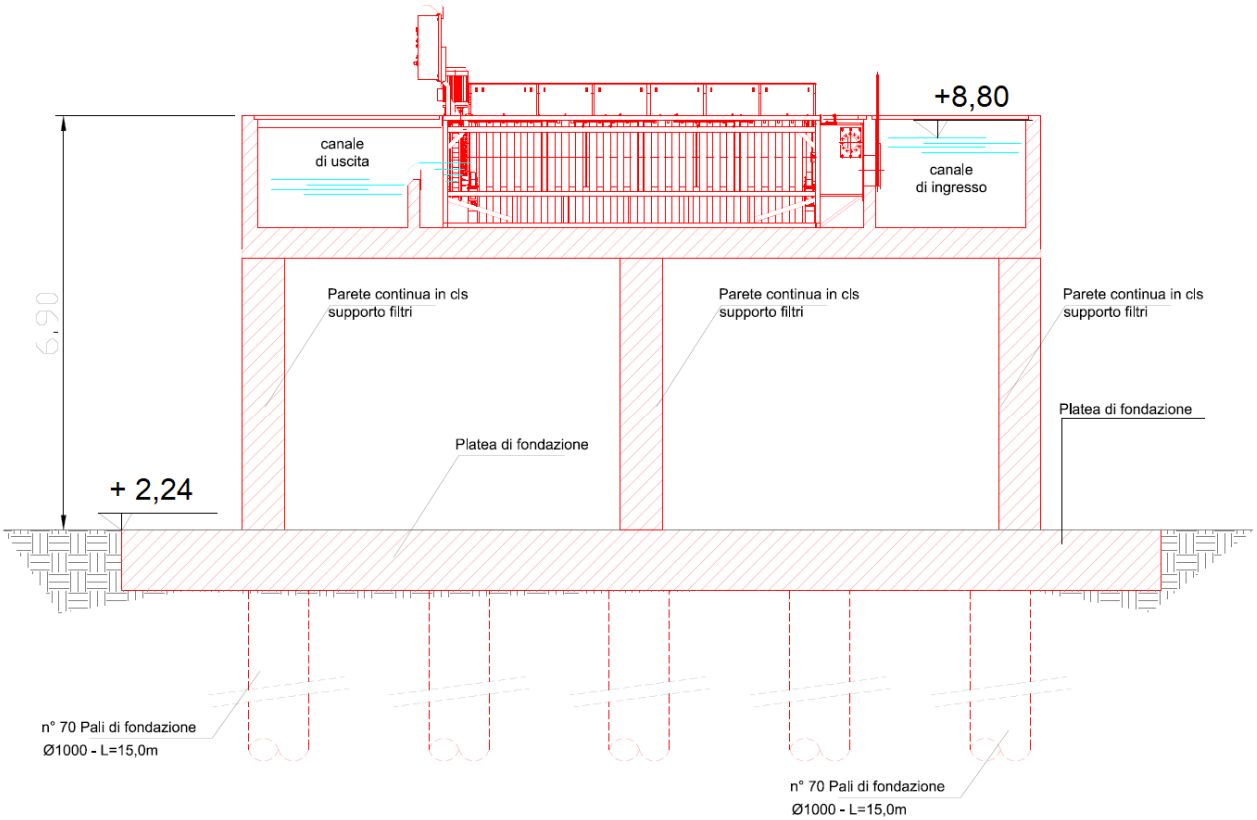


Figura 43. Posizionamento altimetrico dei filtri

13. IMPLEMENTAZIONE DI UN COMPARTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA

Considerate le dimensioni dell'impianto, soprattutto nelle condizioni a regime, si è ritenuto opportuno, anche e soprattutto per l'ottimizzazione energetica del depuratore, introdurre una fase di digestione anaerobica, con produzione e valorizzazione energetica del biogas, in luogo dell'attuale fase di stabilizzazione aerobica.

La **digestione anaerobica** è un processo di degradazione biologica di sostanze organiche complesse in altre più semplici, in ambiente privo di ossigeno.

L'applicazione più frequente è proprio quella relativa ai fanghi di supero degli impianti di depurazione biologici, a volte anche per il pretrattamento di acque di scarico industriali a contenuto organico molto elevato

Gli obiettivi da raggiungere sono:

- stabilizzazione cioè riduzione della putrescibilità mediante riduzione del contenuto di sostanze organiche volatili
- riduzione del volume di fanghi da smaltire
- ottenimento di fanghi più facilmente disidratabili
- riduzione della carica batterica
- produzione di biogas (recuperi energetici)

Considerato che il sistema prevede maggiori costi di investimento rispetto al sistema aerobico, ma minori costi gestionali, grazie alla produzione di energia elettrica per autoconsumo, il break even point si verifica per impianti di taglia superiore a 50.000 AE, condizione nella quale il depuratore di Foce Sarno rientra ampiamente.

13.1. Produzione di fango

Ai fini del dimensionamento di questo comparto, occorre stimare la produzione di fanghi biologici derivanti dal trattamento secondario.

In base ai di dati di progetto disponibili si è allora considerata la seguente produzione:

FANGHI DI SUPERO		ESTATE	INVERNO	
Produzione giornaliera di sostanza secca	X_{sv}	19.642,20	17.546,90	kgSS d^{-1}
Portata volumetrica giornaliera	Q_f	2.455,27	2.193,36	m^3 d^{-1}
Tenore di solidi	C_{sv}	0,80	0,80	%

FANGHI ISPESSITI		ESTATE	INVERNO	
Produzione giornaliera di sostanza secca	X_{sv}	19.642,20	17.546,90	kgSS d^{-1}
Portata volumetrica giornaliera	Q_f	491,06	438,67	m^3 d^{-1}
Tenore di solidi in uscita dall'ispessimento	C_{sv}	4,00	4,00	%

13.2. Dimensionamento del comparto

In base alle conseguenti elaborazioni, si è potuto quindi calcolare che, per la stabilizzazione anaerobica dei fanghi di supero debbano essere convertite a tale funzione le N.4 esistenti vasche di stabilizzazione aerobica.

Ad esito dell'adeguamento strutturale delle stesse, con eliminazione di passerelle e camminamenti, il volume di ogni singola vasca sarà:

L = 38,6 m

B = 12,0 m

H_{utile} = 4,0 m

Possono dunque esser sviluppate le seguenti elaborazioni:

Dati di progetto		ESTATE	INVERNO	
Produzione giornaliera di fango su base secca	ΔX_{ff}	19.642	17.547	$kg_{SS}\ d^{-1}$
Contenuto di sostanze secche nel fango	SS%	4,00	4,00	%
Percentuale media di solidi volatili	$(VSS/SS)_{IN}$	**70,00**	**70,00**	%
Umidità del fango in alimento alla digestione	U_{ff}	96,00	96,00	%
Peso specifico del fango fresco	γ_{ff}	1.028	1.028	$kg\ m^{-3}$
Percentuale di riduzione VSS	r	0,5	0,5	
Umidità del fango digerito	U_d	**96,00**	**96,00**	%
Peso specifico del fango digerito	γ_d	1.028	1.028	$kg\ m^{-3}$

Posto che, ovviamente, si ha:

$$q_{ff} = \frac{\Delta X_{ff}}{\gamma_f \cdot (1 - U_f)}$$

si può procedere con il calcolo del tempo id residenza idraulica:

$$HRT_{dig} = \frac{\Delta X_{ff\,V}}{c_{VSS}}$$

Assumendo, come da letteratura tecnica, per fanghi primari o misti, un carico volumetrico di dimensionamento è compreso tra 1,2 e 2,2 $kgSSV\ m^{-3}\ d^{-1}$ ed una percentuale di SSV pari al 70%.

Si ottengono i dati riportati nella seguente tabella

DIMENSIONAMENTO DEL DIGESTORE				
Tipologia di processo		*digestore mesofilo monostadio*		
Produzione giornaliera di fango su base secca volatile	ΔX_{ffV}	13.750	12.283	$kg_{SS}\ d^{-1}$
Produzione giornaliera di inerti	ΔX_{inerti}	5.893	5.264	$kg_{SS}\ d^{-1}$
Portata volumetrica fanghi in ingresso	q_{ff}	477,7	426,7	$m^3\ d^{-1}$
Carico volumetrico di progetto	c_{VSS}	**2,00**	**2,00**	$kg_{SSV}\ m^{-3}\ d^{-1}$
Volume di digestione		6.875	6.141	
Numero unità di progetto		**4,00**	**4,00**	
Volume unitario di digestione	V_{dig}	1.719	1.535	m^3
Tempo di detenzione idraulica	HRT_{dig}	14	14	d

E, nota la geometria reale delle vasche:

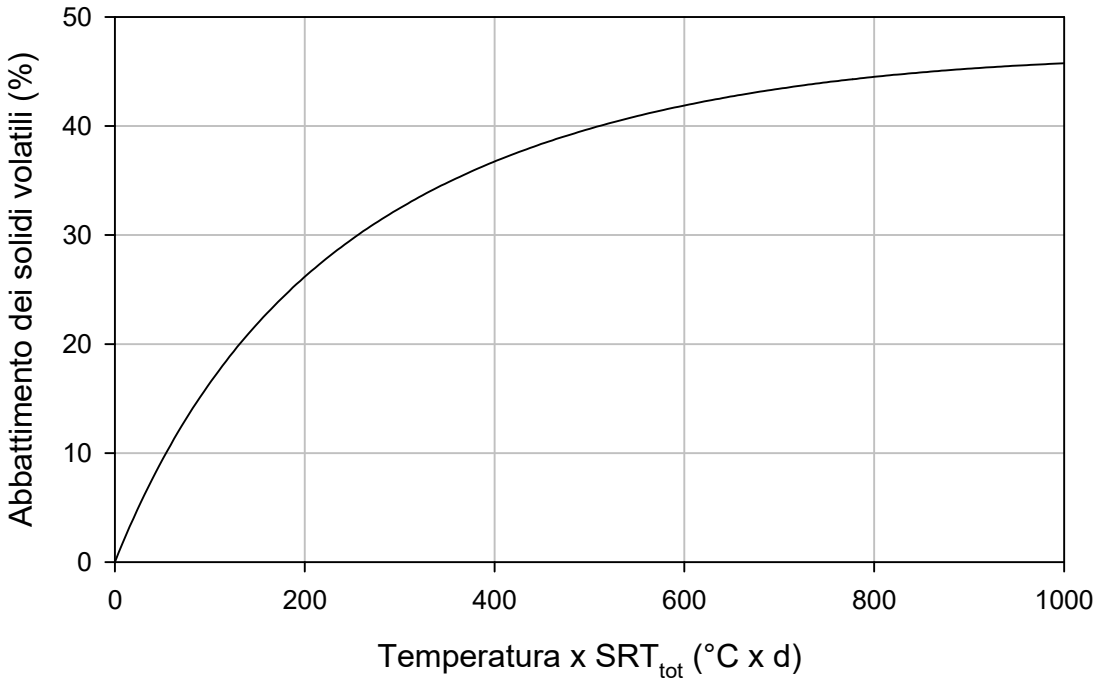
GEOMETRIA REALE DEL DIGESTORE		ESTATE	INVERNO	
Lunghezza	L	**38,60**	**38,60**	m
Larghezza	B	**12,00**	**12,00**	m
altezza	H	**4,00**	**4,00**	m
Volume totale del digestore	V_{dig}	**1.852,80**	**1.852,80**	m^3
Volume utile per la digestione	V_{eff}	**1.852,80**	**1.852,80**	m^3

Si può dunque verificare l'efficienza di abbattimento dei solidi volatili:

VERIFICA		ESTATE	INVERNO	
Numero di unità		4,00	4,00	
Volume unitario	V_{eff}	1.853	1.853	m^3
Volume totale	V_{tot}	**7.411**	**7.411**	m^3
Carico volumetrico	c_{VSS}	1,86	1,66	$kg_{SSV}\ m^{-3}\ d^{-1}$
Tempo di residenza idraulico	$HRT_{dig,eff}$	16	17	d
Temperatura di esercizio	T_d	**35,00**	**35,00**	°C
Prodotto HRT × T_d	HRT × T_d	543	608	°C d
Abbattimento SSV	r	**50,00**	**50,00**	%

Nella precedente tabella, la percentuale di abbattimento è stata valutata con l''ipotesi di lavoro è che tutto il volume disponibile per la digestione anaerobica operi in regime mesofilo con una temperatura media di 35°C.

Si ha come riferimento il seguente andamento proposto da Metcalf & Eddy, 2003.



In conclusione, dalle elaborazioni eseguite la volumetria appare sufficiente per raggiungere una percentuale di abbattimento di SSV pari al 50%.

