

# -Provincia di Fermo-

## -Comune di Fermo-



### Discarica per rifiuti non pericolosi progetto di ampliamento tramite sormonto

Procedura di V.I.A. ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i e art.12 della L.R. 3/2012  
A.I.A. ai sensi dell'art. 29 ter del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

DOCUMENTO <b>SEZIONE B : Revamping Linea di Trattamento Reflui</b>		TITOLO <b>MATRICE ACQUA RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA</b>	ALLEGATO N.  <b>1</b>
PROPONENTE  <b>Fermo Ambiente Servizi Impianti Tecnologici Energia srl unipersonale</b>  Sede Legale: Via Mazzini, 4 63900 Fermo (FM) Sede Operativa: C.da San Biagio, 63900 Fermo (FM) Tel. 0734/622095 Fax 0734/622095		CODICE PROGETTO  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">14.30.1/18</div>	DATA <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">APRILE 2018</div>
PROGETTAZIONE SEZIONE B: REVAMPING LINEA DI TRATTAMENTO REFLUI   <b>Ing. Giovanni AMADIO</b> Via Canterine 24 - 63100 Ascoli Piceno (AP) Tel. - 320.1825066 E-mail: ing.giovanni.amadio@gmail.com PEC: giovanni.amadio@ingpec.eu		TIMBRO PROFESSIONALE  	

## **INDICE**

<b>INDICE.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>4</b>
<b>AREE DI INTERVENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>COMPOSIZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>5</b>
<b>I LIMITI DI LEGGE ALLO SCARICO .....</b>	<b>6</b>
<b>DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO.....</b>	<b>8</b>
<b>AREA DI INTERVENTO 1 .....</b>	<b>9</b>
Vasca di sollevamento percolato.....	9
Vasche di stoccaggio aperte – tipologia a “fossa” .....	10
<b>AREA DI INTERVENTO 2 .....</b>	<b>11</b>
<b>FASE A.....</b>	<b>12</b>
<b>FASE B.....</b>	<b>12</b>
<b>MACCHINE ISTALLATE.....</b>	<b>14</b>
<b>CARATTERIZZAZIONE CHIMICO-FISICA DELLE ACQUE .....</b>	<b>16</b>
<b>INTERVENTO 1 – STATO DI PROGETTO .....</b>	<b>19</b>
STATO DEI LUOGHI AREA DI INTERVENTO 1 .....	20
<b>REALIZZAZIONE DI UNA VASCA DI STOCCAGGIO PERCOLATO .....</b>	<b>21</b>
Elettromeccanica installata - Dimensionamento elettromiscelatori .....	23
Elettromeccanica installata – Sistema di deodorizzazione .....	25

COPERTURA IN ALLUMINIO .....	26
<b>REVAMPING SOLLEVAMENTO ESISTENTE .....</b>	<b>28</b>
ELETTROMECCANICA INSTALLATA - DIMENSIONAMENTO ELETTROMISCELATORI .....	29
<b>RELAZIONE IDRAULICA .....</b>	<b>31</b>
VALORI DELLE GRANDEZZE UTILIZZATE .....	33
<b>DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI POMPAGGIO – VASCA ESISTENTE – NUOVA VASCA DI ACCUMULO.....</b>	<b>34</b>
CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO .....	34
VERIFICA DIMENSIONALE DELLE TUBAZIONI .....	35
ELETTROMECCANICA INSTALLATA – SISTEMA DI POMPAGGIO .....	36
<b>DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI POMPAGGIO – VASCA ESISTENTE – DEPURATORE.....</b>	<b>41</b>
CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO .....	41
VERIFICA DIMENSIONALE DELLE TUBAZIONI .....	41
ELETTROMECCANICA INSTALLATA – SISTEMA DI POMPAGGIO .....	42
<b>REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA VASCA DI DECANTAZIONE PERCOLATO .....</b>	<b>50</b>
INSTALLAZIONE IN IMPIANTO .....	51
<b>INTERVENTO 2 – STATO DI PROGETTO .....</b>	<b>52</b>
ELETTROMECCANICA INSTALLATA – IMPIANTO DI DEODORIZZAZIONE.....	53
<b>INTERVENTI DI OTTIMIZZAZIONE DI PROCESSO .....</b>	<b>54</b>
REATTORE BIOLOGICO DISCONTINUO SBR .....	54
ANALISI DELLE CARATTERISTICHE CHIMICO FISICHE DELLE ACQUE DI PROCESSOBIOLOGICO .....	55

ISTALLAZIONE DI UN SISTEMA AUTOMATICO DEL CONTROLLO DEL PROCESSO .....	58
SOSTITUZIONE SISTEMA DI FILTRAZIONE .....	60

## INTRODUZIONE

A.S.I.T.E. - Fermo Ambiente Servizi Impianti Tecnologici Energia Srl Unipersonale ha incaricato l'Ing. Giovanni Amadio libero professionista di effettuare la progettazione e la consulenza per interventi localizzati riguardanti la matrice acqua e trattamento percolato.

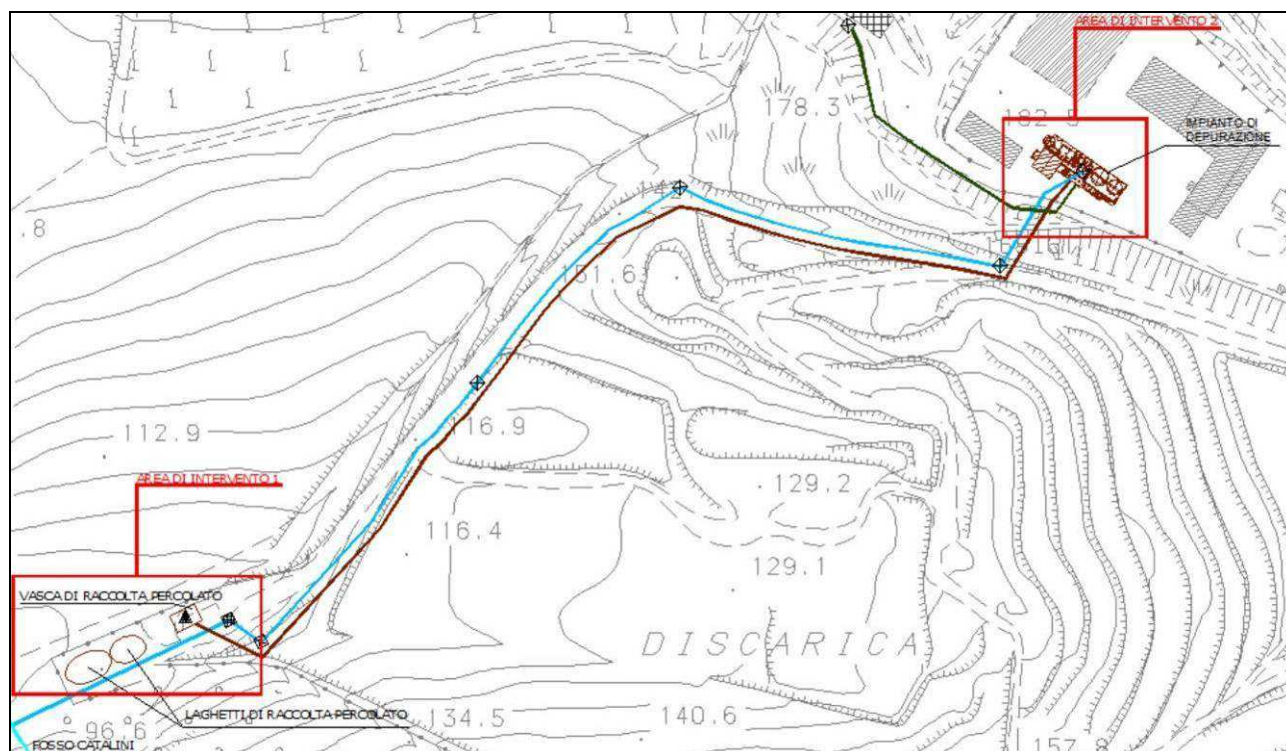
Alla progettazione, compiuta attraverso l'analisi dettagliata dello stato dei luoghi e delle portate in gioco, seguirà l'iter di valutazione di impatto ambientale presso gli enti competenti e, una volta autorizzato, si procederà con la progettazione esecutiva degli interventi.

## **AREE DI INTERVENTO**

Gli interventi per la matrice acqua sono localizzati in due aree:

- Area di intervento 1: presso lo stoccaggio del percolato
- Area di intervento 2: presso l'impianto di depurazione

Per maggiori approfondimenti si rimanda all'elaborato grafico Allegato 2A con la planimetria degli interventi.



*Figura 1 – Individuazione aree di intervento*

## COMPOSIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto è composto dalla presente relazione tecnico-illustrativa e vari allegati.  
La relazione sarà così strutturata:

- Limiti Normativi
- Descrizione dello stato di Fatto
- Intervento 1 – Stato di progetto
- Relazione idraulica
- Intervento 2 – Stato di progetto
- Linee guida progettuali per l'ottimizzazione di processo
- Timing degli interventi
- Stima degli interventi

Per maggiori approfondimenti si rimanda all'elaborato Matrice Acqua – Allegato 0 – Elenco Elaborati.

Si sottolinea che la progettazione architettonica, idraulica ed elettromeccanica degli interventi e la consulenza sul revamping dell'impianto esistente non includono la progettazione strutturale, geotecnica e impiantistica elettrica né inoltre la progettazione di dettaglio per realizzare le opere.

La fase realizzativa con le sue problematiche dovrà poi essere affrontata nelle successive fasi progettuali dai tecnici incaricati.

## I LIMITI DI LEGGE ALLO SCARICO

Gli scarichi degli impianti di depurazione per acque industriali su corpo idrico sono regolamentati dalla Tabella 3 dell'allegato 5 alla parte terza del D.Lgs. 152/2006 come di seguito riportato:

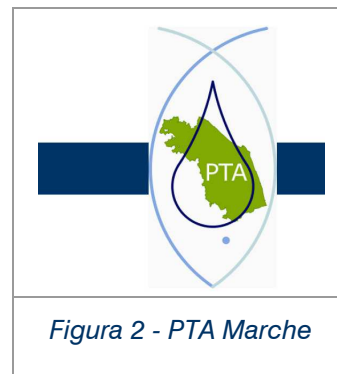


Tabella 1: Limiti allo scarico di progetto – Tab.3 All.5 D.Lgs 152/2006 e s.m.i.