Si può inoltre stimare la potenza minima da fornire per unità di volume per avere l'agitazione dei fanghi:

DISPOSITIVI DI MISCELAZIONE DIGESTORE		ESTATE	INVERNO	
Potenza specifica richiesta	p	11,00	11,00	W/m^3
Rendimento	η	0,70	0,70	
Potenza del sistema di mescolamento per digestore	P	29,12	29,12	kW

Si può altresì eseguire un bilancio di materia e calcolare la produzione di fanghi digeriti e di surnatante

PRODUZIONE DI FANGO DIGERITO E DI SURNATANTE		ESTATE	INVERNO	
Percentuale di rimozione dei solidi volatili	r	50,00	50,00	%
Produzione di fango digerito su base secca volatile	ΔX_{DV}	6.875	6.141	kg$_{SS}$ d^{-1}
Produzione di fango digerito su base secca	ΔX_{D}	12.767	11.405	kg$_{SS}$ d^{-1}
Percentuale di VSS nei fanghi digeriti	$(VSS/SS)_{OUT}$	53,8%	53,8%	
Tenore di secco nel fango uscente dal digestore	SS%	4,00	4,00	%
Portata volumetrica fanghi digeriti	q_d	310	277	m^3 d^{-1}
Portata di surnatante	q_{sur}	167	149	m^3 d^{-1}

Si stima infine la produzione di biogas attesa:

PRODUZIONE BIOGAS E VOLUME GASOMETRI		ESTATE	INVERNO	
Produzione di biogas specifica		**0,48**	**0,48**	$Nm^3/kgSSV$
Volume giornaliero di biogas prodotto		3.300	2.948	Nm^3/d
Capacità percentuale di stoccaggio		**50,00**	**50,00**	%
Volume minimo gasometro	V_{gas}	1.649,9	1.473,9	m^3

13.2.1. Bilancio termico

Sono state stimate le perdite di calore attraverso le pareti del digestore – ancorché coibentate - e stimato il calore necessario a riscaldare il fango:

FABBISOGNO DI CALORE PER IL RISCALDAMENTO DEI FANGHI		ESTATE	INVERNO	
Produzione di fango in alimento	ΔX_f	19.642	43.560	$kg_{SS}\ d^{-1}$
Lunghezza interna	L	38,60	38,60	m
Larghezza	B	12,00	12,00	m
Altezza	H	4,00	4,00	m
Altezza del manufatto	H_1	4,63	4,63	m
Altezza copertura	H_2	3,00	3,00	m
Coeff. Trasferimento termico del corpo di sommità	U_1	**0,68**	**0,68**	$W/m^2/°C$
Coeff. Trasferimento termico del corpo centrale	U_C	**0,85**	**0,85**	$W/m^2/°C$
Coeff. Trasferimento termico del corpo di fondo	U_2	**0,91**	**0,91**	$W/m^2/°C$
Temperatura dell'aria	T_1	**25,00**	**0,00**	°C
Temperatura del terreno a contatto con le pareti	T_C	**15,00**	**5,00**	°C
Temperatura del terreno al di sotto del fondo	T_2	**15,00**	**5,00**	°C
Temperatura del fango in ingresso	T_f	21	14	°C
Temperatura del fango nel digestore	T_d	35	35	°C
Calore specifico del fango	C_f	**4.200**	**4.200**	J/kg/°C
Fabbisogno di calore per riscaldamento fango	q_{cal}	29.905.250	38.690.915	kJ/d
Superficie laterale del digestore				
corpo di sommità	S_{L1}	766,80	766,80	m^2
corpo centrale	S_{LC}	468,56	468,56	m^2
corpo di fondo	S_{L2}	463,20	463,20	m^2
Perdite di calore per conduzione				
corpo di sommità	q_{p1}	450.510	1.576.786	$kJ\ d^{-1}$
corpo centrale	q_{pC}	688.215	1.032.323	$kJ\ d^{-1}$
corpo di fondo	q_{p2}	728.373	1.092.559	$kJ\ d^{-1}$
Perdite di calore totali	q_{tot}	31.772.348	42.392.582	$kJ\ d^{-1}$
		1.323.847.818	1.766.357.598	$J\ h^{-1}$

Questo dato consente il dimensionamento di massima dello scambiatore di calore:

DIMENSIONAMENTO DELLO SCAMBIATORE		ESTATE	INVERNO	
Circuito primario con acqua calda				
- temperatura acqua in ingresso	$T_{a,in}$	**75**	**75**	°C
- temperatura acqua in uscita	$T_{a,out}$	**65**	**60**	°C
Circuito secondario con fango fresco				
- temperatura fango sezione ingresso	$T_{ff,in}$	**34**	**25**	°C
- temperatura fango sezione uscita	$T_{ff,out}$	35	35	°C
Portata di fango	q_{ff}	478	427	$m^3\ d^{-1}$
differenze di temperatura				
- sezione entrata fango	$\Delta T1$	31	35	°C
- sezione uscita fango	$\Delta T2$	40	40	°C
- media logaritmica	ΔTln	35,31	37,44	°C
Coefficiente di scambio termico	U_d	**2.514.000**	**2.514.000**	$J/h/m^2/°C$
Quantità di calore da scambiare	q_{tot}	1.323.847.818	1.766.357.598	$J\ h^{-1}$
Potenza termica scambiatore calcolata		368	491	kW
Capacità scambiatore scelto (potenza nominale)		**1000**	**1000**	kW
Superficie necessaria per lo scambio	S_{sc}	14,91	18,76	m^2
Superficie effettiva scelta	$S_{sc,eff}$	18,76	m^2	
Lunghezza delle tubazioni	L	39,00	m	
Diametro della tubazione	DN	**150**	**150**	mm
velocità del fango nel fascio tubiero	v_{ff}	**1,4**	**1,4**	$m\ s^{-1}$
portata del fango nel fascio tubiero	m_{ff}	89,06	89,06	$m^3\ h^{-1}$
calore specifico acqua a P e V costanti	c_{pva}	**4180**	**4180**	$J\ kg^{-1}\ °C^{-1}$
calore specifico fango a P e V costanti	c_{pvff}	**4200**	**4200**	$J\ kg^{-1}\ °C^{-1}$
portata di acqua calda da impiegare	m_a	8,95	59,66	$m^3\ h^{-1}$

Può essere infine calcolato il comparto di cogenerazione:

COGENERAZIONE	ESTATE	INVERNO	
Volume giornaliero di biogas prodotto	3.300	2.948	Nm^3/d
Contenuto di metano	**50**	**50**	%
Potere calorifico metano	**9,8**	**9,8**	kWh/m^3
Potere calorifico biogas	4,9	4,9	kWh/m^3
Potenza in ingresso	673,73	601,86	kW
Rendimento elettrico	**36**	**36**	%
Rendimento termico	**40**	**40**	%
Potenza elettrica	242,54	216,67	kW
Potenza termica	269,49	240,74	kW
Ore di funzionamento	**6000,00**	**2000,00**	h
Energia elettrica	1455,25	433,34	MWh
Energia termica	2155,93	1925,95	MWh
Energia elettrica autoconsumo comparto digestione	116,42	34,67	MWh
Energia elettrica da inviare ad altre utenze	1338,83	398,67	MWh

13.2.2. Sistema di chiusura delle vasche

Le vasche di digestione saranno chiuse mediante installazione di N.1 cupola gasometrica a 2 membrane per impianto di digestione anaerobica, per ciascuna vasca e, dunque, a copertura della finestra superiore di dimensioni pari a 12,00 x 38,60 m in cemento armato.

La cupola è idonea per il processo mesofilo (T < 45 °C), ed ha le seguenti caratteristiche:

- membrane: in tessuto di fibre poliesteri spalmato PVC, esterna resistente agli agenti atmosferici, ai raggi ultravioletti, con trattamento anti-fungo, peso 1.350 g/m^2, interna resistente al biogas, peso 1.100 g/m^2;
- confezionamento: con strisce di membrana tagliate e sagomate per ottenere la forma desiderata;
- saldature: effettuate con sistema elettronico ad alta frequenza, con saldature della membrana gas ricoperte con speciale processo Eco-Safe per proteggere la giunzione e migliorarne la sigillatura;
- forma e colore esterno: ½ cilindro a base rettangolare, BIANCO (grigio disponibile su richiesta);
- dimensioni: Vol. sotteso gas ca. 1.400 m^3, Ancoraggio 12,40 x 39,00 m, Altezza 5,50 m;
- pressione d'esercizio: 5 mbar;
- portata biogas: dai calcoli eseguiti si stima una produzione media di 3.300 m^3/giorno per l'intero impianto, quindi 825 m3/giorno che, considerati cautelativamente sulle 16 h, corrispondo a ~50 m^3/h per ogni singola cupola; la cupola proposta ammette in ingresso fino a 700 m^3/h.

Accessori compresi:

- N. 1 sistema di ancoraggio per il fissaggio delle membrane e la tenuta al gas sul bordo vasca, con flangiatura mediante speciali profili e tirafondi in acciaio inox, guarnizioni di tenuta;
- N. 1 sistema di soffiaggio aria per la ventilazione della camera dell'aria e la pressurizzazione della cupola, costituito da N. 2 ventilatori centrifughi in esecuzione antideflagrante a funzionamento continuo 24/7 (alternati/temporizzati da quadro elettrico del committente), potenza standard 0,18-1,5 kW cad. da meglio definire in base alle reali condizioni operative, con valvole di non ritorno, posizionato ai piedi della vasca o in quota in prossimità della cupola e raccordato con ns. tratti flessibili alla tubazione aria principale predisposta fino al bordo vasca;
- N. 1 oblò sulla membrana esterna per la visione della camera dell'aria, con flangia in acciaio inox ø 248 mm esterno e finestra in plexiglass ø 150 mm;
- N. 1 (min.) valvola di sfiato aria in acciaio inox ad azionamento indiretto meccanico-pneumatico e assistita tramite campionamento della pressione dalla camera dell'aria, protetta da box in alluminio e applicata a bordo membrana esterna;
- N. 1 valvola di emergenza e sovrappressione a guardia idraulica in acciaio inox con flangia 8"/DN200 PN10, comunicante con la camera del biogas, completa di camino esalatore con

griglia tagliafiamma e dispositivo di riempimento automatico, posizionata ai piedi della vasca o in quota in prossimità della cupola e connessa alla linea gas a cura del committente (con stacco a T c/o pozzetto tubi gas o direttamente sul tubo gas se esterno alla vasca);

- N. 1 misuratore di livello, dotato di sistema elastico per la trasmissione del carico, il sostegno e il centraggio della membrana interna per un uniforme svuotamento della camera del biogas, composto dalle seguenti apparecchiature:
  - sistema elastico di trasmissione del carico in acciaio inox;
  - sensore a cella di carico Atex in acciaio inox, grado di protezione IP67, posizionato in cima;
  - trasduttore/visualizzatore del livello di riempimento, dotato di uscita analogica 4-20 mA, costituito da strumento con display semialfanumerico, disponibile IP54 da quadro (per interno) con oppure IP65 da parete (per esterno), in posizione remota;
  - cavo di segnale lunghezza 50 m tra il sensore a cella di carico e lo strumento visualizzatore, cavo di messa a terra q.b.;
- N. 2 flange di servizio in acciaio inox ø 248 mm sulla membrana esterna, con piattello cieco e area utile ø 150 mm, idonee alla eventuale applicazione anche futura da parte del committente di propri strumenti elettronici (es. sensore di pressione, di CH4, ecc., questi esclusi dall'offerta).



Figura 44. Esempio di installazione analoga già realizzata

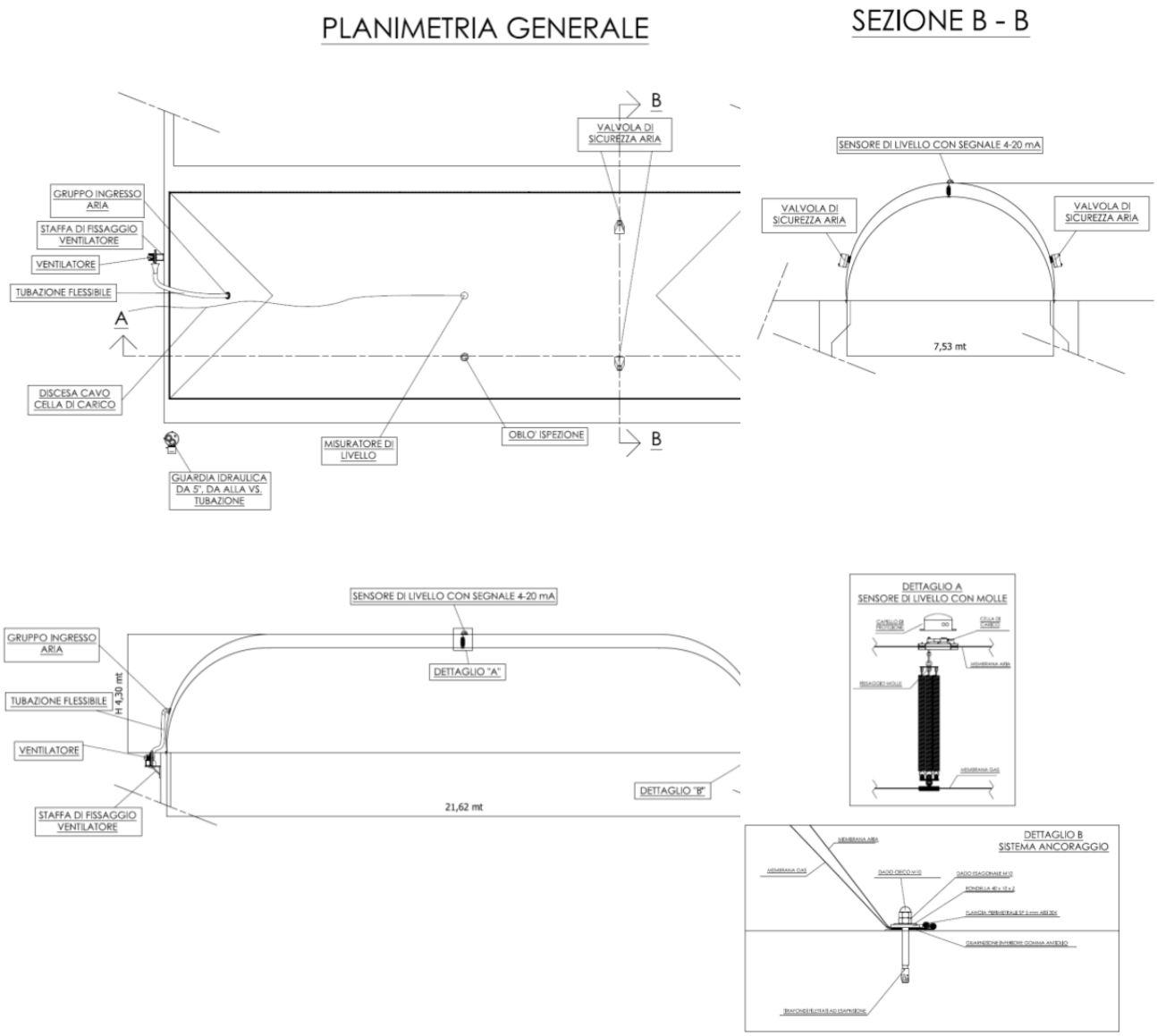


Figura 45. Schemi tipologici di installazione della cupola a doppia membrana

Sistema di supporto:

- N. 1 valvola anti-depressione in acciaio inox, comunicante con la camera del biogas, dotata di pistone mobile a tenuta idraulica, con effetto anti-implosione, flangiata alla valvola a guardia idraulica;
- N. 1 sistema di sostegno strutturale composto da fasce in poliestere parallele, agganciate sul bordo vasca sui lati lunghi a intervalli di ca. 50 cm (da verificare), per il supporto della rete e della membrana gas;
- N. 1 rete di supporto, avente funzione di distribuzione del carico della membrana gas e di eventuale superficie di adesione dei batteri desolforanti.