Numero parametro	PARAMETRI	Unità di misura	Scarico in acque superficiali	
1	Ph		5,5-9,5	
3	Colore		non percettibile con diluizione 1:20	
4	Odore		non deve essere causa di molestie	
5	materiali grossolani		Assenti	
6	Solidi speciali totali [2][2-bis]	mg/L	≤80	
7	BOD5 (come O2) [2]	mg/L	≤40	
8	COD (come O2) [2]	mg/L	≤160	
26	Cloro attivo libero	mg/L	≤0,2	
27	Solfuri (come H2S)	mg/L	≤1	
28	Solfiti (come SO3)	mg/L	≤1	
29	Solfati (come SO4) [3]	mg/L	≤1000	
30	Cloruri [3]	mg/L	≤1200	
32	Fosforo	mg/L	≤10	

	totale			
	(come P) [2]			
33	Azoto	mg/L	≤15	
	ammoniacale			
	(come NH <sub>4</sub> ) [2]			
34	Azoto	mg/L	≤0,6	
	nitroso			
	(come N) [2]			
35	Azoto	mg/L	≤20	
	nitrico			
	(come N) [2]			
50	Escherichia	UFC/	≤3000	
	coli [4]	100mL		

[\*] I limiti per lo scarico in rete fognaria sono obbligatori in assenza di limiti stabiliti dall'autorità competente o in mancanza di un impianto finale di trattamento in grado di rispettare i limiti di emissione dello scarico finale. Limiti diversi devono essere resi conformi a quanto indicato alla nota 2 della tabella 5 relativa a sostanze pericolose.

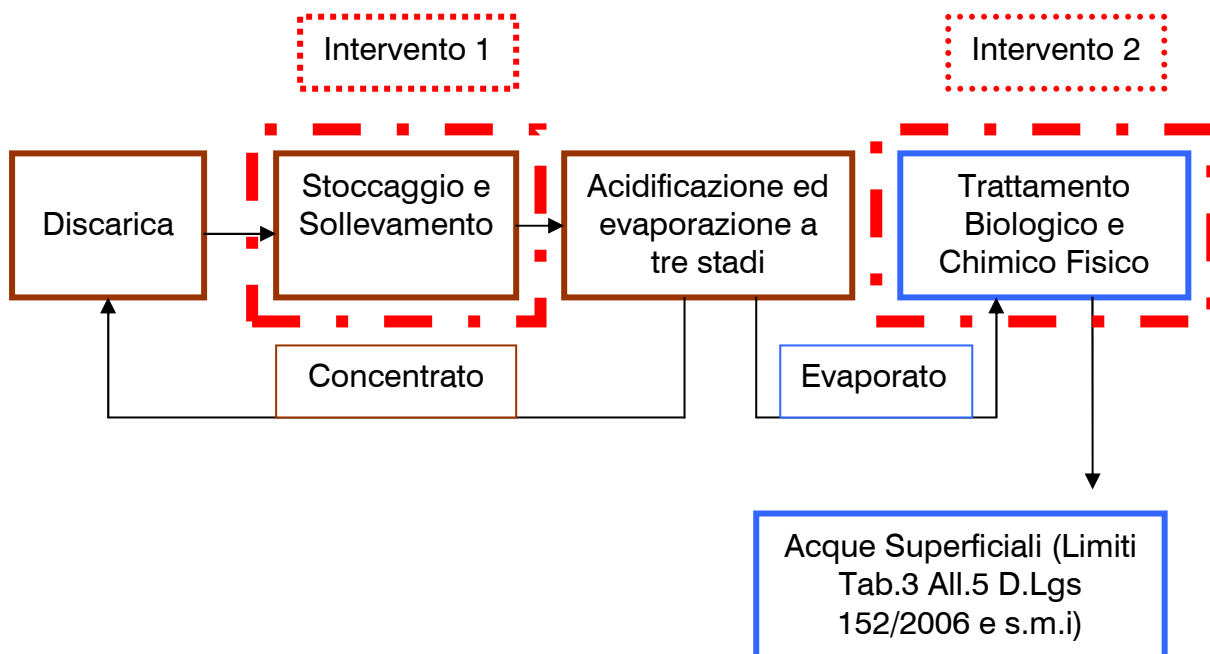


## DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

In questo capitolo è descritto lo stato di fatto dell'impianto di trattamento e stoccaggio rifiuti gestito da FERMO ASITE Surl per quanto riguarda la matrice acqua.

La linea del percolato, proveniente dal corpo discarica, raggiunge delle vasche di stoccaggio, situate a valle, della capacità complessiva di 2100 mc.

Una volta stoccato viene gradualmente inviato all'impianto di depurazione dove, a seguito di acidificazione ed evaporazione, è in parte inviato al corpo discarica e in parte scaricato su corpo idrico superficiale dopo opportuni trattamenti biologici e chimico-fisici come ad esempio la disinfezione con acido peracetico e a seguire la filtrazione su sabbia e carboni attivi.



*Figura 3 – Schema a Blocchi linea percolato (marrone) e linea acque (blu)*

Nei successivi paragrafi lo stato di fatto sarà differenziato per ciascun'area di intervento.

L'intervento 1 riguarda prevalentemente l'ottimizzazione, il potenziamento e la mitigazione ambientale dello stoccaggio e movimentazione del percolato prodotto.

L'intervento 2 riguarda sia la mitigazione ambientale di alcune componenti odorigene dell'impianto di depurazione sia la valutazione funzionale di alcuni processi al fine di un eventuale ottimizzazione.

## AREA DI INTERVENTO 1

Il percolato proveniente dai corpi discarica è confluito presso dei volumi di stoccaggio situati nei pressi del Fosso Catalini attualmente costituiti da:

- N.1 vasca di sollevamento chiusa in calcestruzzo armato del volume di 350 mc
- N.2 vasche di stoccaggio aperte e impermeabilizzate di tipologia a “fossa” del volume complessivo di 1750 mc

Questi volumi ricadono presso l'Area di Intervento 1 come mostrato in figura 4.



Figura 4 – Dettaglio Area di Intervento 1

### Vasca di sollevamento percolato

La vasca di sollevamento percolato è costituita da un volume completamente interrato di 350 mc in calcestruzzo armato e coperto, dove confluisce il percolato proveniente dal corpo discarica.

Non è stato possibile definire lo stato qualitativo della stessa e dei materiali poiché durante i sopralluoghi era in funzione e il percolato si trovava al massimo livello.

Una porzione della vasca è dotata di una tettoia di copertura sotto la quale è installata una pompa con girante esterna che invia i reflui all'impianto di depurazione situato in quota presso l'area di intervento 2.

La pompa è di marca Idrochemical serie NCB 32-26 e lavora in un range di portate da 4 a 7 mc/h ad una prevalenza costante di circa 100m.



Figura 5 – Stato di fatto vasca di sollevamento percolato

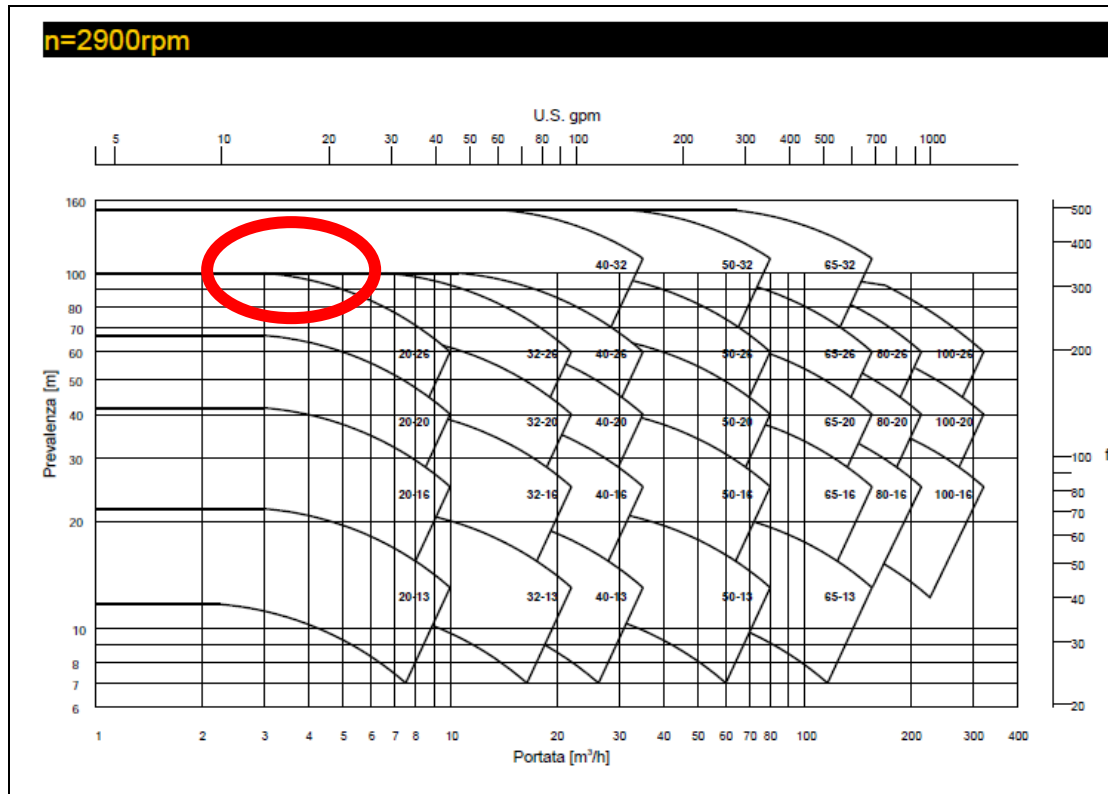


Figura 6 – Punto di lavoro della pompa esistente da valle all'impianto di depurazione

Da quanto riporta il gestore la pompa subisce spesso intasamenti da parte di corpi solidi e necessita frequentemente di manutenzione ordinaria.

Inoltre, la vasca è profonda circa 4,0 metri ma il livello massimo di profondità a cui è posizionata l'aspirazione della pompa si trova a circa 2 metri per diminuire la frequenza degli intasamenti.

Pertanto soltanto metà del volume è adibito a stoccaggio di percolato, la rimanente parte è adibito a vasca di decantazione/sedimentazione che durante la stagione estiva è soggetta a spurgo e pulizia da parte degli operatori. Il volume stimato di stoccaggio perso è di circa 150 mc.

### Vasche di Stoccaggio Aperte – Tipologia a “fossa”

Il percolato, una volta riempita la vasca in calcestruzzo armato, defluisce tramite un troppopieno, verso due vasche di stoccaggio aperte di tipologia a “fossa” denominate “laghetti”.

Le dimensioni di stoccaggio dei due laghetti sono di rispettivamente 850 mc e 900 mc.

Le vasche sono recintate e protette all'accesso.