Figura 46. Sistema di supporto

13.2.3. Sistema per la miscelazione dei fanghi in digestione

13.2.3.1. Generalità sui dispositivi di miscelazione

La miscelazione nel caso della digestione anaerobica deve assolvere la funzione di creare condizioni omogenee di temperatura nella massa di fango, al fine di garantire la continuità dei processi anaerobici e di rompere la crosta sulla superficie del digestore.

La miscelazione può avvenire per:

- Insufflazione del biogas;
- Agitazione meccanica;
- Pompaggio meccanico.

In particolare, i sistemi a insufflazione di gas vengono classificati in confinati e non confinati.

TIPO DI MIXER	VANTAGGI	SVANTAGGI
Tutti i sistemi	Aumento della velocità di stabilizzazione	Corrosione e logorio dei materiali ferrosi. Intasamento dovuto a stracci e materiali fibrosi o inerti grossolani.
Insufflazione di biogas		
Lance montate sulla parte superiore del digestore	Minor manutenzione e minori ostacoli alla pulizia rispetto alle lance montate sul fondo. Efficacia nel controllo delle schiume	Corrosione delle tubazioni. Alti costi di manutenzione per i compressori. Problemi di intasamento. Problemi con i compressori nel caso di risalita delle schiume. Deposito di solidi.
Diffusori di fondo	Miglior movimentazione degli strati bassi del digestore	Corrosione delle tubazioni. Alti costi di manutenzione dei compressori. Problemi di schiume. Possibilità di intasamento. Miscelazione non completa del digestore. Formazione di schiume. Depositi di fondo possono variare il profilo di miscelazione. Rottura dei tubi di fondo. Necessario lo svuotamento per la manutenzione.
Gas-lifter	Migliore miscelazione e produzione di gas rispetto alle lance montate sulla parte superiore. Minor potenza assorbita	Corrosione delle tubazioni. Alti costi per la manutenzione dei compressori. Corrosione del gas-lifter. Formazione di schiume. Miscelazione di superficie poco efficiente. Necessario lo svuotamento per la manutenzione. Intasamento delle lance.
Agitatori meccanici		
Turbine a bassa velocità	Buona efficienza di miscelazione	Logorio delle pale.. Intasamento a causa di stracci o inerti grossolani. Possibilità di perdite di gas nel sistema di tenuta dell'albero. Possibilità di lunghi periodi di sovraccarico. Richiedono installazioni di potenza maggiori.
Miscelatori a bassa velocità	Rottura delle croste	Non adatto per la miscelazione di tutto il digestore. Possibilità di perdite dalla tenuta dell'albero. Logorio delle pale. Intasamento da stracci o inerti grossolani.
Pompaggio		
Pompaggio meccanico (interno)	Buona miscelazione in senso verticale. Bassa formazione di schiume.	Sensibile al livello del liquame. Corrosione delle parti in movimento delle pompe. Richiedono installazioni di potenza maggiori. Intasamento da stracci o inerti grossolani.
Pompaggio meccanico (esterno)	Buona miscelazione in senso verticale. Bassa formazione di schiume grazie al continuo pompaggio dello strato superficiale Minori costi di manutenzione rispetto ai compressori	La pulizia completa richiede lo svuotamento. Possibilità di intasamento da stracci o inerti grossolani.. Logorio delle parti in movimento.
Insufflazione di biogas dal fondo	Valida anche nei sistemi ad alto contenuto di solidi Assenza di sistemi meccanici in ambiente di gas	Maggiori costi energetici dovuti alla compressione del biogas

I sistemi non confinati prelevano il biogas dalla sommità del digestore, lo comprimono e lo insufflano all'interno della vasca attraverso una serie di diffusori di fondo o di lance, disposte radialmente sulla copertura della vasca stessa; tali sistemi realizzano la miscelazione del gas mediante l'insufflazione di bolle di gas che, risalendo verso la superficie, producono la movimentazione del fango stesso.

I sistemi confinati si basano invece sull'immissione del gas attraverso tubi. Le due tipologie principali di sistemi confinati sono i *gas lifter* (o tubi aspiranti) e sistemi a pistoni.

I sistemi di agitazione meccanica utilizzano mixer a bassa velocità, mentre quelli a pompaggio di fanghi utilizzano pompe ad elica, poste all'interno del digestore (generalmente ad asse verticale) o pompe esterne, che prelevano il fango e lo reimmettono nel digestore tramite tubazioni.

Nella tabella che segue sono riportati i sistemi di agitazione più utilizzati nei digestori anaerobici con i relativi vantaggi e svantaggi.

Gli agitatori meccanici sono generalmente soggetti ad abrasione e ad intasamento, a causa della presenza di particelle dure o fibrose, e richiedono pertanto frequenti interventi di manutenzione.

Il ricircolo del fango dall'uscita all'ingresso del digestore non produce una sufficiente miscelazione e pertanto viene utilizzato in combinazione con i sistemi meccanici.

Per quanto riguarda l'iniezione di biogas essa viene generalmente effettuata in zone specifiche per evitare di esporre i batteri ad ambienti sfavorevoli. E' richiesta una pressione che dipende dal tenore di secco nel digestore.

13.2.3.2.Scelta progettuale

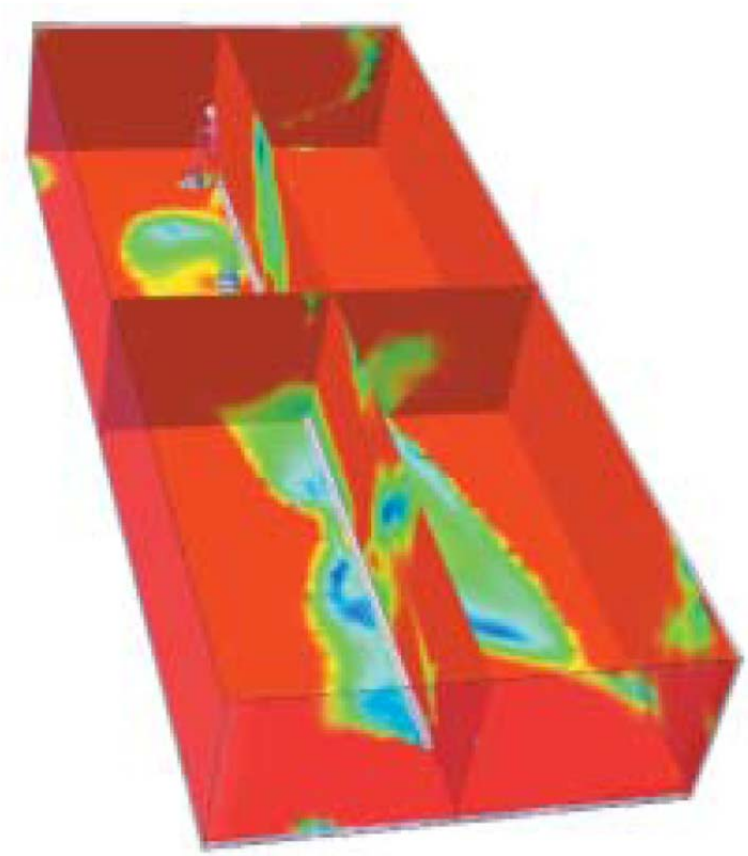
Nel presente progetto definitivo si è scelto di inserire un sistema di miscelazione dei digestori che preveda l'utilizzo di pompe trituratrici ad alta efficienza.

Per ciascuna vasca di digestione sarà installato un sistema costituito da:

- N° 1 POMPA TRITURATRICE ORIZZONTALE con tenuta meccanica senza flussaggio e facce in carburo di silicio lubrificate ad olio con le seguenti caratteristiche:
  - Portata: 580 m^3/h
  - Prevalenza: 12.2 m.c.l.
  - Potenza: 30 KW, 1460 RPM, 400/3/50, B3/B5 flange mounted.
  - Certificato ATEX per la zona 2-22 Ex II3GD Ex n tD A22 IP55 T3.

La pompa trituratrice offre un sistema di triturazione brevettata, parti usurabili trattate a caldo fino a un valore di durezza Rockwell C di 60+, alberi e cuscinetti di grosse dimensioni, tenuta meccanica per servizi pesanti e un corpo a regolazione esterna.

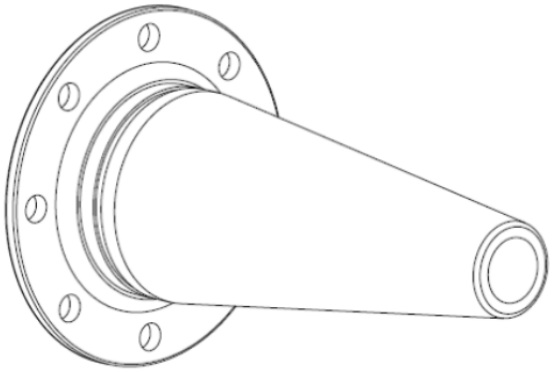
Il sistema prescelto è anche in grado di miscelare vasche rettangolari, dove i materiali solidi hanno la tendenza ad accumularsi negli angoli.



- N° 6 CONI TERMINALI REALIZZATI da fusione di Acciaio Inox:
  - ASTM A-743 GR CA40 Stainless Steel trattato termicamente con durezza ca. 400 HB.
  - Spessore 12 mm
  - Flangia monolitica DN 150 PN 10.
  - Comprensivi di curve Aisi304 DN150/PN10:
    - nr. 4 angolo 90°
    - nr. 2 angolo 22.5°

I coni terminali hanno la funzione di iniettare il fango ricircolato attraverso la pompa ed è tale iniezione che consente di ottenere il giusto grado di agitazione e mescolamento dei fanghi.

Gli ugelli ad alta velocità aumentano inoltre il volume di miscelazione effettivo tramite induzione del fluido.



13.3. Nuovo gasometro

A servizio del nuovo comparto di digestione anerobica, in aggiunta ai volumi d'accumulo già consentiti dalle membrane di chiusura delle vasche di digestione, si prevede la realizzazione di un nuovo gasometro di volume pari a 1.800 m3.

Gasometro membrane per impianto di digestione anaerobica con processo mesofilo (< 45 °C), da installare su basamento in cemento armato, avente le seguenti caratteristiche:

- membrane: in tessuto di fibre poliesteri spalmato PVC, esterna resistente agli agenti atmosferici, ai raggi ultravioletti, con trattamento anti-fungo, peso 1.350 g/m^2, interna resistente al biogas, peso 1.100 g/m^2;
- confezionamento: con strisce di membrana tagliate e sagomate per ottenere la forma desiderata;
- saldature: effettuate con sistema elettronico ad alta frequenza, con saldature della membrana gas ricoperte con speciale processo per proteggere la giunzione e migliorarne la sigillatura;
- forme e colore esterno: ¾ sfera, BIANCO (grigio su richiesta se disponibile);
- dimensioni: Volume geometrico gas 1.800 m^3, Diametri 16,35/13,85 m, Altezza 12,50 m;
- pressione d'esercizio: max 20 mbar;
- portata biogas: ingresso max 700÷800 m^3/h.

Accessori compresi:

- N. 1 sistema di ancoraggio per la tenuta meccanica, realizzato su basamento in soletta di c.a. (questa da realizzare a cura del committente con fondo elicotterato o staggiato), con flangiatura mediante speciali profili e tasselli in acciaio inox, guarnizioni di tenuta;
- N. 1 sistema di soffiaggio aria per la ventilazione della camera dell'aria e la pressurizzazione del gasometro, costituito da N. 2 ventilatori centrifughi in esecuzione antideflagrante a funzionamento continuo 24/7 (alternato/temporizzato da quadro elettrico del committente), potenza indicativa 0,2-1,5 kW cad. da meglio definire in base alle reali condizioni operative, con valvole di non ritorno, posizionato in prossimità e collegato al gasometro con tubazione flessibile di raccordo;
- N. 1 oblò sulla membrana esterna per la visione della camera dell'aria, con flangia in acciaio inox ø 248 mm e finestra in plexiglass ø 150 mm;
- N. 1 (min.) valvola di sfiato aria in acciaio inox mod. VALAIR, ad azionamento indiretto meccanico-pneumatico e assistita tramite campionamento della pressione dalla camera dell'aria, protetta da box in alluminio e applicata a bordo membrana esterna;
- N. 1 valvola di emergenza e sovrappressione a guardia idraulica in acciaio inox mod. GIDR8 con flangia ø8"/DN200 PN10, tarata a +5 mbar oltre la pressione di es., comunicante con la camera del biogas, completa di camino esalatore con griglia taglia-fiamma e dispositivo di riempimento automatico, posizionata in prossimità del gasometro (presso pozzetto tubi gas) e connessa alla linea del biogas a cura del committente con stacco a T e raccordo idraulico;
- N. 1 misuratore di livello, dotato di sistema elastico per la trasmissione del carico, il sostegno e il centraggio della membrana interna per un uniforme svuotamento della camera del biogas, composto dalle seguenti apparecchiature:

- sistema elastico di trasmissione del carico in acciaio inox;
- sensore a cella di carico Atex in acciaio inox, grado di protezione IP67, posizionato in cima;
- trasduttore/visualizzatore del livello di riempimento, dotato di uscita analogica 4-20 mA, costituito da strumento con display semialfanumerico, disponibile IP54 da quadro (per interno) con oppure IP65 da parete (per esterno), in posizione remota;
- cavo di segnale lunghezza 50 m tra il sensore a cella di carico e lo strumento visualizzatore, cavo di messa a terra q.b.;

• N. 2 flange di servizio in acciaio inox ø 248 mm sulla membrana esterna, con piattello cieco e area utile ø 150 mm, idonee alla eventuale applicazione previo adattamento da parte del committente di propri strumenti elettronici (es. sensore di pressione, di CH4, ecc., questi esclusi dall'offerta)..

•

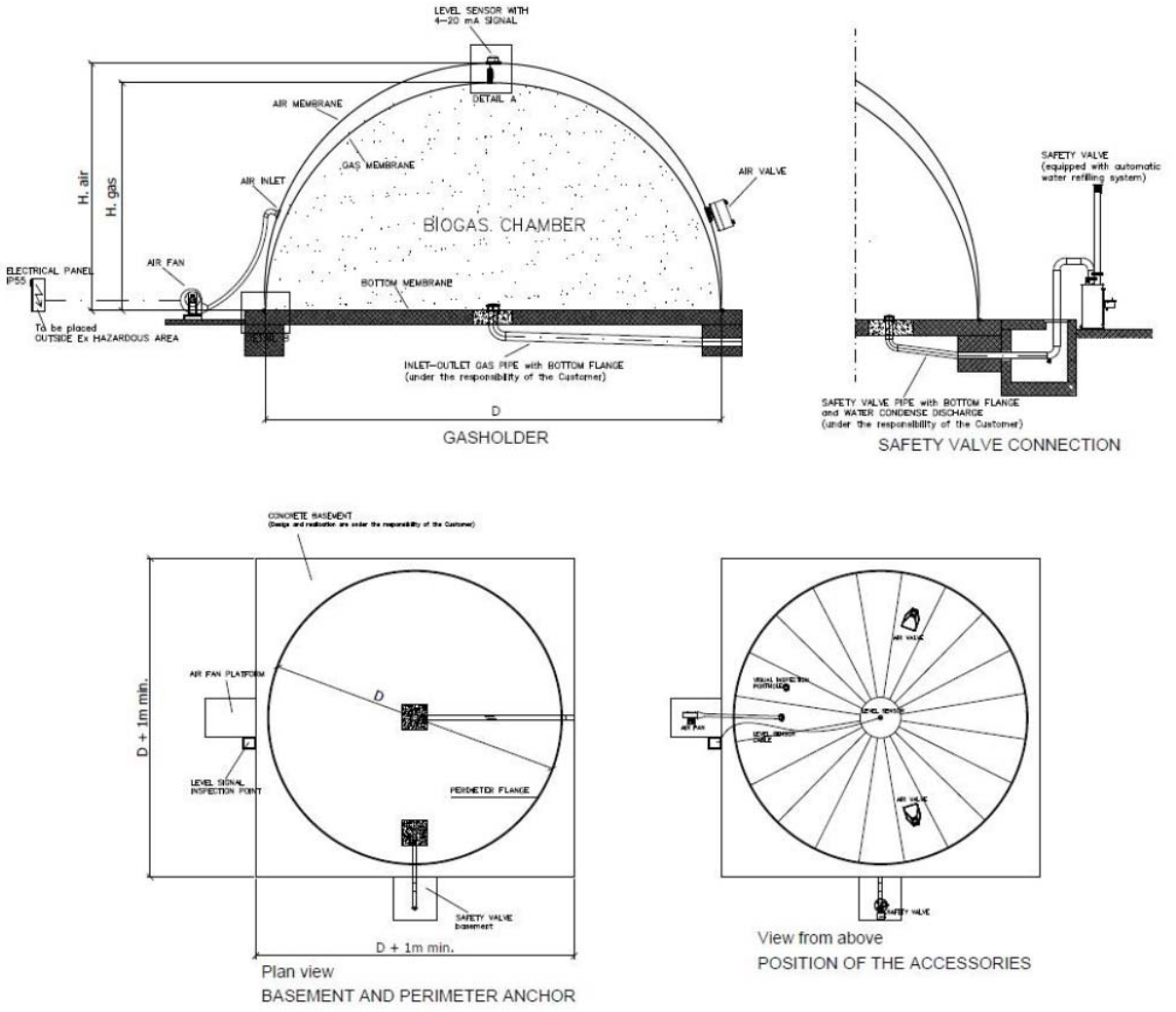


Figura 47. Gasometro

13.3.1. Scambiatore di calore

DESCRIZIONE TECNICA

Lo scambiatore di calore è realizzato con 8 doppi tubi opportunamente flangiati e muniti di curve di collegamento, sfiati e scarichi di fondo, struttura di sostegno e contenimento, il tutto in acciaio inox o zincato a caldo.

Di norma viene fornita una pannellatura termoisolante con rivestimento esterno in lamierino d'alluminio.

CARATTERISTICHE GENERALI

Il fango da riscaldare viene pompato nel tubo centrale mentre il fluido riscaldante passa nella camicia esterna. La camicia è dimensionata per ottenere un'ottima trasmissione di calore. L'intera unità è progettata per evitare la formazione d'incrostazioni. I tubi di scambio sono posti su diversi livelli.

Il collegamento dei tubi centrali è realizzato con delle curve a 180° flangiate. I mantelli sono muniti di sfiati per l'aria e di scarichi per l'acqua.

Il telaio degli scambiatori è realizzato con dei profili d'acciaio zincato a caldo o inox. Sopra questo telaio sono fissati i pannelli d'isolamento.

CARATTERISTICHE DELLO SCAMBIATORE

- Tipo di scambiatore	controcorrente	
- Potenzialità	kW	252
	kcal/h	218.000
- Portata fango	m3/h	31,2
- Perdita di carico linea fango	mbar	19
- Temperatura fango	°C	33,0 –> 40,0
- Attacchi linea fango	DN	125 PN 10
- Portata acqua calda	m3/h	13,7
- Perdita di carico linea acqua	mbar	292
- Temperatura acqua	°C	80,0
- Attacchi linea acqua	DN	50 PN 10
- Dimensioni (WxLxH)	mm	930x6820x1835
- Peso a secco	kg	1500

13.3.2. Caldaia

Si prevede l'installazione di un modulo termico in container (shelter da esterno), composta da 1 caldaia per la produzione di acqua calda fino a 100 °C, a tre giri effettivi di fumo, a basse emissioni inquinanti LOW NOx, della potenzialità utile di 500 kW (430.000 Kcal/h), ad altissimo rendimento, oltre 95% (3 stelle), pressione di bollo 6 bar, completa di accessori di regolazione e sicurezza.

CERTIFICATA CE AI SENSI DEL REGOLAMENTO EUROPEO 2016/426 (GAR) E DIRETTIVA RENDIMENTI 92/42 CEE.

CARATTERISTICHE TECNICHE

potenza nominale	kW 500 kcal/h 430.000
potenza focolare	kW 526,4 kcal/h 452.704
temperatura max. esercizio	°C 100
pressione di progetto	bar 6
rendimento	% 95,44

Marcatura CE secondo: - Certificato CE ai sensi della Direttiva Europea 2014/68/UE

- **Camera di combustione** a fondo bagnato flottante con carico termico volumetrico inferiore a 0,1 MW/m^3 per garantire valori di emissioni in atmosfera di ossidi azoto inferiori a 80 mg kW/h, in abbinamento ad opportuni bruciatori
- **Struttura di scambio convettivo** costituita da:
  - focolare flottante, senza ancoraggi fissi alle strutture circostanti, posizionato nella parte bassa del generatore di calore
  - secondo giro fumi a tubo unico di grosso diametro progettato con opportune rastremature per ottimizzare i parametri di combustione
  - fascio tubiero posto nella parte alta e più calda della caldaia per prevenire la formazione di condensa nei fumi
- **Tubi da fumo** sporgenti di 10 mm dalla piastra tubiera posteriore; si crea così un innalzamento della temperatura del cordone di saldatura che viene preservato dalla formazione di condense acide
- Il generatore é provvisto di **deflettore** sul tronchetto di ritorno che consente l'uniforme distribuzione del fluido termovettore all'interno del corpo caldaia, migliorando lo scambio termico ed evitando shock termici

- **Turbolatori** in acciaio a lamella sagomata con profilo sinusoidale ritorto per migliorare lo scambio termico
- **Cassa fumi** posteriore rimovibile per ispezione lato fumi e dotata di portina di pulizia
- **Portellone anteriore** isolato termicamente con materiale ad elevato potere coibentante e ridotta inerzia termica e protetto da un preformato in materiale refrattario unico sul lato focolare e sul lato giro fumi . L'apertura è possibile da ambo i lati e la porta è provvista di piastra portabruciatore e di spia fiamma raffreddata dall'aria di pressione del bruciatore.
- **Isolamento termico** esteso a tutte le parti della caldaia e ottenuto con uno strato di lana minerale ricoperto con un ulteriore strato di materiale antistrappo che avvolge l'intero fasciame
- **Rivestimento esterno** di protezione in lamierino di acciaio al carbonio verniciato con polveri epossidiche
- **Basamento** progettato per una corretta ripartizione dei carichi statici, ottenuto con profilati metallici di elevato spessore
- **Attacchi** filettati fino alla potenza di 240 kW e flangiati completi di controflange, bulloni e guarnizioni per taglie di potenza superiore

La fornitura prevede altresì:

- **n° 1 Bruciatore misto METANO-BIOGAS**, del tipo monoblocco Low NOX Classe 3, modello modulante elettronico, funzionamento modulante con kit di modulazione. Il bruciatore è completo di DOPPIA RAMPA, una per il metano ed una per il BIOGAS a norme CE e di accessori per il corretto funzionamento, minima pressione gas metano in rete 100 mbar (max 360 mbar).

  NOx <= 100 mg/m^3 per il combustibile gas N

- **n° 1 quadro elettrico generale** di tipo industriale, in cassetta metallica IP 54, **fissato su apposito trespolo e cablato al generatore, a logica programmabile PLC**, interfacciabile con Vs. eventuale sistema di supervisione, comprendente accessori di regolazione e sicurezza per il corretto funzionamento ed in particolare:
  - interruttore generale;
  - apparecchiatura digitale per la gestione delle temperature
  - termostato di sicurezza a riarmo manuale;
  - termostato di lavoro;
  - contatto per sicurezza esterna;
  - gestione e comando pompa circolazione anello primario
  - gestione e comando bruciatore completo di cablaggio
  - PLC di comando e controllo, completo di schede di input – output digitali ed analogiche;
  - Porta di comunicazione ETHERNET, predisposta per interagire con Vs. sistema di supervisione;
  - pannello operatore a touch-screen grafico con display LCD a colori da 7";

- software di gestione e controllo;
- temperatura sicurezza 110 °C +/- 0°C
- temperatura lavoro/esercizio **100 °C +/- 0°C**

- **n° 1 Shelter** speciale da esterno adibito a centrale termica con le seguenti caratteristiche:
  - dimensioni esterne totali del cabinato: P 6.000 x L 2.500 x H 2.700 mm
  - peso complessivo del Shelter accessoriato con impianto e caldaia: 9 tonnellate
  - struttura di sostegno realizzata con profili quadri in acciaio zincato successivamente verniciati con vernice epossidica
  - basamento portante realizzato con profili UPN e traversine opportunamente distanziate, in acciaio zincato successivamente verniciato
  - pavimentazione in lamiera d'acciaio striata o mandorlata
  - pareti esterne e tetto interno costituiti da pannelli sandwich coibentati spessore 50 mm Mnr Fibra CLASSE 0, composto da due supporti in acciaio di spessore 6/10, coibentati con lana minerale a fibre orientate di densità 120Kg/mc a scarso contenuto di resine.
  - Assemblaggio del sandwich tramite incollaggio con speciali collanti ad alta resistenza di calore. Certificati secondo le nuove normativa E.I. in ottemperanza alla nuova normativa UNI EN 13501 - 2:2007
  - copertura esterna realizzata tramite la posa di fogli di lamiera pre-verniciata, spioventi per deflusso delle acque meteoriche, sopra i pannelli sandwich del tetto interno
  - griglie di areazione di adeguata superficie per la potenza del generatore - rinforzi disposti nei punti di appoggio delle apparecchiature pesanti
  - n. 1 porta pedonale di accesso, cieca, con maniglione anti-panico interno, maniglia esterna, su un lato lungo
  - n. 1 portellone su una testata, a doppia anta, con maniglioni anti-panico interni e maniglie esterne.
  - serie di griglie asportabili su seconda testata
  - verniciatura delle superfici metalliche con vernice antiruggine. Colore schelter, RAL 9006.
  - cartellonistica di sicurezza
  - pulsante di sgancio elettrico IP 55
  - ventilatore di estrazione aria calda.

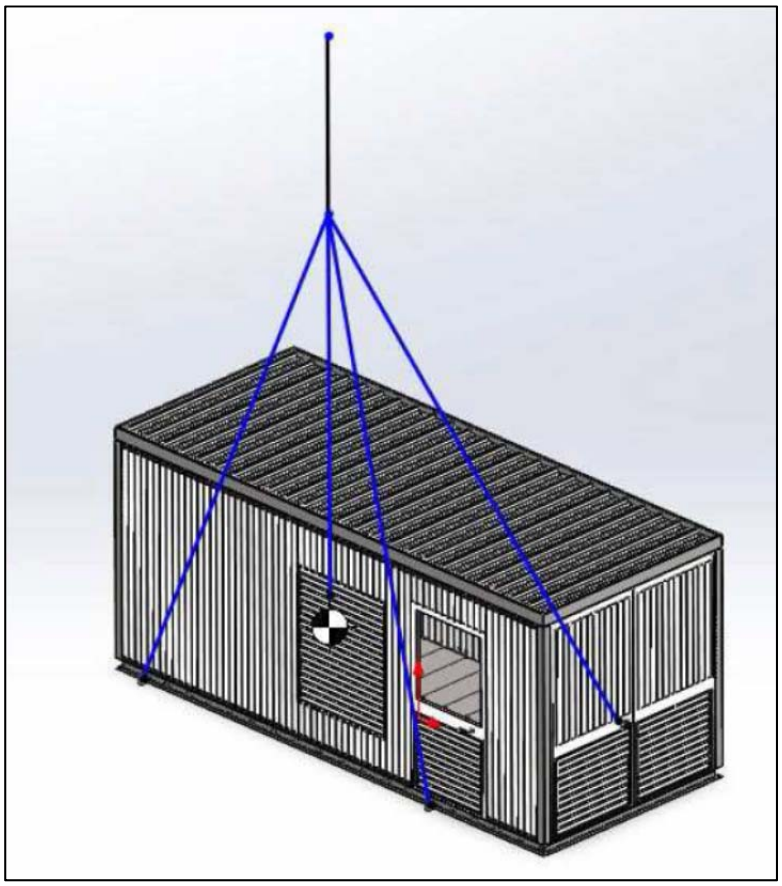


- GANCI DI SOLLEVAMENTO

  Il sollevamento delle cabine dovrà avvenire in modo tale che il punto di unione delle 4 funi cada sulla verticale del centro di massa G indicato in fig 1 e che i profili di copertura non siano soggetti a forze laterali provenienti dalle funi stesse. Qualora ciò non fosse possibile occorrerà prevedere sistemi di aggancio tra funi e golfari tali da evitare il ribaltamento della struttura.