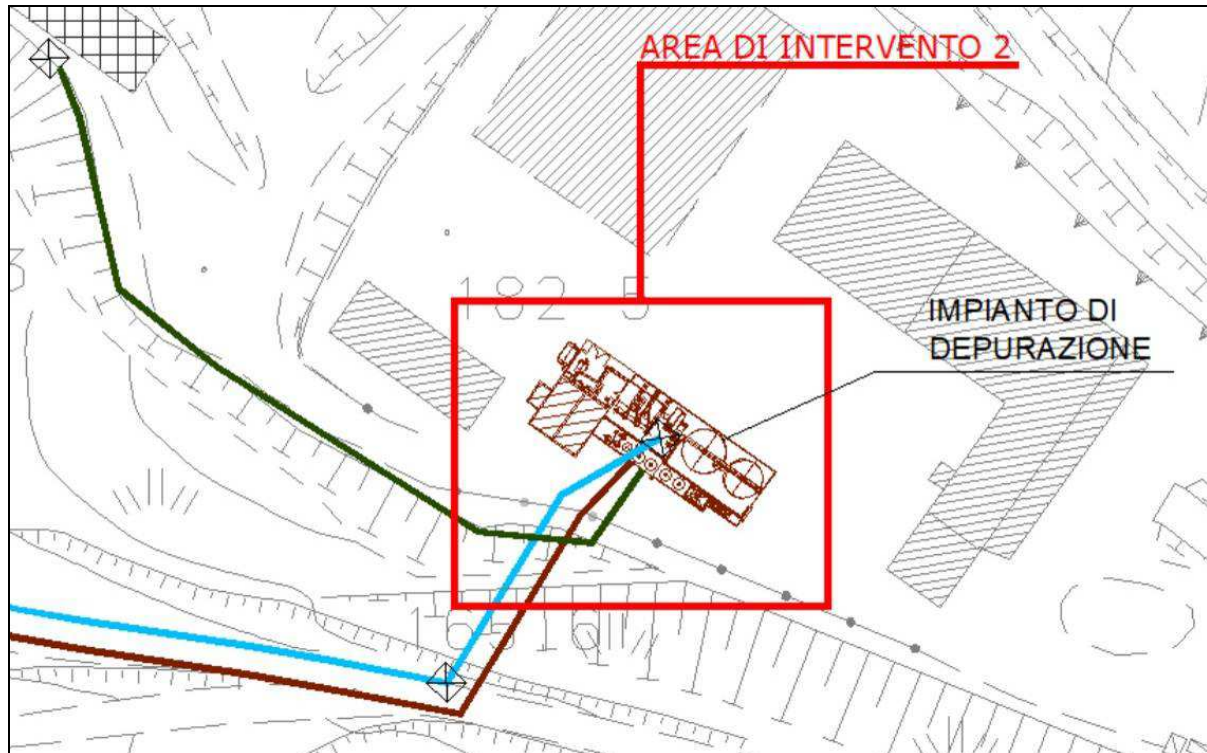
Durante il sopralluogo le vasche erano colme di percolato pertanto non è stato possibile valutare lo stato dell'impermeabilizzazione.



Figura 7 – Stato di fatto “laghetti”

## AREA DI INTERVENTO 2

Il percolato è rilanciato dal sollevamento di valle ed è recapitato presso l'impianto di depurazione situato a monte come mostrato in Figura.



*Figura 8 – Dettaglio Area di Intervento 2*

L'impianto è progettato e autorizzato dalla Regione Marche a trattare 98,4 mc/giorno. Le operazioni unitarie che compongono l'impianto di depurazione del percolato possono essere così riassunte:

### Fase A:

- Stoccaggio Iniziale
- Controllo pH e Acidificazione Percolato
- Evaporazione a tre effetti
- Condensazione

### Fase B:

- Neutralizzazione
- Trattamento Biologico S.B.R.
- Disinfezione con Acido Peracetico
- Filtrazione

## FASE A

Come mostrato nello schema a blocchi in Figura 9, il primo trattamento che subisce il percolato è l'acidificazione che avviene in una vasca in acciaio dotata di elettromiscelatori.

Una volta prelevato dal serbatoio di stoccaggio, il percolato è inviato all'evaporatore a tre effetti.

L'evaporatore è formato da tre scambiatori di calore a fascio tubiero racchiusi in appositi mantelli (denominati E1-E2-E3) e da tre successivi separatori liquido-vapore (denominati S1-S2-S3).

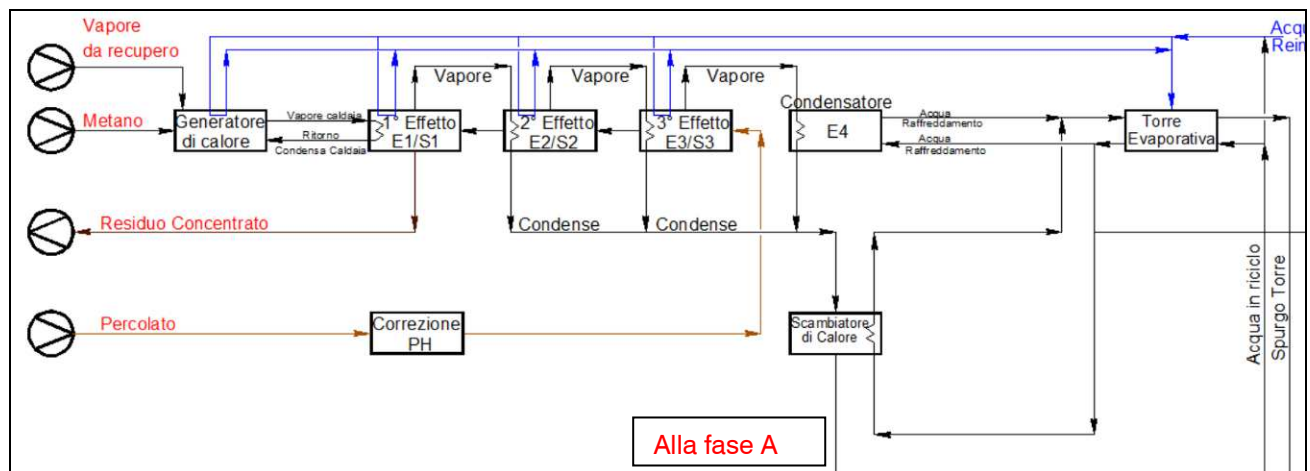


Figura 9 – Schema a blocchi Fase A

Il vapore con pressione decrescente procede secondo il percorso 1-2-3 mentre il percolato è alimentato nel separatore S3 e segue il percorso 3-2-1.

Una volta al terzo effetto, il vapore raggiunge il condensatore E4 ed è raffreddato da un Chiller durante la stagione estiva che porta il liquido da circa 60° a circa 30° per ottenere una buona resa biologica.

Il vapore viene separato dal concentrato che è prima stoccato in un serbatoio in vetroresina poi inviato al corpo discarica con un incidenza percentuale dal 7% al 12%.

## FASE B

Le condense, una volta raffreddate, vengono neutralizzate in un apposito comparto dotato di elettromiscelatore tramite additivi chimici.

A seguire, vengono caricate in un reattore S.B.R. (*Sequencing Batch Reactor*) a due stadi costituito due vasche poste in serie.

Le fasi che si alternano sono:

1. Aerazione per circa 14 ore al giorno
2. Sedimentazione
3. Scarico



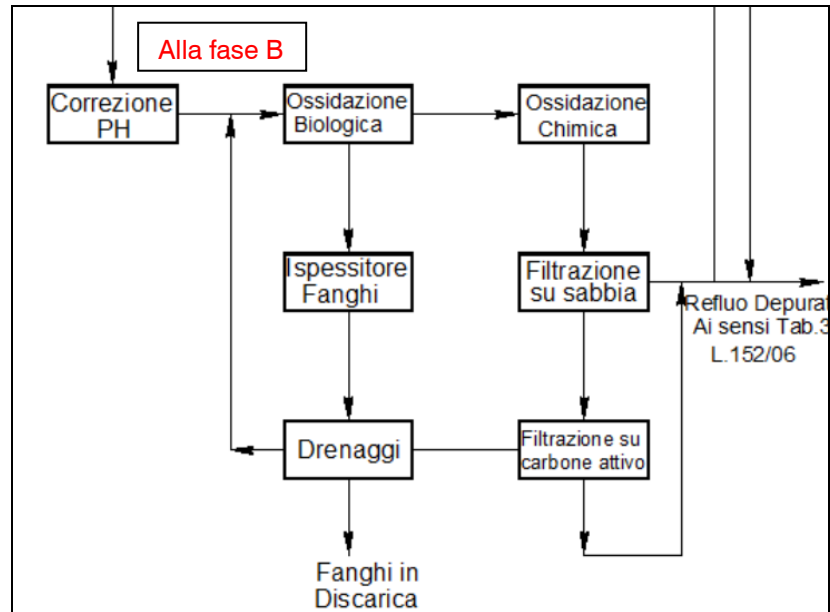


Figura 10 – Schema a blocchi Fase 2

Il primo reattore, da circa 350 mc con battente 5,7m, è dotato di Aeratore sommerso Frings 901 TA marca ABS ed elettromiscelatore Xylem. L'areatore lavora a circa 20 kgO<sub>2</sub>/h con una sommergenza di 5,7m come mostrato in figura.

Il secondo reattore, da circa 250 mc con battente 5,7m, è dotato di Aeratore sommerso Frings 301 TA marca ABS. L'areatore lavora a circa 6 kgO<sub>2</sub>/h con una sommergenza di 5,7m come mostrato in figura.

Una volta superata la fase di scarico il refluo raggiunge la disinfezione ad acido peracetico e a seguire la filtrazione su sabbia e in colonna di carbone attivo.

Le operazioni unitarie di ispessimento fanghi e di drenaggio sono attualmente dismesse e non in uso a causa della scarsa produzione di fanghi annuale.

A quanto riferisce il gestore i fanghi vengono spurgati una volta ogni anno o due volte ogni tre anni e disidratati in loco con nastropressa mobile. Una volta disidratati sono inviati a smaltimento.

**Oxygen transfer, self-aspirating**  
Under standard conditions (20°C, 1013 mbar), optimal positioning

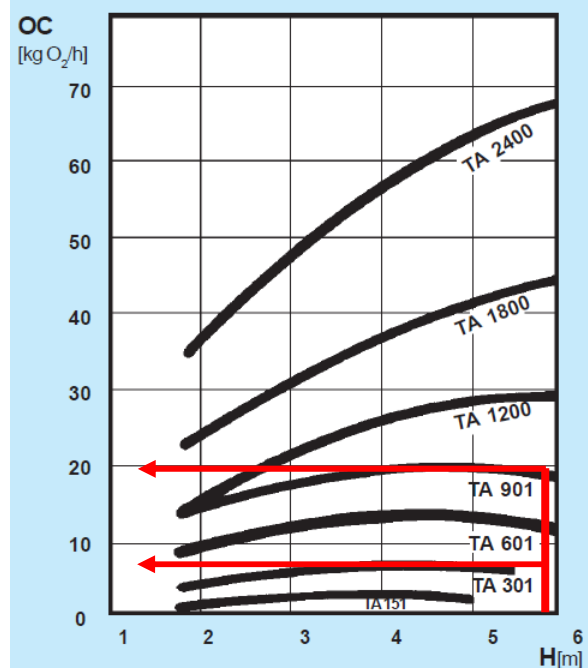


Figura 11 – Aeratori Sommergibili esistenti

## MACCHINE INSTALLATE

Le macchine censite e installate nell'impianto sono le seguenti:

ELETTROMECCANICA INSTALLATA - CONCENTRATORE				
SIGLA	FUNZIONE	MARCA	MODELLO	POTENZA INSTALLATA
G512	Sollevamento percolato	Idrochemical	NCB 32-26	11 kW
G201/2/3	Circolazione percolato	Idrochemical	NCL 150-26	30 kW
A201 a/b	Agitatore vasca arrivo	nessuna		1,1 kw
G210	Vuoto	TRAVAINI	TRHB 50-280/C-M/A3	P= 9 Kw
G209	fLUSSO dalla torre raffredd. al biologico	CALPEDA	NW4 50/25 CE	P= 2,2 Kw
G208	Ricircolo torre raffreddam.	CALPEDA	NW4 80/25 BE	P= 5,5 Kw
G204/5/6/7	Estrazione condense	TRAVAINI	TBA 291/2-R/A3-M	P= 1,1 Kw
G212/abc	Dosaggio Antischiuma	OBL	RB 30 A 70	P= 0,25 Kw

ELETTROMECCANICA INSTALLATA - STOCCAGGIO				
SIGLA	FUNZIONE	MARCA	MODELLO	POTENZA INSTALLATA
G501A/B	Alimentazione acido	OBL	RB 50 P 70	P= 0,25 KW
G502	Rilancio concentrato	ROBUSCHI	RCM4 32 20A 030 181	P= 2,2 KW
G503A/B	Alimentazione soda	OBL	RB 30 A 50	P= 0,25 KW
G504	Alimentazione flocculante	CALPEDA	C4/1	P= 0,55 KW

ELETTROMECCANICA INSTALLATA - BIOLOGICO				
SIGLA	FUNZIONE	MARCA	MODELLO	POTENZA INSTALLATA
G401	Alimentazione nutrienti	OBL	RB 16A 50	P= 0,25 KW
G402	Alimentazione biologico	ROBUSCHI	RS 25 12C 015	P= 1,1 KW
G403	Pompa pozzetto acque bianche	LOWARA	DIWA 075	P= 0,75 KW
M401	Mixer 1 stadio	FLYGT	4630 083709CJ	P= 1,5 KW
AE401	Areatore 1 stadio	ABS	FRINGS 901 TA M220/4	P = 25 KW
G404/7	Scarico acqua 1-2 stadio	ROBUSCHI	RS4 65 20C 055	P= 4 KW
G405/6	Scarico fanghi 1-2 stadio	ROBUSCHI	RS4 40 20B 015	P= 1,1 KW
AE402	Areatore 2 stadio	ABS	FRINGS 301 TA M90/4	P = 11 KW
G408	Dosaggio Ipoclorito di sodio	OBL	RB 16 P 50	P= 0,25 KW
G409	Scarico Clorazione - Alimentazione filtri	LOWARA	SHS 32/160/22	P= 2,2 KW
G410	Scarico surnatante sedimentatore	CALPEDA	C4/1	P= 0,55 KW

*Tabella 2 – Elettromeccanica Installata*

In sede di sopralluogo dopo un esame visivo e a seguito di un'analisi dei dati ottenuti, si è visto che allo stato attuale le macchine risultano essere tutte funzionanti e performanti.

Nel medio e lungo periodo l'elettromeccanica installata necessiterà di un piano di manutenzione straordinaria, di ottimizzazione e di ammodernamento tecnologico.

Con il tempo il gestore dovrà procedere con la graduale sostituzione dell'elettromeccanica con le giuste tempistiche. Si cercherà di evitare fermi e blocchi di processo dovuti a un ipotetico aumento negli anni della frequenza di guasti.

Per quanto riguarda l'automazione è presente un PLC che permette di gestire in remoto tutti i processi dell'impianto.

La fase biologica è sprovvista di automatismo controllo dei parametri di processo, il suo funzionamento e le sue fasi sono governate manualmente dall'operatore.



## CARATTERIZZAZIONE CHIMICO-FISICA DELLE ACQUE

Da quanto dichiara il gestore, l'impianto, costruito nel 2000, è sempre rimasto in funzione lavorando con buone prestazioni e garantendo un effluente sempre conforme ai limiti di legge imposti da Tab.3 All.5 D.Lgs 152/2006 e s.m.i.

La potenzialità massima autorizzata dell'impianto è di 98,4 mc/d.

Si riporta di seguito la rielaborazione dei dati forniti dal gestore sulle acque in ingresso e in uscita dall'impianto durante l'esercizio dell'ultimo anno 2017.

PERCOLATO INGRESSO 190703	U.M.	GENNAIO-17	FEBBRAIO-17	GIUGNO-17	DICEMBRE-17
Temperatura	°C			20	
pH		8	6,19	7,8	7,48
Conducibilità	microS/cm	48000		43000	
Durezza Totale °F	°F			90	
Cloruri come Cl	mg/l	3200	4906	5300	
Solfati come SO <sub>4</sub>	mg/l		8383	4300	2335
Nitrati come N	mg/l	190		370	
Nitriti come N	mg/l	1,5		0,06	0,02
Ammoniaca come NH <sub>4</sub>	mg/l	5200	6966	7900	3648
Solidi Sospesi	mg/l	680	2900	2100	1140
Cianuri totali come CN	mg/l			0,16	0,07
Fenoli totali come Fenolo	mg/l	120		120	10
Fosforo totale come P	mg/l	38	50		62,21
COD come O <sub>2</sub>	mg/l	7500	12735	8500	7245
BOD <sub>5</sub> come O <sub>2</sub>	mg/l	4400	2360	5100	1010
Arsenico come As	mg/l	0,23	0,27	0,2	0,215
Alluminio come Al	mg/l			1,8	4,043
Cadmio come Cd	mg/l	0,005	0,0001	0,095	0,0006
Cromo come Cr	mg/l	7,9	8,25	4,7	6,629
Ferro come Fe	mg/l			7	8,18
Mercurio come Hg	mg/l	0,002	0,008	0,001	0,00005
Piombo come Pb	mg/l	0,039	0,211	0,02	0,0168
Rame come Cu	mg/l	0,026	0,0896	0,11	0,072
Zinco come Zn	mg/l	0,49	0,398	0,43	0,177
Solventi organici azotati	mg/l	0,05		0,05	
Solventi organici clorurati	mg/l	0,2		0,2	
Solventi organici aromatici	mg/l	0,05		0,05	
Nichel come Ni	mg/l	0,56	0,666	0,74	
Oli e grassi animali/vegetali	mg/l	4			
Manganese come Mn	mg/l				
Tensioattivi totali	mg/l	49			
Idrocarburi totali	mg/l	2,6			2,1
Fluoruri come F	mg/l				

Tabella 3 – Caratterizzazione Chimico – Fisica - Percolato In ingresso 2017

SCARICO	U.M.	LIMITE	GIUGNO-17	DICEMBRE-17
Temperatura	°C		25	15
pH		5,5-9,5	7,8	7,1
Conducibilità	microS/cm		1000	690
Durezza Totale °F	°F		2,4	2,8
Cloruri come Cl	mg/l	1200	10	27
Solfati come SO <sub>4</sub>	mg/l	1000	46	78
Nitrati come N	mg/l	20	1,50	5,80
Nitriti come N	mg/l	0,6	0,100	0,300
Ammoniaca come NH <sub>4</sub>	mg/l	15	0,30	0,02
Solidi Sospesi	mg/l	80	5	28
Cianuri totali come CN	mg/l	0,5	0,100	0,100
Fenoli totali come Fenolo	mg/l	0,5	0,100	0,260
Fosforo totale come P	mg/l	10	0,50	2,00
COD come O <sub>2</sub>	mg/l	160	32	63
BOD <sub>5</sub> come O <sub>2</sub>	mg/l	40	15	38
Arsenico come As	mg/l	0,50	0,020	0,022
Alluminio come Al	mg/l	1	0,032	0,020
Cadmio come Cd	mg/l	0,02	0,005	0,005
Cromo come Cr	mg/l	2	0,020	0,020
Ferro come Fe	mg/l	2	0,230	0,480
Mercurio come Hg	mg/l	0,005	0,001	0,001
Piombo come Pb	mg/l	0,2	0,020	0,093
Rame come Cu	mg/l	0,1	0,027	0,010
Zinco come Zn	mg/l	0,5	0,043	0,100
Solventi organici azotati	mg/l	0,1	0,050	0,050
Solventi organici clorurati	mg/l	1	0,200	0,200
Solventi organici aromatici	mg/l	0,2	0,050	0,050
Nichel come Ni	mg/l	2	0,020	0,020
Oli e grassi animali/vegetali	mg/l	20	18	5
Manganese come Mn	mg/l	2	0,020	0,020
Tensioattivi totali	mg/l	2	0,300	0,380
Idrocarburi totali	mg/l	5	1,00	1,00
Fluoruri come F	mg/l	6	0,43	

*Tabella 4 – Caratterizzazione Chimico Fisica – Acque in Uscita 2017*

Il percolato in ingresso, una volta superato l'evaporatore, è suddiviso in evaporato e concentrato.

Il concentrato è inviato a discarica. Il suo quantitativo ruota attorno al 10% del totale (7%-12%) ma non è costante perché è un valore che dipende dalla densità di concentrato che si vuole ottenere a monte con l'evaporatore.

Come riporta il gestore, la densità del concentrato massima prefissata è pari a 1,15 kg/l, questa scelta gestionale è data dal fatto che questo valore è il limite sopra al quale lo scambiatore di calore è soggetto ad intasamenti. Questi ultimi creerebbero blocchi al ciclo depurativo e favorirebbero conseguentemente il danno ambientale ed economico dovuto all'aumento di percolato non trattato e smaltito presso altri impianti tramite autocisterne.

L'oscillazione dei valori prodotti di concentrato, in linea con la buona norma tecnica, dipende dalla caratterizzazione chimico-fisica del percolato che può cambiare nel corso

degli anni in funzione sia dal fatto che i rifiuti stoccati sono estremamente eterogenei sia dal fatto che cambiare zona di coltivazione porta alla chiusura delle precedenti (capping). L'evaporato, una volta neutralizzato, confluisce nel reattore biologico assieme alle acque di lavaggio degli pneumatici dei mezzi, che incidono circa il 5% sulla potenzialità totale autorizzata di trattamento.