  Sono previsti golfari femmina **n°2 DIN 582 M48 +n°2 DIN 582 M42.**

  La temperatura d'impiego consentita è generalmente compresa tra -20°C e +200°C In base al tipo di sollevamento sopra indicato dalla tabella del produttore si evince un carico complessivo di 9t che rappresenta il carico massimo comprensivo dei pesi propri e permanenti portati. Saranno utilizzati n° 2 golfari M48 + n° 2 M42 per una portata complessiva di 3,15x2+4,3tx2=14,9t



- **n° 1 Impiantistica elettrica ed idraulica di collegamento** componenti forniti costituita da:
  - tubazioni di mandata e ritorno tra caldaia e scambiatore a piastre, eseguite in acciaio al carbonio nero, complete di sfiati nei punti più alti e di eventuali staffaggi, isolate con lana di roccia e protezione esterna in lamierino d'alluminio, con flange di collegamento all'impianto all'esterno dello shelter;
  - rete di tubazioni di scarico generatore e valvole di sicurezza direttamente convogliate all'esterno della centrale in posizione da convenire;

- collegamento idraulico di tutti i componenti compresi nell'offerta;
- valvolame di intercettazione d'uso a farfalla oppure a sfera per piccoli diametri;
- manometro con rubinetto di controllo e termometro, omologati, per la visualizzazione dei valori in campo
- valvola di intercettazione combustibile omologata, a riarmo manuale, ad azione positiva.
- accessori di sicurezza singola caldaia secondo Raccolta "R" composti da:
  - n°2 termostati di sicurezza omologati a riarmo manuale
  - termostato di regolazione omologato
  - pressostato di sicurezza omologato a riarmo manuale
  - **valvole di sicurezza industriali tarate a 5,4 bar** con imbuto di scarico convogliato (taratura valvole da definire)
  - manometro con rubinetto porta manometro + termometro di controllo
- pompa di circolazione anello primario
- vaso espansione anello primario
- quadro elettrico di comando e potenza, IP 54 completo di:
  - interruttore a chiave generale bloccaporta
  - teleruttori, e fusibili di protezione delle apparecchiature installate
  - lampade colorate di segnalazione marcia e blocco
  - n°1 presa di servizio da 10/16 A
- cablaggio elettrico di collegamento delle apparecchiature fornite
- ventilatore di estrazione aria calda
- impianto di illuminazione interna completo di lampada a soffitto e pulsante di accensione
- assemblaggio elettrico ed idraulico di tutto il materiale fornito.

- **n° 1 scambiatore di calore primario/secondario**

- **n° 1 sistema di addolcimento acqua di alimento, come da specifiche a seguire, composto da :**
  - n° 1 colonna in materiale composito, rivestita in PE rivestito in fibra di vetro e resina, completa di resine cationiche con specifiche alimentari a ciclo sodico
  - n° 1 valvola multivie per la gestione dei flussi
  - n° 1 centralina elettronica per la gestione del processo con logica volumetrica
  - n° 1 filtro dissabbiatore a bicchiere trasparente in poliammide completo di cartuccia in rete lavabile
  - n° 1 tino di stoccaggio salamoia in PE ad alta densità
  - n° 1 stazione di dosaggio prodotti composta da pompa dosatrice elettronica, serbatoio di stoccaggio prodotti in polietilene e valvola di iniezione e filtro di aspirazione
  - sale industriale in postiglioni
  - condizionante per acqua di caldaia

- **n° 1 camino a doppia parete coibentati,** sporgente di 3 mt oltre il colmo della centrale di diametro adeguato alla potenza del generatore, costituiti da elementi modulari di sezione circolare, aventi parete interna in acciaio inossidabile del tipo AISI 316L, coibentazione in lana di roccia (spessore 25mm), densità di 110kg/mc) e parete esterna in acciaio inossidabile del tipo AISI 304, con finitura esterna opaca (2B). La saldatura longitudinale della parete interna ed esterna è realizzata con processi LASER o TIG, certificati dall'Istituto italiano della Saldatura.

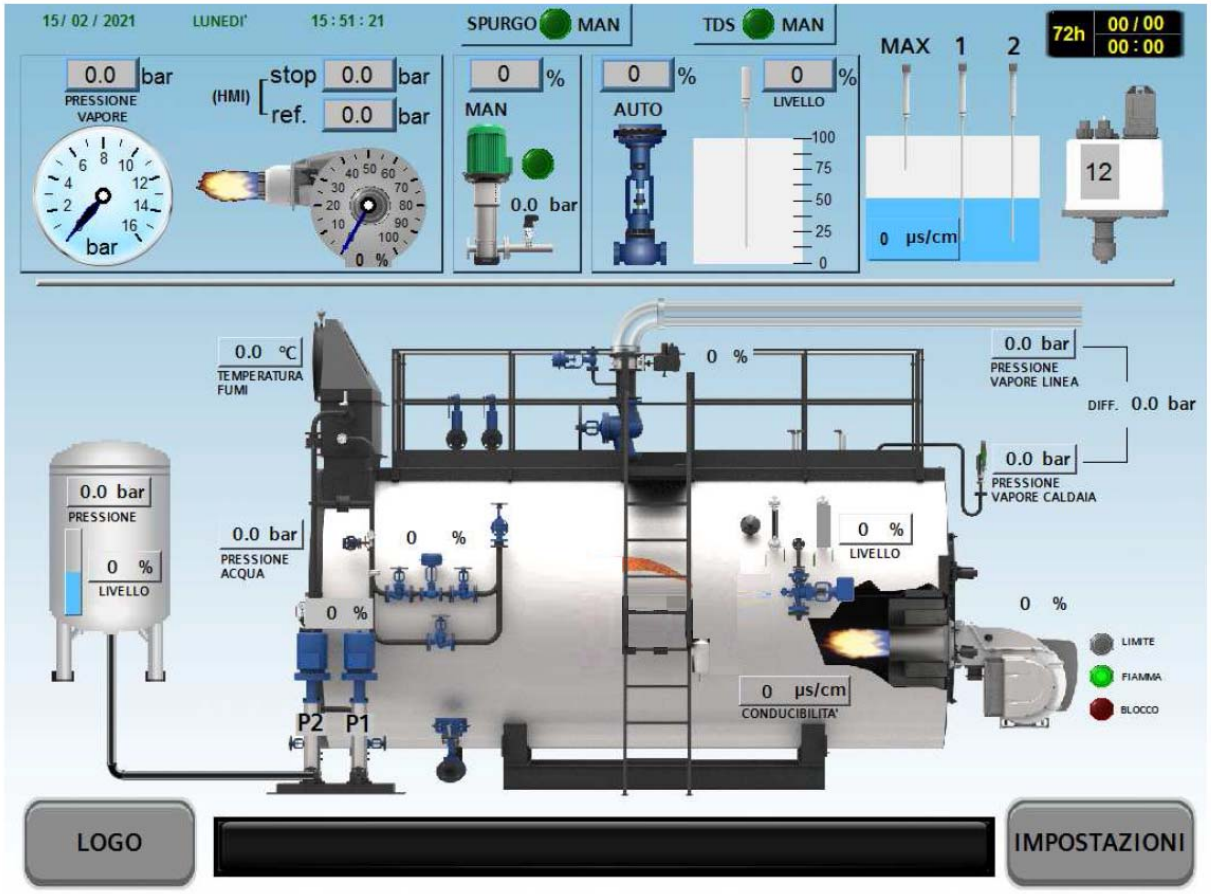


Figura 48. Tipologico caldaia

13.3.3. Cogeneratore

Si prevede l'installazione di un motore a gas ideale per la produzione di energia, la cogenerazione/trigenerazione.

Si tratta di un motore a carburatore elettronico a combustione snella con potenza pari a 386 kWb a 50 Hz e 60 Hz.

Si tratta di una soluzione eccellente quando l'alimentazione è costituita da gas naturale, gas di discarica, gas di scarico, gas di torcia, gas di combustione, gas di pozzo e syngas.

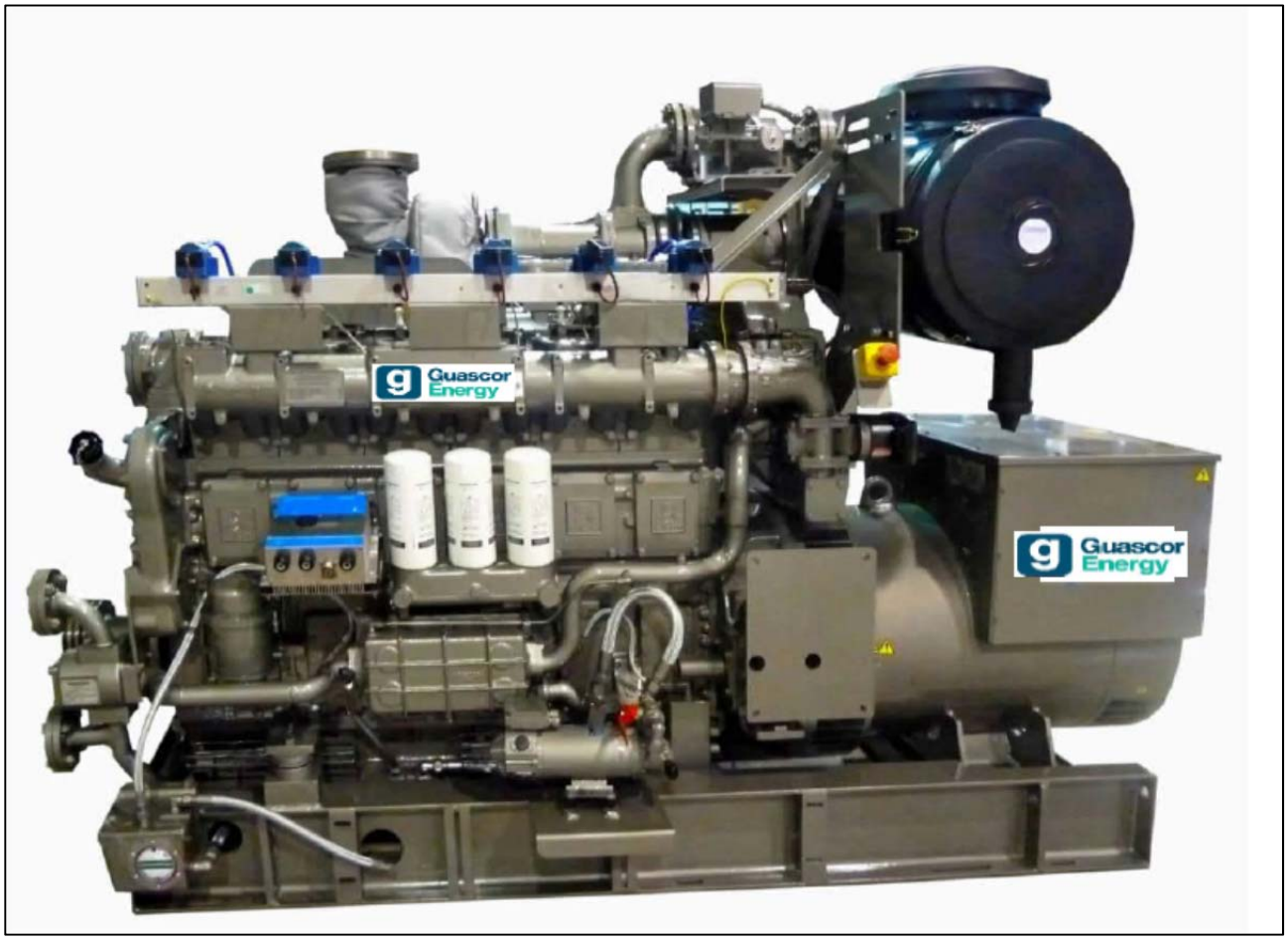


Figura 49. Motore a gas

Data la grande flessibilità dei carburanti e la disponibilità di miscele di carburanti per applicazioni di gas naturale/biogas, questa serie è anche una soluzione eco-compatibile.

Oltre alla rapida disponibilità all'avviamento, l'elevata capacità di accettazione del carico è una delle caratteristiche principali di questa serie di motori.

General Specifications:

Engine model	**SGE-18SL**
Rated rpm	1200 / **1500** / 1800
ISO COP, kWb (bhp)	
Cylinder arrangement	In Line 6
Displacement,	17.96 L (1,095 cu.in.)
Bore x stroke,	152 x 165mm (5.98 x 6.5 in)
Compression ratio	
Mean piston speed, m/s (in/s)	6.6 / 8.3 / 9.9 (260 / 327/ 390)
Exhaust manifold type	Wet
Engine noise, LpA,∑ dB(A)	88 / 90 / 94

Sound pressure levels measured at 1m / 3.3 ft of the engine.
For further information see IC-G-D-00-042e

Ambient temperature	0°C to 25°C (32°F to 77 °F)
Altitude	0 - 500 mamsl (1640 FAMSL)

Remark: Higher temperatures and altitudes will require a power derating. For further information IC-G-8-00-001e.