Di seguito si riporta l'efficienza di rimozione calcolata sulle medie dei parametri misurati dell'anno 2017.

PARAMETRO	U.M	MEDIA IN	MEDIA OUT	LIMITI	EFFICIENZA DI RIMOZIONE
Temperatura	°C	20	20		
pH	0	7,4	7,5		
Conducibilità	microS/cm	45500	845		
Durezza Totale °F	°F	90	2,60		
Cloruri come Cl	mg/l	4469	18	1200	99%
Solfati come SO <sub>4</sub>	mg/l	5006	62	1000	99%
Nitrati come N	mg/l	280	3,65	20	99%
Nitriti come N	mg/l	0,53	0,20	0,6	62%
Ammoniaca come NH <sub>4</sub>	mg/l	5929	0,16	15	99%
Solidi Sospesi	mg/l	1705	17	80	99%
Cianuri totali come CN	mg/l	0,12	0,10	0,5	13%
Fenoli totali come Fenolo	mg/l	83	0,18	0,5	99%
Fosforo totale come P	mg/l	50	1,25	10	98%
COD come O <sub>2</sub>	mg/l	8995	48	160	99%
BOD <sub>5</sub> come O <sub>2</sub>	mg/l	3218	27	40	99%
Arsenico come As	mg/l	0,23	0,02	0,50	91%
Alluminio come Al	mg/l	2,92	0,03	1	99%
Cadmio come Cd	mg/l	0,03	0,01	0,02	80%
Cromo come Cr	mg/l	6,87	0,02	2	99%
Ferro come Fe	mg/l	7,59	0,36	2	95%
Mercurio come Hg	mg/l	0,003	0,001	0,005	64%
Piombo come Pb	mg/l	0,07	0,06	0,2	21%
Rame come Cu	mg/l	0,07	0,02	0,1	75%
Zinco come Zn	mg/l	0,37	0,07	0,5	81%
Nichel come Ni	mg/l	0,66	0,02	2	97%
Tensioattivi totali	mg/l	49	0,34	2	99%
Idrocarburi totali	mg/l	2,35	1,00	5	57%

*Tabella 5 – Caratterizzazione Chimico Fisica – Acque in Uscita 2017*

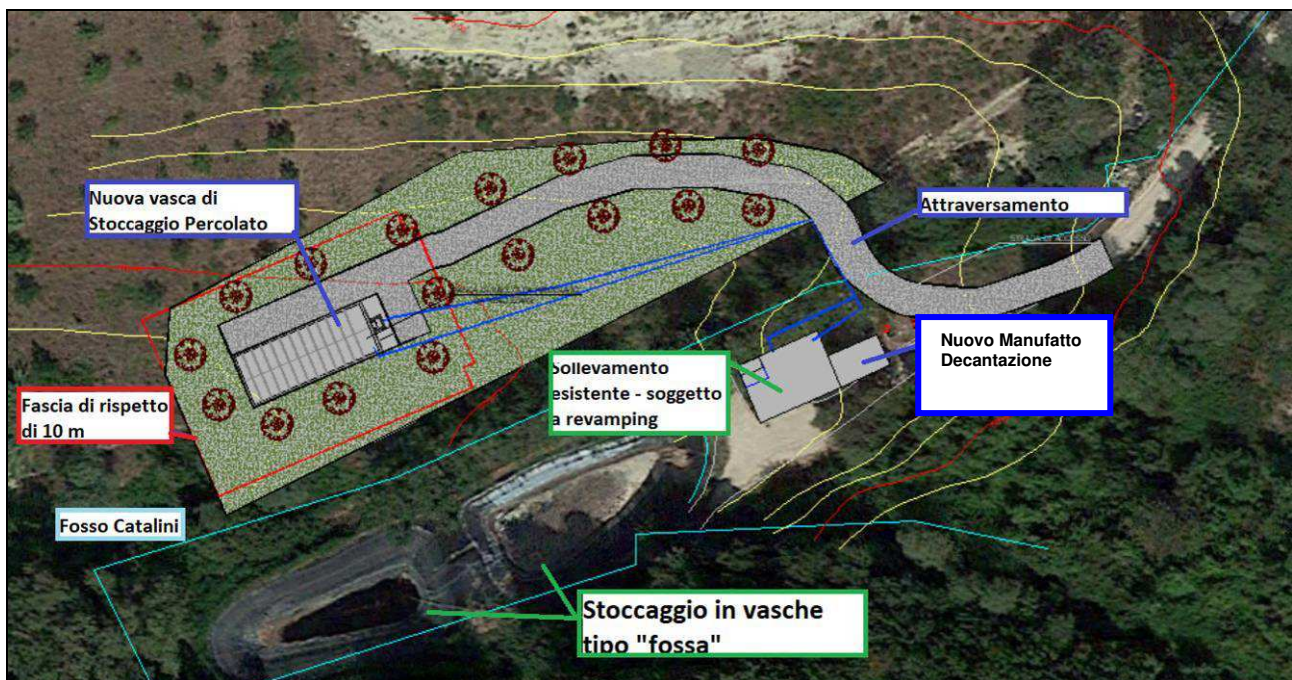
Le percentuali di rimozione ottenute nell'anno 2017 sono molto elevate, per i parametri misurati e confrontabili. Altri parametri come il Piombo e i Cianuri Totali hanno una già concentrazione in ingresso molto inferiore ai limiti di legge.

Alla luce di queste rielaborazioni effettuate, grazie ai dati forniti dal gestore, si può confermare che l'impianto pur essendo costruito negli anni 2000 riesce tutt'ora a garantire ottime efficienze di rimozione e il rispetto dei limiti di legge.

## INTERVENTO 1 – STATO DI PROGETTO

L'intervento situato nell'area 1 consiste in:

- Realizzazione di una vasca di stoccaggio percolato della capacità complessiva di 825 mc
  - Opere civili
  - Opere idrauliche
  - Opere elettromeccaniche
  - Copertura e deodorizzazione
  - Sistemazione esterna e opere civili complementari
- Revamping vasca di sollevamento esistente
  - Inserimento nuova elettromeccanica
  - Ripristino opere civili
  - Recupero intero volume sollevamento
- Inserimento nuova operazione unitaria a monte del sollevamento
  - Realizzazione di una vasca di decantazione percolato



*Figura 12 – Planimetria stato di Progetto Intervento 1*



## Stato dei luoghi area di intervento 1

Allo stato attuale l'area oggetto di realizzazione della nuova vasca risulta essere incolta e non utilizzata da Fermo ASITE.

Come mostrato in figura essa si trova al di là del fosso catalini rispetto alla posizione delle vasche di stoccaggio esistenti.



*Figura 13 – Stato dei luoghi area area destinata ad ospitare la vasca*



*Figura 14 – Stato dei luoghi strada di accesso*

## REALIZZAZIONE DI UNA VASCA DI STOCCAGGIO PERCOLATO

La nuova vasca di stoccaggio percolato sarà realizzata lungo la sponda nord del Fosso Catalini e in adiacenza alle vasche esistenti di tipologia “a fossa” come mostrato nell’elaborato “Allegato 2B”.

In questa fase progettuale si è scelto di interrare la vasca per oltre 5,3 m di volume utile, pertanto essa sarà quasi completamente sotto il piano campagna di progetto.

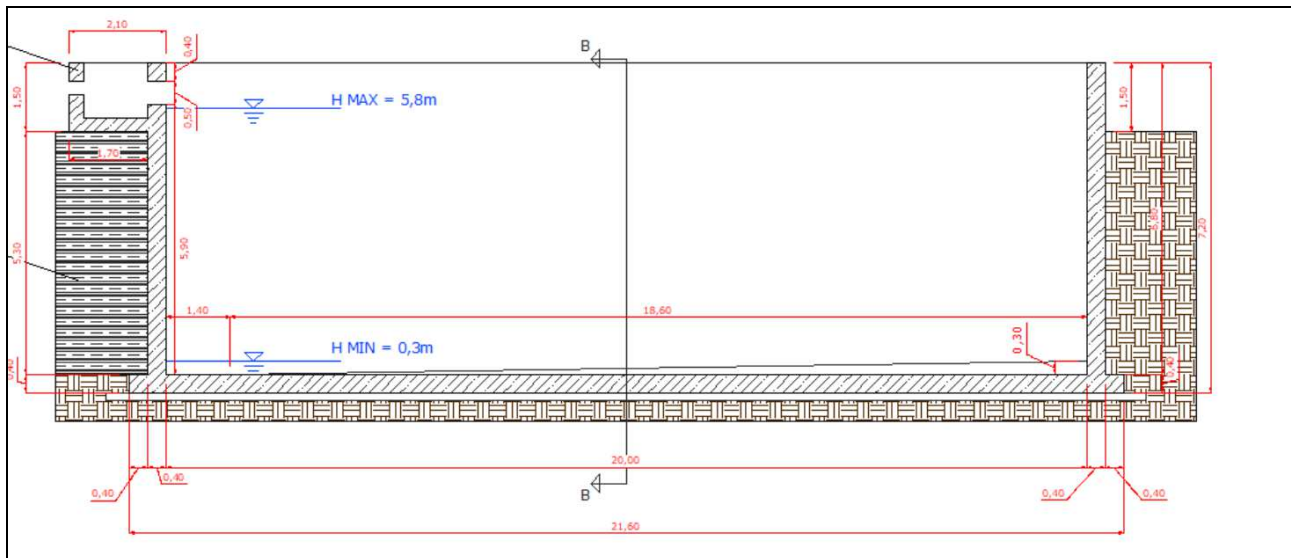


Figura 15 – Sezione tipo Nuova vasca in calcestruzzo – Architettonico

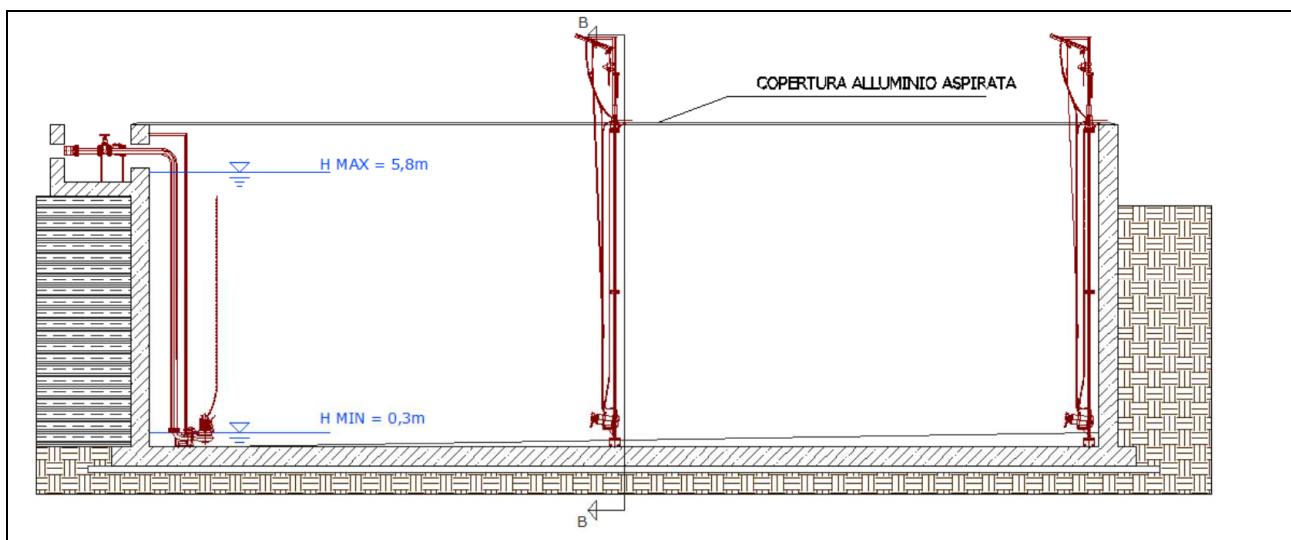


Figura 16 – Sezione tipo Nuova vasca in calcestruzzo - Impianti

La vasca sarà interamente in calcestruzzo armato e dotata di opportuno copriferro. Essa avrà una pendenza interna che garantirà un’altezza minima di pescaggio per le pompe di almeno 30cm.

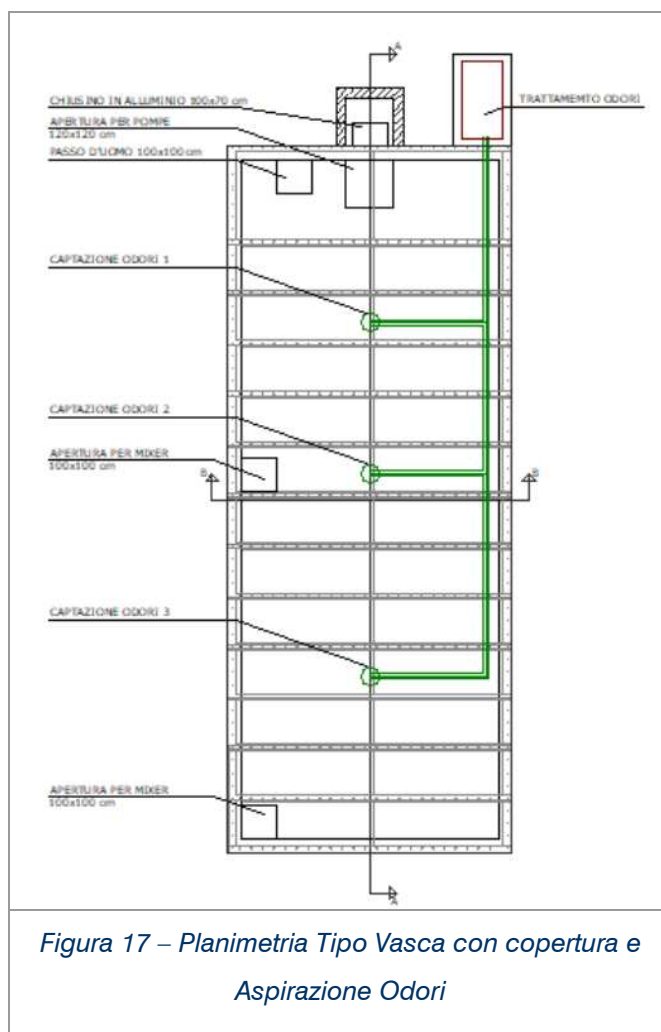
Il posizionamento della vasca, come meglio descritto negli elaborati grafici progettuali allegati alla presente relazione, è conforme alla fascia di rispetto di 10m dal fosso Catalini.

La vasca sarà dotata delle seguenti apparecchiature elettromeccaniche:

- 1 pompa di sollevamento percolato dotata di riserva
- 2 elettromiscelatori antivortice
- 1 filtro per il trattamento odori

La vasca sarà dotata di copertura calpestabile in alluminio autoportante. Su di essa saranno apportati diversi fori che garantiranno:

- L'accesso all'interno per manutenzioni
- La movimentazione degli elettromiscelatori
- La movimentazione del sistema di pompaggio
- Punti di aspirazione per il sistema di trattamento odori



Per maggiori approfondimenti si rimanda all'elaborato grafico "Allegato 3B" della matrice acque.

## Elettromeccanica Installata - Dimensionamento Elettromiscelatori

Saranno posizionati 2 elettromiscelatori distanti 10 metri l'uno dall'altro come mostrato dal seguente dimensionamento.

Tank dimensions		Rectangular Tank	
Length	20,00 m	Depth	5,50 m
Width	7,50 m		
Product data			
Number of mixers	2		
Mixer type	4640 with jetring		
Propeller code	083713SJ Stainless Steel, 13 degree		
Nominal thrust	620 N	Frequency	50 Hz
Rated shaft power	2,50 kW	Phases	3
Max input power	3,30 kW	Poles	8
Propeller diameter	0,37 m	Approval	STD
Propeller speed	705 rpm	Rated temperature	40 °C / 104 °F
Thrust produced/mixer	589 N	(1178 N total thrust produced)	
Power uptake/mixer	2,13 kW	(65% of max input power)	
Total thrust required	1135 N		
Recom. min submergence	0,83 m	(Surface to propeller tip)	

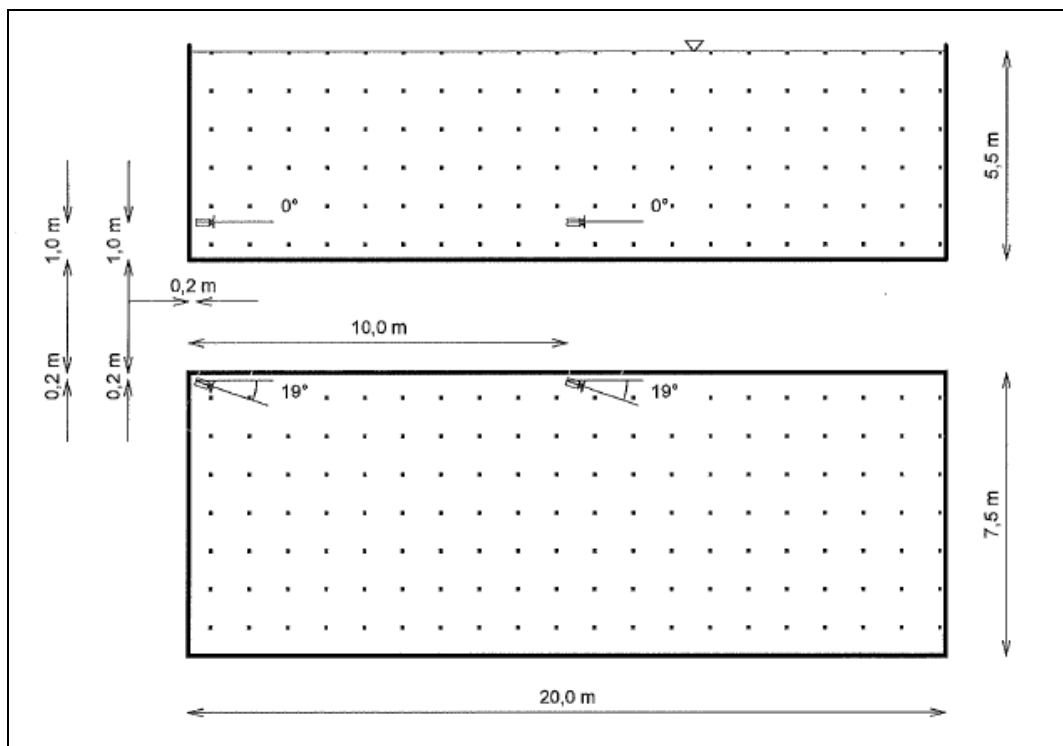
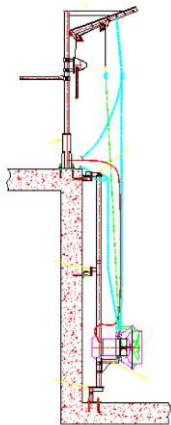


Figura 18 – Posizionamento Elettromiscelatori Vasca di Accumulo



Saranno installati due elettromiscelatori con le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE GENERALI	
Diametro elica: 368,0 mm.	
Pot. Nom. 2,5 kW - 400 Volt - 50 Hz -3 fasi	
10 m. Cavo SUBCAB 4G2,5+2x1,5	
Materiali:	
- Versione: Acciaio inox (AISI 304)	
- Albero : Acciaio inox AISI 431	
- Girante : Acciaio inox Aisi 316L	
Tenute meccaniche:	
- interna : WCCR / AI2 O3	
- esterna : WCCR / WCCR	<i>Figura 19 – Tipologico Mixer</i>

<b>ACCESSORI</b>
Catena calibrata in acciaio inox AISI 316L lungh.9mt - portata 500Kg
Kit di montaggio nr.2 tasselli chimici M12
Supporto superiore in acciaio inox AISI 304 per tubo guida 50x50x4
Tubo guida 50x50x4 l=6mt.in acciaio inox AISI 304
Supporto inferiore in acciaio inox AISI 304 per tubo guida 50x50x4 per installazione a vasca vuota.
Fissaggio:
Supporto in acciaio inox AISI 304 per bandiera cod.6229500-fissaggio a parete
Kit di montaggio nr.2 tasselli chimici M12
<b>SOLLEVAMENTO</b>
Gru a bandiera in acciaio inox AISI 304 portata 150Kg.
Argano per esterno in acciaio inox portata 150Kg. completo di 15mt.di fune D.4mm., pulegge e staffa di fissaggio.
Gancio di sollevamento in acciaio inox AISI 316L completo di grillo per catena calibrata - portata 500 Kg
Gancio di sollevamento in acciaio inox AISI 316L completo di grillo e spezzone di catena - portata 500 Kg

*Tabella 6 – Fornitura sistema di Miscelazione*

## *Elettromeccanica Installata – Sistema di deodorizzazione*

Il principio di funzionamento è il seguente

- L'aria da trattare deve essere canalizzata per passare attraverso il filtro assorbente-neutralizzante.
- Passando attraverso il filtro una parte importante di molecole maleodoranti viene trattenuta dal filtro.
- L'aria ne esce depurata e deodorizzata.

Il sistema è composto da un filtro di minerali naturali (Zeoliti) assorbenti opportunamente pretrattati.

La zeolite è composta da componenti naturali, dunque totalmente ecologica.

Questi minerali sono naturalmente attivi e subiscono un preventivo trattamento al fine di migliorare la loro efficacia. La loro granulometria è studiata per favorire la superficie di scambio e per limitare il rallentamento del flusso dell'aria.