Engine performance data is provided within the Specific Engine Power Rating

Fuel

Fuel type	Natural Gas or Biogas
Engine inlet pressure range	50-275 mbar (0.7 - 4 psi)

Electronic carburation & flow control valve

☑ Cost adder for biogas as fuel: Carburetor, flow control valve size adaptation, etc.

Engine Control System GCS-E



Integrated control system that handles all critical engine control functions in a Plug&Play ECU:

- Speed / load control. Carburation.
- Ignition and timing control; emissions control.
- Autonomous engine protection and control.
- Engine ancillaries control panel (starter, water & oil preheating, pre-lubrication pump, etc.)
- Interface protocols: Modbus TCP/IP, CAN J1939, CANopen

☑ Exhaust temperature sensors by cylinder.

☑ Knocking Detection System.

☐ Mechanical carburation adjustment without GCS-E

Lubrication System

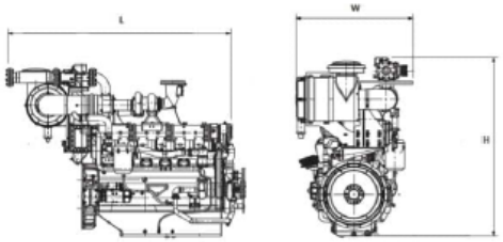
Lube oil pump	Gear mechanical pump
Lube oil capacity	86 L (23 gal)
Filters	3 Full flown type filters
Approx. oil consumption,	0.35 g/kWh (0.00058 lb/bHP.hr)

Oil level maintainer with float and sight glass

☑ Oil crankcase gases recirculation system – Option

Dimensions and Weights:

Engine overall size LxWxH	**2312 x 1507 x 1885 mm** **91.02 x 59.33 x 74.21 in**
Weight, dry,	2700 kg (5952 lb)
Standard color	Grey - RAL 9007



Engine Starting System

Starting system	Electrical starter, 24 Vdc

Cooling System

Cooling system	**2 circuits (HT & LT)**
Oil cooler	In LT (optional in HT circuit)
Intercooler stages	In LT

Jacket (HT) Water circuit

Outlet Temperature	**90 °C / 194°F**
Capacity,	70 L (19 gal)
Flow rate min, m³/hr (gpm)	25/31/34 (110/136/150)
Flow rate max,	60 m³/hr (264 gpm) 40 m³/hr (176 gpm) (O/C HT)

Intercooler (LT) Water circuit

Inlet Temperature	**55°C / 131°F or 40°C/104°F**
Capacity	25 L (6.6 gal)
Flow rate min m³/hr, (gpm)	15 / 20 / 25 (66/ 88/110)
Flow rate max,	30 m³/hr (132 gpm)

☐ Cost adder for oil cooler in the HT circuit – Option

☐ Mechanical-driven HT & LT Water Pumps with thermostatic boxes – only advisable for pure generation

Included in scope of supply

- Pre-lube electric oil pump (if a 300l tank is not included).
- Oil & water preheating system.
- Dry type high efficiency air filter.
- Flexible water, gas, oil and exhaust connections
- Basic spare parts & maintenance tool kit for start-up.
- Documentation: Installation, O&M manuals.

SPECIAL ACCESSORIES / COMMENTS:

Guascor Energy S.A.U.
Barrio Oikia, 44 E-20759 Zumaia, Spain

SGE-18SL Ver.D4.SI_US

GENSET MODULE ☑

Genset Module

Electrical power,kWe

Voltage, V	☑	☐	☐
	400 / 480	415 / 440	600
Frequency, Hz	60 / 50 / 60		
Coupling:	Flexible coupling. Alignment at GE facilities		
Bedframe	Welded rigid steel bedframe Adjustable mounts for engine Battery rack and wiring to starter Lifting lugs Elastic suspensions: 6		

Alternator

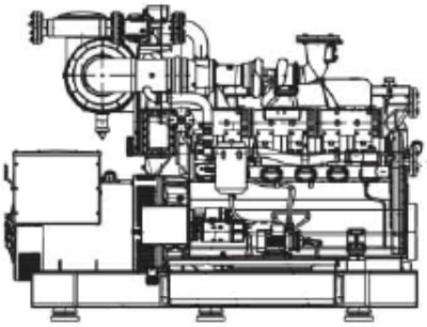
Type:	Synchronous brushless
Duty:	Continuous duty
Isolation/Temperature rise:	Class H / Class F
Protection	IP23
Excitation type:	AREP (PMG as optional)
AVR:	Electronic
Bearings / Poles:	1 / 4
Winding pitch:	2/3 – standard 6-wire winding
Voltage regulation/ accuracy:	± 5 % / ± 0.5 %
Short circuit current withstand:	3 x In for 10Sec
Norms:	IEC 60034, NEMA MG-1-32-33 ISO 8528/3 CSA-22.2-100
Heating resistance:	Included
Protections:	PTC thermistors in the windings

☐ Cost adder alternator with PMG excitation
☐ Cost adder for alternator at 1200rpm – 6 poles
☐ Cost adder - UL 1004 alternator certificate

Dimensions and Weights:

Genset Overall Size LxWxH	**2781 x 1467 x 2064 mm** **109.49x57.76x81.26 in**
Weight dry,	4000 kg (8818 lb)
Standard color:	Grey - RAL 9007

Remark: These dimensions are valid for 1500 & 1800 rpm models.
For the 1200 rpm model please contact Guascor Energy.



CE Marked

Batteries - Options

☑ Batteries: 2x12Vdc high duty lead acid type, 230 Ah, Supplied loose.

Gas Supply System - Options

☑ **Gas train,** includes:
Manual shut off valve, gas filter, pressure regulator, double solenoid valve, low and high level pressure switches, electronic leak detection, inlet and outlet pressure gauges.

☑ Inlet pressure range 150-1000 mbar (2.2-14.5 psi)
☐ Inlet pressure range 1 – 4 bar (14.5-58 psi)
☐ Gas train according NFPA37

☐ **Fuel Blending system,** N.G./ Biogas . See IC-G-D-50-008.
Remark: FB system includes double gas train with progressive valves and double Tecjet on engine. It requires additionally GCS-G control cabinet.

OTHER SPECIAL ACCESSORIES / COMMENTS

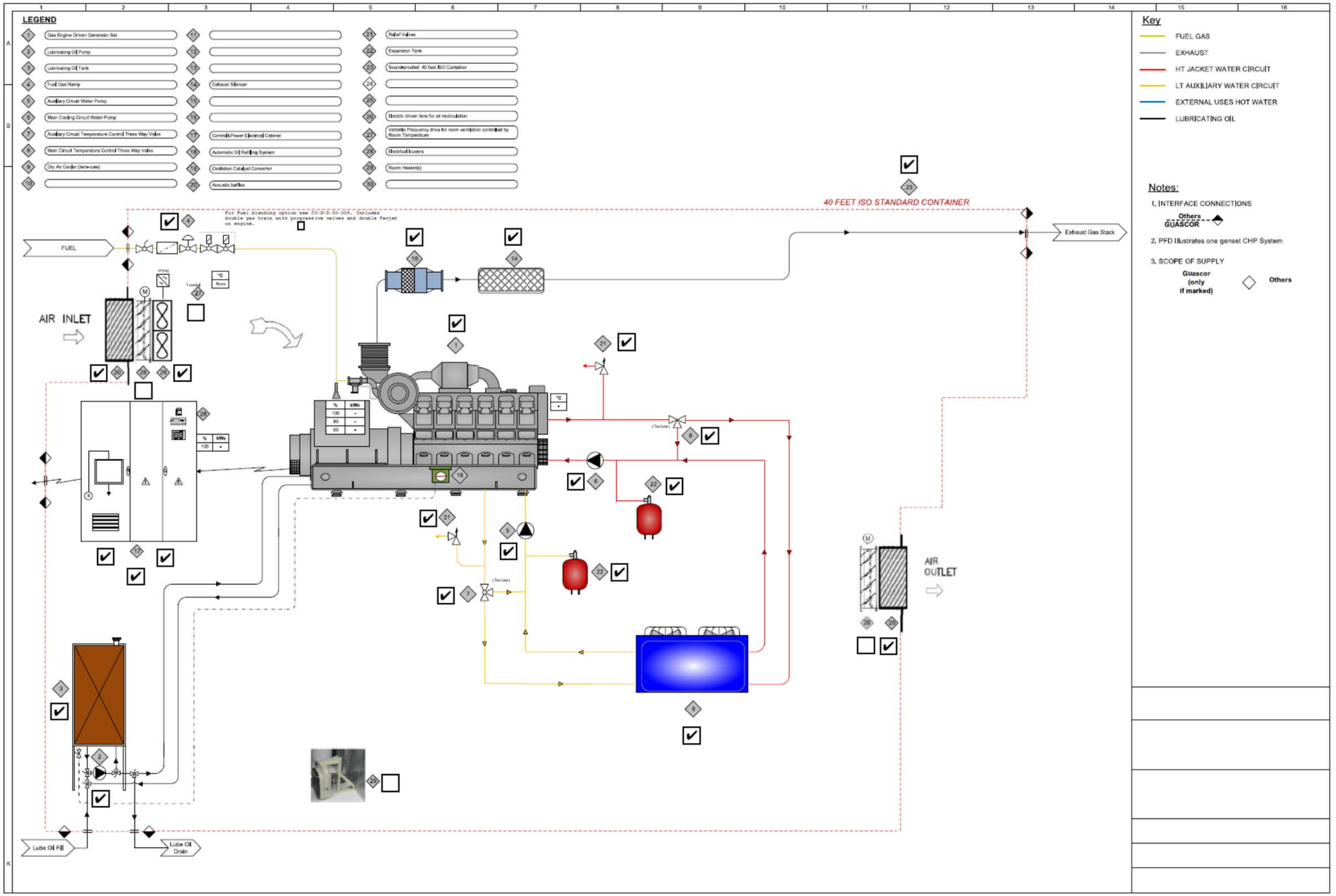
Robusta, affidabile e con un'eccellente flessibilità del carburante, questa serie di motori turbo a ciclo Otto con turbocompressore e raffreddamento ad aria di sovralimentare è dotata di un sistema di raffreddamento a circuito singolo o doppio.

Nel circuito di raffreddamento principale è disponibile un'opzione per alte temperature, con temperature fino a 120ºC possibili.

Se necessario, il circuito di raffreddamento ausiliario può fornire una temperatura diversa.

Il circuito di raffreddamento principale può anche essere dotato di un radiatore dell'olio.

Con un collettore di scarico a secco o a umido, uno o due stadi di raffreddamento dell'aria di sovralimentazione e consumi di olio ridotti, questa serie di motori può includere, se necessario, il controllo delle emissioni ed è conforme alle più recenti normative statunitensi sulle emissioni, essendo certificati EPA per la produzione di energia elettrica a biogas, ad esempio.



SCHEMA DI FLUSSO DEL COGENERATORE

14. VINCOLI AMBIENTALI

Si evidenzia che l'area di intervento ricade in un'area SIR (ex SIN), per il quale sono stati dettati specifici interventi di risanamento e bonifica dell'area secondo le "NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGIONALE DI BONIFICA DELLA REGIONE CAMPANIA 2020".

Nella **Tabella 4 Bis 2 CSPC Ex SIN Aree del Litorale Vesuviano,** il depuratore di Foce Sarno compare come area potenzialmente inquinata in attesa di indagine.

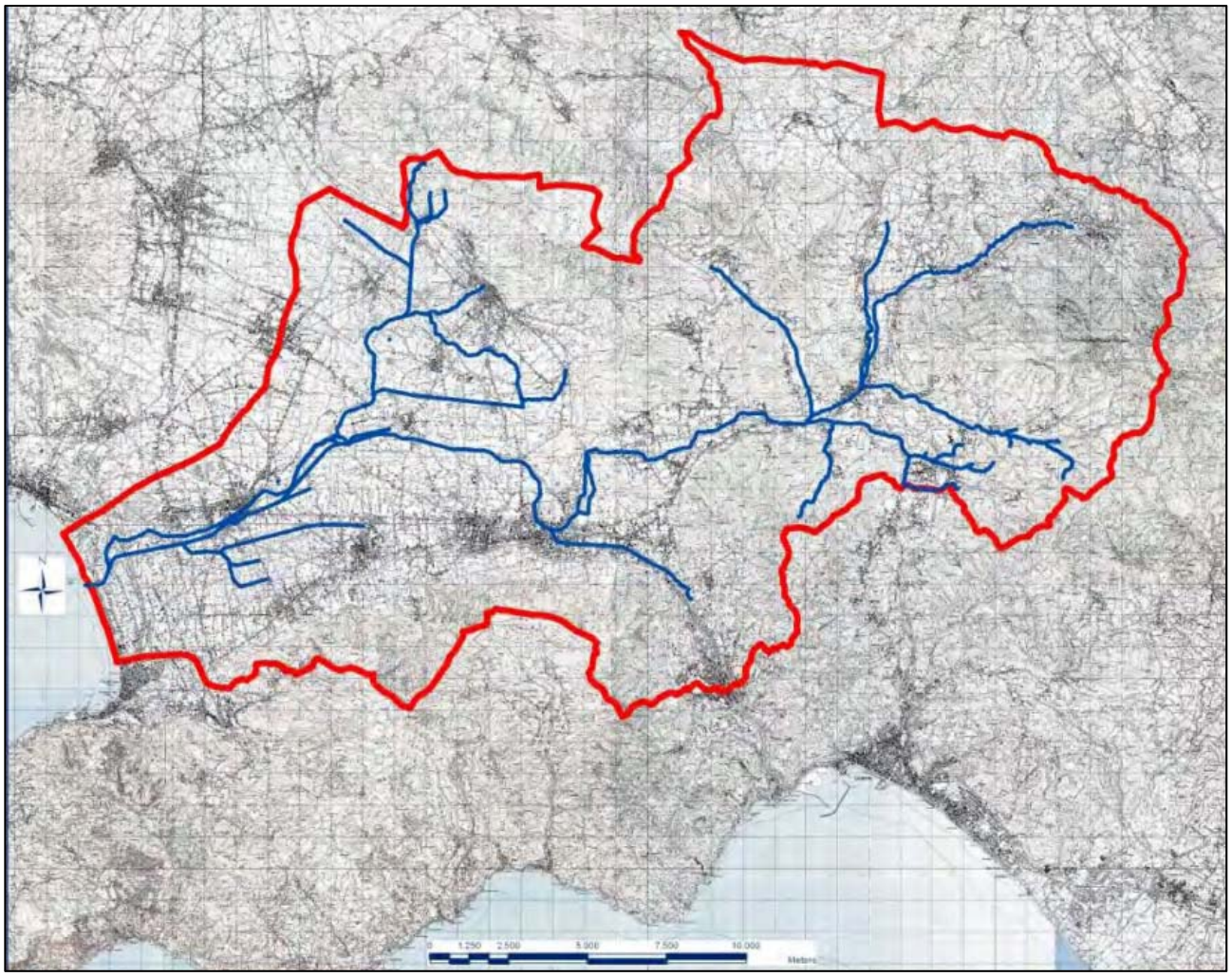


Figura 50. Perimetro Ex SIN "Bacino idrografico del fiume Sarno"

Per l'intervento di progetto, dunque, si deve prevedere un piano di indagini per la verifica del grado di inquinamento del materiale escavato sia all'interno del depuratore, sia nei fondali marini, dove è prevista la posa delle condotte sottomarine.

Tali attività sono regolate dal D.M. 15 luglio 2016, n. 173 "*Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini"* e dal DGR 417 del Luglio 2016 *"Approvazione delle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del Piano REGIONALE DI BONIFICA DELLA CAMPANIA (PRB) approvato dal Consiglio Regionale con delibera amministrativa n. 777 del 25/10/2013"*.

Per il progetto in esame dovrà essere definito un piano di caratterizzazione con lo specifico compito di valutare le caratteristiche del materiale escavato che potrà in fase esecutiva, a seconda dei risultati rapporti di prova, essere riutilizzato per la copertura dello scavo, favorendo il ripascimento naturale delle sabbie oppure essere trattato come rifiuto, qualora la classe di qualità dei sedimenti riscontrata non sia compatibile con il riutilizzo in sito.

A tal proposito si fa presente che, nel caso di realizzazione di nuove condotte sottomarine, o anche di sostituzione di tratti di condotta, GORI dovrà presentare apposita istanza di autorizzazione all'immersione deliberata in mare dei materiali di cui all'art. 109 , comma 1, lettera a) del D.Lgs. 152/2006 come disposto dall'art. 4 del D.M. 173/2016 presso la Regione Campania U.O.D. "Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti" 50 17 08 relativa proprio alla possibilità di riutilizzo del materiale proveniente dall'escavo di sedimenti terrestri e marini come materiale di rinterro degli stessi scavi.

Al fine di ridurre al minimo i possibili rischi derivanti dalla movimentazione di sedimenti potenzialmente contaminati, infine, è prevista in corso d'opera un'attività di monitoraggio, allo scopo di avere un controllo continuo sui parametri indicatori di possibili impatti ambientali sulle varie componenti ambientali.

Risulta perciò opportuno in questa sede, ancorchè preliminare, fornire delle linee guida inerenti le fadi di caratterizzazione e di monitoraggio, che dovranno trovare corretto sviluppo nelle successive fasi di progettazione.

14.1. Piano di caratterizzazione

L'area oggetto di intervento, ex SIN "Bacino Idrografico del Fiume Sarno" è stata individuata tra gli interventi di bonifica di interesse nazionale con la Legge 266/05, mentre la perimetrazione è stata effettuata con D.M. 11 agosto 2006 e comprende, in toto o in parte, il territorio di n. 39 Comuni, ricadenti nelle Province di Napoli, Salerno ed Avellino. A seguito dell'entrata in vigore del suddetto D.M. 11/01/2013, il SIN è diventato di competenza regionale (SIR).

Ad avviso di chi scrive, il Piano di Caratterizzazione, che dal punto di vista tecnico dovrà rientrare tra gli elaborati del Progetto Definitivo, dovrà essere strutturato sulla base di quanto riportato nel Decreto attuativo dell'art.109, comma 2 lettera a), D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii. sicuramente più cautelativo del decreto del 24 gennaio 1996 ALLEGATO B/2. (D*irettive inerenti le attività istruttorie per il rilascio delle autorizzazioni di cui all'art. 11 della legge 10 maggio 1976, n. 319, e successive modifiche ed integrazioni, relative allo scarico nelle acque del mare o in ambienti ad esso contigui, di materiali provenienti da escavo di fondali di ambienti marini o salmastri o di terreni litoranei emersi, nonché' da ogni altra movimentazione di sedimenti in ambiente marino*).

Quanto meno, in base a tale normativa dovrà essere strutturata la porzione di piano afferente le opere a mare e la riabilitazione/sostituzione o la realizzazione ex-novo delle condotte di allontanamento.

Fatte salve le risultanze della campagna di indagini e videoispezioni che, necessariamente, dovrò essere eseguita per indicare, nel progetto definitivo, l'esatta natura ed entità degli interventi previsti per dette condotte, di fatto tutte le modalità di intervento prevedranno una fase di escavazione, così come una fase di escavazione sarà necessaria per la 'trasformazione in barriera emersa frangiflutti della barriera soffolta antistante il canale emissario di by-pass.

A seconda degli scenari, già in questa sede preliminare sono state stimate le movimentazioni di sedimento marino. La stima, destinata ad essere affinata nella progettazione definitiva, dà una misura al momento assai approssimativa dei materiali il cui destino e relative opzioni di gestione saranno determinate in base alle risultanze della caratterizzazione stessa.

Scenario	**Volume di sedimento marino movimentato (mc)**
Adeguamento barriera soffolta	2.200
Risanamento condotte esistenti	2.400
Realizzazione nuove condotte sottomarine	11.250

Nel caso delle condotte di nuova realizzazione, si tratta di circa 11.250 mc distribuiti lungo l'asse delle condotte per uno sviluppo lineare di circa 500 mt e larghezze di 15 mt. La sezione di scavo, ipotizzata, sempre in via preliminare, è stimata in circa 22,5 mq.

In particolare, oltre a definire in modo più esatto le aree ed i volumi interessati dalle attività di spostamento dei sedimenti, il progetto definitivo dovrà fornire informazioni sulle opzioni di gestione e sugli eventuali siti di destino.

In quella sede, perciò, si potrà stabilire, d'intesa con la Stazione Appaltante, se procedere preliminarmente con il solo accertamento dei parametri fisici, chimici ed ecotossicologici dei sedimenti prelevati in un numero congro di punti di sondaggio e prelievo, di modo da orientare la ricerca dei siti di destino.

Resta inteso che il riutilizzo dei materiali di escavo in situ è da privilegiare, rispetto all'immersione deliberata in mare e allo smaltimento in discarica autorizzata; si esclude preliminarmente la possibilità di ripascimento.

14.1.1. Obbiettivi del piano

Al fine di ottenere l'autorizzazione per le attività di movimentazione ed avere le informazioni necessarie per la scelta della destinazione finale dei sedimenti, risulta propedeutico procedere alla caratterizzazione ambientale del volume di materiale da sottoporre a movimentazione.

Il Piano di Campionamento e Caratterizzazione ha lo scopo di formulare un'adeguata procedura per i rilievi da effettuare in campo e per le operazioni di campionamento ed analisi al fine di caratterizzare l'intera volumetria di materiale da sottoporre a movimentazione e le aree oggetto di spostamento di sedimenti in ambiente sommerso.

Il risultato della caratterizzazione consentirà di motivare l'opzione di gestione dei materiali da movimentare per la quale, in funzione delle risultanze, dovrà essere richiesta apposita autorizzazione, così come indicato all'ART. 109 COMMA 5 DEL D.LGS 152/2006 E SS.MM.II. "La movimentazione dei fondali marini derivante dall'attività di posa in mare di cavi e condotte è

soggetta ad autorizzazione regionale rilasciata, in conformità alle modalità tecniche stabilite con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, di concerto con i Ministri delle attività produttive, delle infrastrutture e dei trasporti e delle politiche agricole e forestali, per quanto di competenza, da emanarsi entro centoventi giorni dalla data di entrata in vigore della parte terza del presente decreto".

La caratterizzazione consentirà, inoltre, di poter redigere un piano di monitoraggio ambientale delle attività di movimentazione in linea a quanto previsto dallo stesso D.M. 15 luglio 2016, n. 173 - Decreto attuativo dell'art.109, comma 2 lettera a), D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.

14.1.2. Caratterizzazione dei sedimenti

I criteri di caratterizzazione applicati nel presente elaborato sono stati tratti, come detto in precedenza, sulla base del D.M. 15 Luglio 2016 n. 173 "Regolamento recante modalità e criteri per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini" e relativo Allegato Tecnico ai fini di:

1. classificare il materiale da movimentare;

2. individuare le opzioni di gestione dei materiali movimentati compatibili con la classificazione;

3. valutare la compatibilità delle aree interessate dallo spostamento.

Inoltre, la classificazione del materiale da movimentare è premessa indispensabile alla realizzazione della movimentazione in condizioni di sicurezza per l'ambiente e per la salute dell'uomo.

Preliminarmente, l'area d'intervento sarà delimitata mediante l'utilizzo di sistemi GPRS con il posizionamento di boe e/o galleggianti ancorati al fondale. Attorno all'area perimetrata saranno posti dei cartelli riportanti la descrizione dei lavori in corso e gli obblighi relativi all'attuazione della normativa concernente la sicurezza dei lavoratori.

Poiché non risultano disponibili informazioni relative a precedenti operazioni di dragaggio, a monte delle operazioni di caratterizzazione sarà effettuata la ricerca di eventuali ordigni bellici sepolti sull'intera area di intervento, previa verifica della disponibilità di appositi dati in merito.

Eventuali rifiuti rinvenuti nel corso delle attività investigative saranno classificati e gestiti conformemente alla normativa vigente.

14.1.3. Ubicazione planimetria dei punti di campionamento

L'ubicazione planimetrica dei sondaggi deve soddisfare il requisito della rappresentatività degli stessi rispetto alla superficie ed ai volumi di materiali da spostare. Al fine di determinare un'ubicazione dei punti di campionamento il più possibile rappresentativa del reale stato delle aree interessate e dei relativi volumi, tenendo conto della eterogeneità batimetrica dei fondali e della variabilità qualitativa dei sedimenti

In via preliminare, dovrebbero risultare necessari, ma lo si preciserà in sede di progetto definitivo, **N.5 sondaggi**, ubicati lungo la direttrice delle condotte, con una quota batimetrica variabile da -0,5 a -7,50 m.s.l.m. (si consideri che, nel caso delle condotte nuove, la quota di scorrimento delle tubazioni risulterà compresa tra – 10 e -1,50 m.sl.m..

A tali sondaggi "marini" andrà sommato almeno N.1 sondaggio da eseguire nell'area di sedime del depuratore, in corrispondenza della zona dove andrà realizzato il nuovo comparto di filtrazione finale.

14.1.4. Profondità dei carotaggi e di prelievo dei campioni

La lunghezza delle carote da estrarre per i campionamenti di sedimenti è commisurata alla necessità di caratterizzazione, lungo la profondità, del materiale da movimentare; la profondità di infissione del carotiere sarà pari allo spessore locale massimo del sedimento da movimentare.

Il numero di campioni di sedimento da prelevare da ciascuna carota dipende dalla profondità di campionamento (paragrafo 2.2 Allegato Tecnico alla D.M. 173/2016):

- fino a lunghezze di 1 m saranno prelevati n. 2 sezioni, di cui la prima di 50 cm a partire dalla sommità;
- per lunghezze superiori a 1 m e fino a 2 m, oltre alle 2 sezioni di cui al punto precedente, deve essere individuata almeno una sezione rappresentativa del metro successivo al primo;
- per lunghezze superiori a 2 m, oltre alle 3 sezioni di cui al punto precedente, deve essere individuata almeno una sezione rappresentativa di ogni successivo intervallo di 2 m.

14.1.5. Procedure di campionamento ed analitiche

Durante le attività di campionamento dei sedimenti devono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari in modo da minimizzare il disturbo provocato nel campione da prelevare e tali da escludere il propagarsi dei contaminanti dagli strati più superficiali a quelli profondi.

Pertanto, le attività di campionamento dovranno essere svolte da personale tecnico qualificato e specializzato nel settore dei sondaggi geognostici in ambiente marino e gli strumenti di campionamento dovranno essere adeguati alle profondità di prelievo secondo quanto di seguito riportato:

Sedimenti superficiali

Il prelievo dello strato di sedimenti superficiali, fino ad uno spessore di 50 cm, può essere effettuato con benna, box corer o mediante operatori subacquei muniti di liner, con caratteristiche idonee a prelevare l'intero spessore o comunque uno strato di materiale non inferiore ai primi 20 cm.

Sedimenti profondi

Per il campionamento dei sedimenti oltre i 50 cm di profondità è opportuno l'utilizzo della tecnica del carotaggio eseguito con adeguata attrezzatura, vibrocorer, di diametro interno opportuno (10 cm) in funzione della quantità del materiale da prelevare.