Il filtro cattura sia le molecole leggere ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , ....) sia alcune molecole pesanti (mercaptani) fissando e rompendo alcune loro terminazioni. La carica filtrante deve essere sostituita ogni tre mesi.

La potenzialità è di 2.250  $\text{Nm}^3/\text{h}$  e ingombro del filtro di base 1200 x 2300 mm e altezza 2200 mm.

I materiali di realizzazione del filtro sono i seguenti:

- Doppia pannellatura in acciaio inox AISI 304 con struttura in estruso di alluminio anodizzato;
- Telaio in alluminio;
- Doppia pennellatura in AISI 304 con rivestimento interno fonoassorbente ed autoestinguente;
- Filtro aria in AISI 304;
- Nr 8 cestelli in lamiera forata in AISI 304 per il contenimento della zeolite;
- Portelle apribili per estrazione zeolite;
- Ventilatore centrifugo a doppia aspirazione, accoppiamento diretto, 50 Hz, protezione IP 65, potenzialità 2.250  $\text{mc}/\text{h}$ , pressione totale 100 mm.  $\text{H}_2\text{O}$ , potenza KW 2.2 con girante in materiale anticorrosione;
- Camino di espulsione aria pulita ed avente un'altezza di circa 5 m da terra,  $\varnothing$  mm 350; Presa campioni a norma in acciaio inox AISI304
- Staffagli vari e bulloneria in AISI 304;
- Quadro comandi con protezioni termiche, pulsantiera acceso-spento, inverter e visualizzazione varie funzioni
- Pressione totale 80/100 mm  $\text{H}_2\text{O}$ ;
- Canalizzazioni in AISI 304 tonde flangiate, complete di curve, braghe, riduzioni, serrande di regolazione.



*Figura 20 – Tipologico Filtro a Zeolite*

## Copertura in Alluminio

CARATTERISTICHE GENERALI	
Le coperture in alluminio oggetto in ottemperanza a quanto previsto del D.M. del 14 Gennaio 2008 “Carichi sulle costruzioni “ rispondono alle seguenti condizioni di progetto:	
Carico del vento 1,00 kN	
Carico neve 1,00 kN/m <sup>2</sup> oltre al peso proprio	
Freccia massima inferiore ad 1/200 della luce netta	
Resistenza al sisma Zona 2	
Escursione termica - 20 °C ÷ +80 °C	
Inalterabili da effetti solari, salsedine e vapori presenti nelle vasche	
A tenuta di odori	
Calpestabili	
Facilmente smontabili a mano	
CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	
Tutti i materiali utilizzati sono in lega d'alluminio ed acciaio inossidabile totalmente realizzate con elementi prefabbricati;	
I pannelli di copertura, rimovibili, autoportanti e calpestabili sono realizzati in lamiera di lega d'alluminio 5754-H32, di spessore pari a 2,5 mm;	
I dispositivi di fissaggio (bulloni, rivetti speciali, etc.) in acciaio inossidabile 304/316;	
I bulloni d'ancoraggio tira fondo ad espansione in acciaio inossidabile serie 304/316;	
Le guarnizioni e sigillature in gomma Hypalon o similare	

*Tabella 7 – Caratteristiche costruttive Copertura in Alluminio*

La fornitura e posa della copertura comprende anche la progettazione.

Le coperture saranno realizzate in lega di alluminio al magnesio e copriranno interamente la vasca di raccolta del percolato, avente dimensioni 7,5 x 20 mt, per una superficie complessiva 150 mq.

La copertura sarà realizzata con tegoli in lamiera di alluminio autoportanti serie 5754-H32 di spessore 2,5 mm, pressopiegati e rinforzati da nervature con profili angolari saldati nella parte inferiore dei tegoli stessi.

I tegoli saranno incastrati tra di loro avendo tipologia “maschio – femmina “e saranno installati appoggiandoli sulle pareti perimetrali della vasca senza ausilio di travi di sostegno.

La tenuta degli odori sarà garantita da chiusure laterali con carter piegati in lega di alluminio completi di apposita gomma in neoprene a contatto con la struttura della vasca.

Tutti i dispositivi di fissaggio saranno in Acciaio Inox serie 316.



*Figura 21 – Tipologico copertura in alluminio*

## ELENCO FOROMETRIA

n. 2 botole in lega di alluminio di dimensioni 1400 x 1400 mm cadauna, supportate da mensole in lega di alluminio di spessore 6 mm ancorate alle pareti interne della vasca attraverso barre filettate M 16 in acciaio inossidabile e fissaggio con resina chimica. Sarà completa di maniglia di presa facilitata e cerniere in acciaio inox.
n. 2 botole in lega di alluminio di dimensioni 1000 x 1000 mm cadauna, supportate da mensole in lega di alluminio di spessore 6 mm ancorate alle pareti interne della vasca attraverso barre filettate M 16 in acciaio inossidabile e fissaggio con resina chimica. Sarà completa di maniglia di presa facilitata e cerniere in acciaio inox.
N. 1 botola in lega di alluminio di dimensioni 600 x 800 mm montata all'interno del tegolo nella posizione decisa dal cliente in fase di progetto esecutivo. Sarà completa di maniglia di presa facilitata e cerniere in acciaio inox.
N. 3 bocchelli flangiati DN 100 in acciaio inox per attacco alle tubazioni di aspirazione dell'aria.

*Tabella 8 – Forometria prevista nella copertura in alluminio*

## REVAMPING SOLLEVAMENTO ESISTENTE

Il sollevamento esistente è una vasca in calcestruzzo armato delle dimensioni di circa 8 m x 12 m in pianta e profonda circa 4 metri.

Il percolato giunge alla vasca tramite una tubazione PVC di diametro circa 400 mm e sfiora verso i laghetti con una tubazione di troppo pieno in PVC di circa 300 mm di diametro.

Lungo il lato nord vi è una tettoia con alloggiata una pompa di rilancio percolato verso l'impianto di depurazione.

La vasca è coperta per circa un terzo della sua superficie da blocchi in cemento rimovibili e nei rimanenti due terzi da una soletta in calcestruzzo fissa.

All'interno e sotto i blocchi, è presente un setto in calcestruzzo dotato di fori che permettono il deflusso del percolato e la sedimentazione delle ghiaie.

Il revamping della vasca consiste nella demolizione del setto interno in calcestruzzo, senza comprometterne la stabilità strutturale, e nell'inserimento di particolare elettromeccanica all'interno.

La funzione del setto, di bloccare i solidi grossolani in ingresso, sarà adempita dal nuovo sistema di decantazione da realizzare in ingresso alla vasca.

L'elettromeccanica che si andrà a installare comprende:

- Due elettromiscelatori
- Una pompa sommersa dotata di riserva collegata ad una pompa di superficie per il rilancio presso l'impianto di depurazione
- Una pompa sommersa dotata di riserva per caricare e scaricare la vasca di stoccaggio percolato di nuova costruzione



Figura 22 – Blocchi in Calcestruzzo della Vasca di Sollevamento

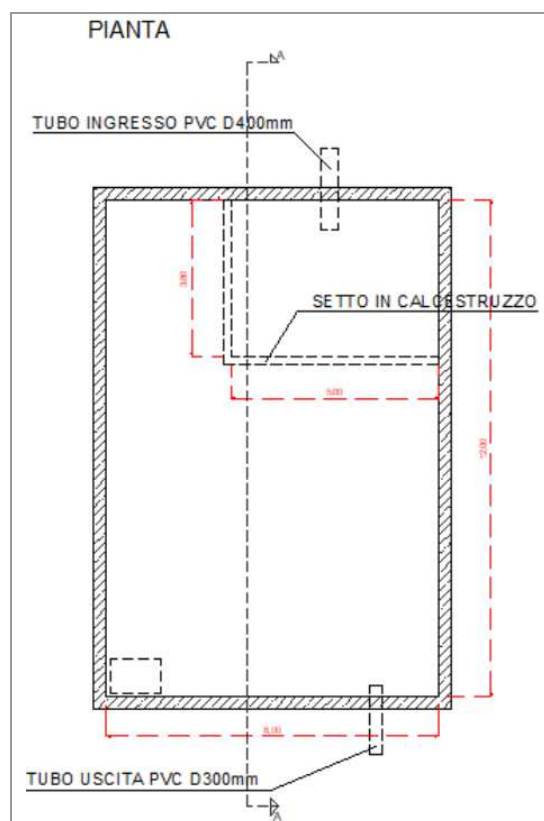


Figura 23 – Stato di Fatto Vasca di Sollevamento

## Elettromeccanica Istallata - Dimensionamento Elettromiscelatori

Saranno posizionati 2 elettromiscelatori distanti 1,5 metri l'uno dall'altro come mostrato dal seguente dimensionamento.

Tank dimensions		Rectangular Tank	
Length	12,00 m	Depth	4,50 m
Width	8,00 m		
Product data			
Number of mixers	2		
Mixer type	4630 without jetring		
Propeller code	083707SF Stainless Steel, 7 degree		
Nominal thrust	380 N	Frequency	50 Hz
Rated shaft power	1,50 kW	Phases	3
Max input power	2,00 kW	Poles	8
Propeller diameter	0,37 m	Approval	STD
Propeller speed	705 rpm	Rated temperature	40 °C / 104 °F
Thrust produced/mixer	355 N	(711 N total thrust produced)	
Power uptake/mixer	1,54 kW	(77% of max input power)	
Total thrust required	494 N		
Recom. min submergence	0,56 m	(Surface to propeller tip)	