14.1.6. Caratterizzazione - parametri da ricercare

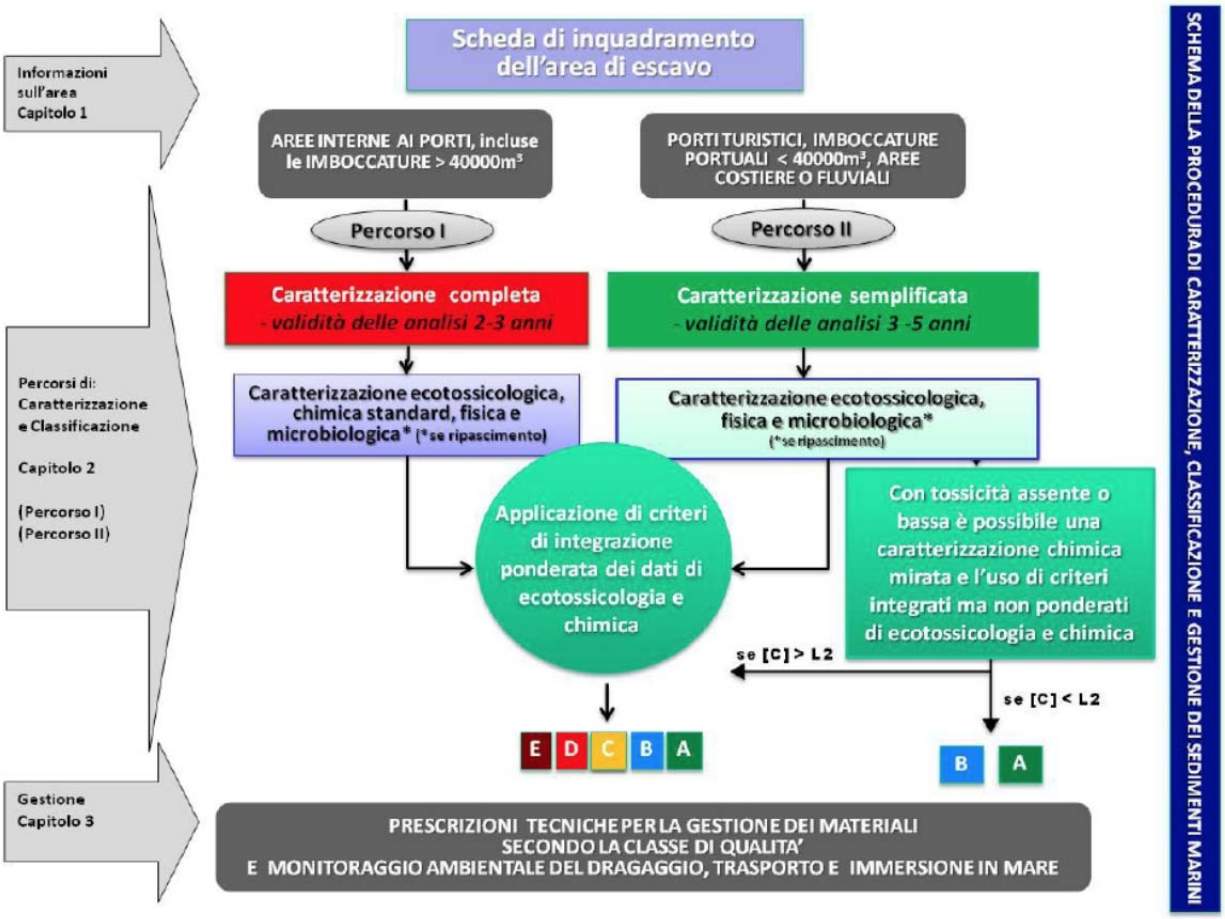
Sulla base della tipologia dell'area di escavo di cui al Capitolo 1 dell'ALLEGATO TECNICO D.M. 173/2016 deve essere seguito uno dei due percorsi di indagine seguenti:

1. Percorso I che prevede una caratterizzazione COMPLETA

2. Percorso II dove può essere eseguita una caratterizzazione SEMPLIFICATA

Rientrano nel **Percorso I** le aree interne ai porti anche parzialmente industriali, commerciali, di servizio passeggeri, pescherecci (paragrafo 1.1.1) e le "aree poste all'esterno dell'imboccatura dei porti e/o le aree soggette a ostruzione ricorrente o accidentale del passo marittimo di accesso per volumi annui complessivi di materiale uguali o superiori a 40.000 $m^{3.}$".

E' pertanto presumibile che si possa considerare l'area di riferimento come appartenente alla casistica del Percorso I, ma anche questa considerazione andrà approfondita in sede di progetto definitivo.



14.1.7. Caratterizzazione chimica

La caratterizzazione chimica è:

• Caratterizzazione chimica standard: per la totalità dei campioni é prevista l'analisi dei parametri chimici standard (Tabella 2.4) e di seguito riportati.

	PARAMETRO	SPECIFICHE
ANALISI CHIMICHE	Composti organostannici	Monobutil, Dibutil e Tributilstagno e loro sommatoria
	Metalli	As, Cd, $Cr_{tot.}$, Cr VI*, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, V*, Al*, Fe*
	Idrocarburi Policilcici Aromatici (IPA)	Acenaftilene, Benzo(a)antracene, Fluorantene, Naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Crisene, Indeno(1,2,3,c-d)pirene e loro sommatoria
	Idrocarburi Totali C>12*	C10-C40
	Pesticidi Organicoclorurati	Aldrin, Dieldrin, Endrin, α–HCH, β–HCH, γ–HCH (Lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza la somma degli isomeri 2,4 e 4,4), HCB, eptacloro epossido
	Policlorobifenili	Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180 e loro sommatoria
	Clorobenzeni	Esaclorobenzene
	Carbonio organico totale o sostanza organica totale	-
	PCDD, PCDF e $PCB_{d.l.}$ (ELENCO DI CUI alle note della tabella 3/A di cui al D.lgs 172/2015)	SOMMAT. T.E. PCDD, PCDF (DIOSSINE E FURANI) E PCB DIOSSINA SIMILI*

*Da considerare come sostanze aggiuntive

Le metodiche analitiche saranno quelle ufficiali (EPA, ISO, UNI EN, IRSA-CNR, ICRAM, ISS etc.)

14.1.8. Caratterizzazione fisica

Di seguito i parametri da determinare:

	PARAMETRO	SPECIFICHE
ANALISI FISICHE	Descrizione macroscopica	Colore, odore, presenza di concrezioni, residui di naturale e antropica
	Granulometria	Frazione granulometriche a ½ ϕ dove ϕ=-$\log_2$ (diametro in mm/diamtro unitario in mm)
	Mineralogia	Principali caratteristiche mineralogiche (facoltativo)

14.1.9. Caratterizzazione microbiologica

La Caratterizzazione BIOLOGICA, in applicazione al DM 173/2016, non essendo stata considerata come possibile ipotesi il ripascimento potrebbe essere esclusa; in applicazione al decreto 24 gennaio 1996, invece saranno determinate le caratteristiche microbiologiche analizzando:

1. Coliformi totali;
2. Coliformi fecali;
3. Streptococchi fecali.

14.1.10. Classificazione ecotossicologica

Il D.M. 15 Luglio 2016 n. 173 prevede che una volta completata la fase di campionamento e analisi, sulla base delle risultanze ottenute si procede con la classificazione ecotossicologica di ciascun campione di sedimento basata sull'utilizzo dei criteri di integrazione ponderata di cui all'Appendice 2B del sopraccitato Decreto.

14.1.11. Opzione di gestione, ipotesi di destino

Le opzioni di gestione, in funzione della classe di qualità dei materiali determinata secondo quanto riportato nelle tabelle 2.7 e 2.8 dell'Allegato Tecnico del Decreto Attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a), D.Lgs. 152/2006 e ss.ii..



Allegato Tecnico – del Decreto Attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a), D.Lgs. 152/2006 e ss.ii.
Opzioni di gestione compatibili con la classificazione di qualità dei sedimenti da dragare.

15. INDICAZIONI PER IL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Le considerazioni fatte innanzi sulla collocazione dell'area di intervento comportano la necessità di porre in essere un Piano di Monitoraggio Ambientale (si veda in proposito anche lo Studio di Prefattibilità allegato al presente progetto).

Detto Piano dovrà essere redatto alla luce delle Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

Si dovrà dunque adottare un approccio di Gestione Adattiva che saranno conformi alle prescrizioni previste dal **D.D. n. 532 del 07/04/2014 della Regione Campania**.

Il Piano dovrà considerare:

Monitoraggio Ante Operam, che ha lo scopo di fornire una descrizione dello stato dell'ambiente prima dell'intervento per una futura previsione delle variazioni che potranno intervenire durante la costruzione e l'esercizio, proponendo le eventuali contromisure;

Monitoraggio in Corso d'Opera, il cui obiettivo è la verifica che le eventuali modificazioni indotte dall'opera all'ambiente circostante non superino determinate soglie, eventualmente adeguando se necessario la conduzione dei lavori alle particolari esigenze ambientali;

Monitoraggio Post Operam, la cui finalità è di verificare nel primo periodo d'esercizio della nuova infrastruttura, che le eventuali alterazioni temporanee intervenute durante la costruzione rientrino nei valori normali e/o che eventuali modificazioni permanenti siano compatibili e coerenti con l'ambiente preesistente.

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) persegue i seguenti obiettivi generali:

- correlare le fasi del monitoraggio *Ante Operam* (AO), Corso d'Opera (CO) e *Post Operam* (PO), al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- garantire, durante la costruzione delle condotte, il pieno controllo della situazione ambientale;
- fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
- effettuare, nelle fasi di costruzione delle condotte, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti del progetto definitivo e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate dagli organi di controllo (ARPAC).

Per ciascuna componente/fattore ambientale vengono forniti indirizzi operativi per le attività di monitoraggio che sono descritte nel presente PMA.

Le indicazioni fornite sono da considerarsi una base operativa fondata su standard normativi, ove esistenti, su metodologie di riferimento e "buone pratiche" consolidate dal punto di vista tecnico-scientifico.

Il PMA è finalizzato alla valutazione dell'eventuale insorgenza di modificazioni dell'ambiente marino a seguito delle attività di scavo, rinterro e di sistemazione al fondo delle condotte, vale a dire pertanto durante la fase di realizzazione dell'opera e nel periodo successivo.

La strategia di monitoraggio attuata sarà organizzata, come definito nei precedenti paragrafi, su tre scale temporali sequenziali:

- ante operam: prima di dare avvio delle attività di cantiere;
- in corso d'opera: inteso come l'intervallo di tempo in cui si realizza il completamento funzionale di tutte le opere previste a mare (**8-10 mesi**);
- post operam: inteso come il tempo (**12 mesi**) successivo alla realizzazione dell'opera.

È prevedibile che ciascuna di queste fasi possa subire eventuali modificazioni e/o integrazioni sulla base dei risultati ottenuti nelle fasi precedenti ed il tutto al fine di ottimizzare la qualità delle indagini e dei relativi risultati.

Obiettivo fondamentale del monitoraggio è quello di permettere il controllo di tutti i processi rilevanti in atto, includendo altresì le possibili fluttuazioni naturali (caratteristiche idrodinamiche e meteoclimatiche, trasporto solido ecc.) che potrebbero essere legate alle diverse fasi operative.

I controlli ambientali proposti, comprendono sia le matrici abiotiche (acque e sedimenti) sia quelle biotiche (macrobenthos) finalizzati alla verifica di eventuali fenomeni di disturbo indotti, ad esempio, dall'aumento della torbidità delle acque, dall'aumento del livello trofico generale, dalla risospensione di sedimenti con conseguente incremento della biodisponibilià di oligoelementi, microinquinanti ecc.

Le misure analitiche sulle diverse matrici ambientali (acqua, sedimenti, biota) effettuate ante operam rappresenteranno il cosiddetto "bianco" cioè la fotografia istantanea dello status ambientale di partenza, a cui ovviamente riferirsi con i risultati ottenuti nelle fasi successive di monitoraggio.

Nella seconda fase "in opera", caratterizzata dall'esecuzione dei lavori di scavo in mare della trincea di posa, posizionamento in essa delle tubazioni e ricoprimento "simultaneo" delle stesse al fondo risulta particolarmente importante la frequenza delle misure e dei campionamenti tesi a monitorare in particolare la torbidità indotta e l'eventuale risospensione di inquinanti intrappolati nei sedimenti e resi nuovamente biodisponibili dalla movimentazione in acqua degli stessi.

Al termine di tali lavori "post operam" il monitoraggio dovrà essere organizzato soprattutto in termini di distribuzione spaziale delle stazioni di controllo dentro ed intorno al plume di influenza.

In conclusione, quindi, per la matrice acqua, si prevede di acquisire informazioni utili al controllo dei parametri chimici, microbiologici ed ecotossicologici di interesse e anche in relazione a fenomeni di diffusione e dispersione di eventuali inquinanti (fortemente limitati dalla presenza di panne anti torbidità durante tutta l'esecuzione dell'intervento). Per la matrice sedimento occorrerà verificare, attraverso lo studio delle fluttuazioni delle caratteristiche chimiche, fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche dei sedimenti superficiali, eventuali impatti connessi ai lavori di posizionamento delle condotte sottomarine.

Per quanto concerne la matrice biologica, occorrerà valutare eventuali impatti sugli organismi delle comunità bentoniche presenti, soprattutto se sensibili a variazioni di torbidità e/o di accumulo di sedimento fine. Infine, si attuerà un biomonitoraggio (Mussel Watch) mediante l'impiego di molluschi bivalvi.

15.1. Stima economica

In questa sede di progettazione preliminare, si è ritenuto di poter eseguire comunque una stima economica sommaria dei costi presuntivamente necessari per la realizzazione del Piano di Caratterizzazione e del Piano di Monitoraggio Ambientale.

Tali importi sono riportati nella tabella che segue

Tabella 25. Caratterizzazione e monitoraggio ambientale

DESCRIZIONE	DIMENSIONI				Q.TA	IMPORTI	
	par.ug.	larg.	lung.	H/peso		unitario	totale
Piano di caratterizzazione	1,00				1,00	30.000,00	30.000,00
Monitoraggio ANTE OPERAM	1,00				1,00	24.000,00	24.000,00
Monitoraggio IN CORSO OPERA	1,00				1,00	100.000,00	100.000,00
Monitoraggio POST OPERAM	1,00				1,00	48.000,00	48.000,00
						TOTALE	**202.000,00**