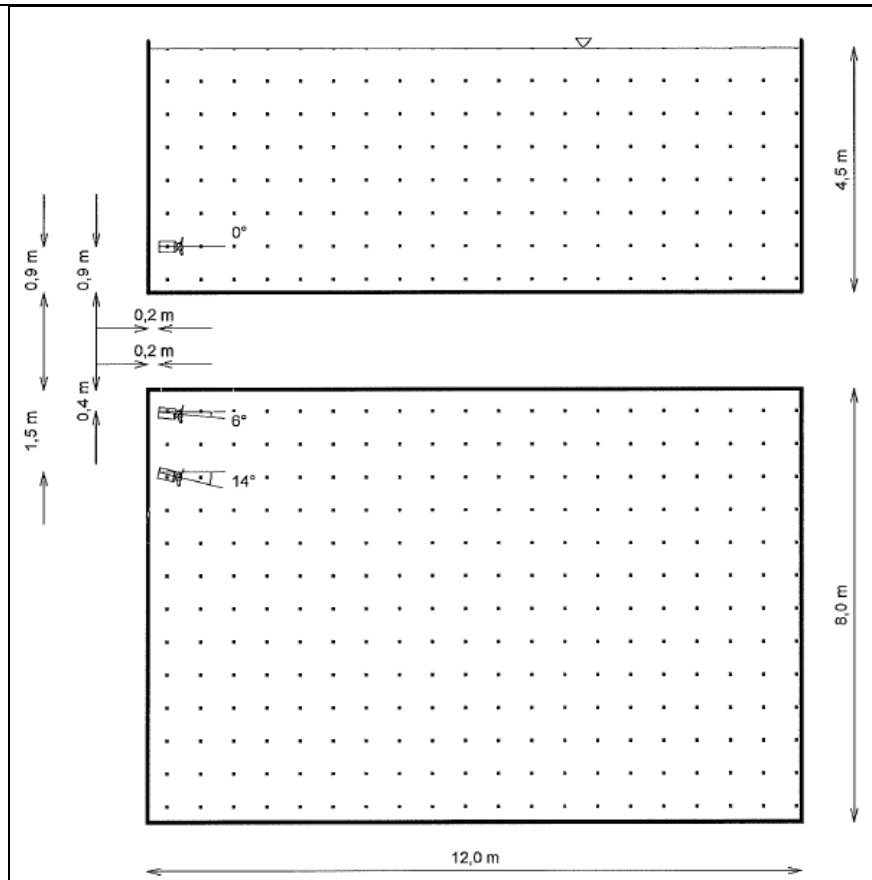
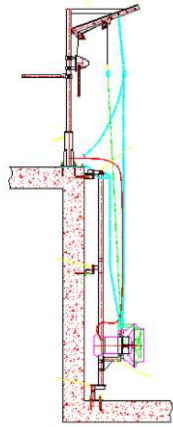


Figura 24 – Posizionamento Elettromiscelatori Vasca di Accumulo



Saranno installati due elettromiscelatori con le seguenti caratteristiche:

<b>CARATTERISTICHE GENERALI</b>	
Diametro elica: 368,0 mm.	
Pot. Nom. 1,5 kW - 400 Volt - 50 Hz -3 fasi	
10 m. Cavo SUBCAB 4G2,5+2x1,5	
Sezione Materiali:	
- Versione: Acciaio inox (AISI 304)	
- Albero : Acciaio inox AISI 431	
- Girante : Acciaio inox Aisi 316L	
Tenute meccaniche:	
- interna : WCCR / AI2 O3	Figura 25 – Tipologico Mixer
- esterna : WCCR / WCCR	
Pot. Nom. 1,5 kW - 400 Volt - 50 Hz -3 fasi	

<b>ACCESSORI</b>
Catena calibrata in acciaio inox AISI 316L lungh.9mt - portata 500Kg
Kit di montaggio nr.2 tasselli chimici M12
Supporto superiore in acciaio inox AISI 304 per tubo guida 50x50x4
Tubo guida 50x50x4 l=6mt.in acciaio inox AISI 304
Supporto inferiore in acciaio inox AISI 304 per tubo guida 50x50x4 per installazione a vasca vuota.
Fissaggio:
Supporto in acciaio inox AISI 304 per bandiera cod.6229500-fissaggio a parete
Kit di montaggio nr.2 tasselli chimici M12
<b>SOLLEVAMENTO</b>
Gru a bandiera in acciaio inox AISI 304 portata 150Kg.
Argano per esterno in acciaio inox portata 150Kg. completo di 15mt.di fune D.4mm., pulegge e staffa di fissaggio.
Gancio di sollevamento in acciaio inox AISI 316L completo di grillo per catena calibrata - portata 500 Kg
Gancio di sollevamento in acciaio inox AISI 316L completo di grillo e spezzone di catena - portata 500 Kg

*Tabella 9 – Fornitura Elettromiscelatori*

## RELAZIONE IDRAULICA

Nelle vasche oggetto di progettazione è prevista l'installazione di un idoneo sistema di pompaggio per la movimentazione del percolato sia per caricare che per scaricare le vasche.

Le tubazioni supereranno il fosso Catalini grazie all'attraversamento carrabile previsto in progetto. Si ricorrerà allo staffaggio delle condotte a bordo della nuova opera civile che sarà sopraelevata rispetto al fosso e così non si occluderà la sezione.

Per quanto riguarda le condotte in pressione, il dimensionamento è stato effettuato cercando di contenere le velocità all'interno di valori accettabili per evitare sedimentazioni eccessive e contenere le perdite di carico lungo il tracciato.

Le perdite di carico si distinguono in concentrate e distribuite:

le perdite di carico concentrate sono state valutate con la seguente espressione:

$$\Delta H = Kv^2/2g;$$

dove:

$K$  = coefficiente varia a seconda che si tratti di uno sbocco, di una curva, o di una saracinesca, valvola o altro.

Le perdite di carico distribuite per unità di lunghezza nella condotta di un fluido in moto permanente sono state calcolate con la relazione di Darcy-Weisbach :

$$J = \frac{\lambda \cdot V^2}{2 \cdot g \cdot D}$$

dove:

$D$  = diametro della condotta;

$V$  = velocità media della condotta;

$g$  = accelerazione di gravità;

$\lambda$  è un coefficiente dimensionale di resistenza funzione della scabrezza del tubo e del numero di Reynolds:

$$R_e = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu}$$

avendo indicato con  $\rho$  densità,  $\mu$  viscosità.

Per il calcolo di  $\lambda$  si può utilizzare la formula di Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{2,51}{R_e \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon / D}{3,71} \right)$$



Tale relazione risulta rappresentata nel diagramma logaritmico di Moody di seguito riportato:

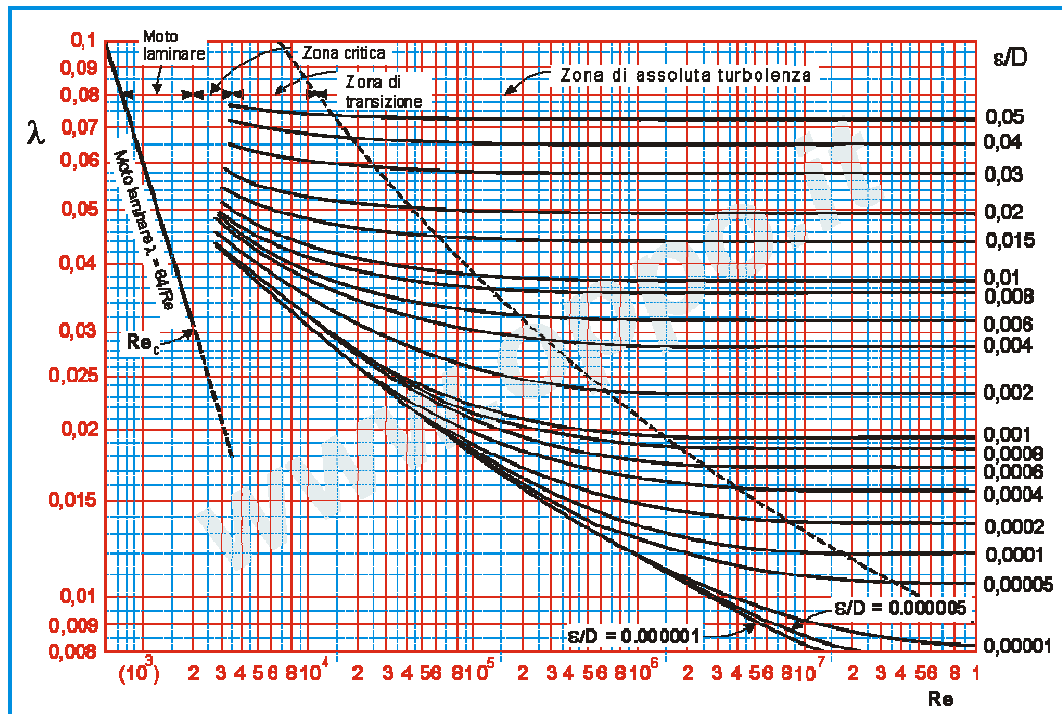
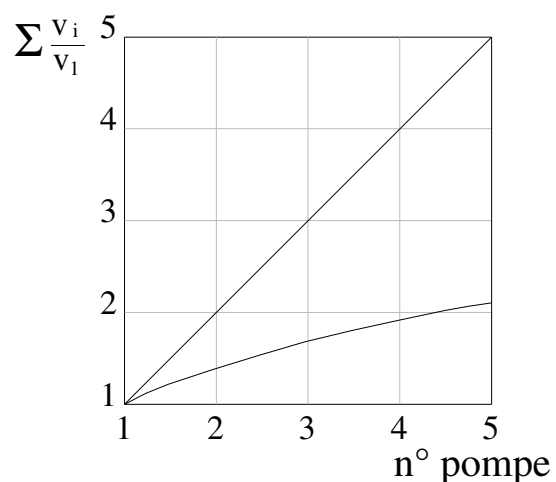


Figura 26 – Diagramma di Moody

Le stazioni di sollevamento vengono dimensionate considerando la sequenza di funzionamento di tipo 2, di seguito riportata, che consente dei volumi della vasca inferiori rispetto alla sequenza di tipo 1.

n° pompe uguali	$\sum \frac{V_i}{V_1}$	
	sequenza1	sequenza2
1	1	1.000
2	2	1.392
3	3	1.688
4	4	1.919
5	5	2.106



Il volume della vasca, si determina, fissando il numero di avviamenti/ora di una pompa e quindi il suo Tempo di ciclo ( $T_c$ ), che da letteratura, il max numero di avviamenti/ora della pompa è pari a 15, perciò per avere un certo margine di sicurezza si sceglie di far lavorare l'impianto con 8 avviamenti/ora.

$$n^{\circ} \frac{\text{avviamenti}}{\text{ora}} = 8 \Rightarrow T_{c_1} = 450s$$

$$T_{c_1} = \frac{4V_1}{Q_1} \Rightarrow V_1 = T_{c_1} \frac{Q_1}{4} =$$

$$\frac{V_1 + V_2}{V_1} = 1.392 \Rightarrow V_2$$

$$\frac{V_1 + V_2 + V_3}{V_1} = 1.688 \Rightarrow V_3$$

$$\frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}{V_1} = 1.919 \Rightarrow V_4$$

### Valori delle grandezze utilizzate

Si elencano di seguito i valori di tutte le grandezze adottate nei calcoli:

Viscosità cinematica:

$$\nu = u / \rho = 1,14 \cdot 10^{-6} m^2 / s$$

Peso specifico:

$$\gamma = 1000 m^3 / s$$

Tensione Superficiale:

$$\tau_0 = \frac{\gamma \cdot J \cdot D}{4}$$

Viscosità:

$$\mu^* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}}$$

Numero di Nikuradse:

$$Re^* = \frac{u^* \cdot \varepsilon}{\nu}$$

Per i valori di K sono stati utilizzati i seguenti valori:

- *imbocco* = 0,5
- *sbocco* = 1
- *curva a 90°* = 0,17
- *valvole* = 0,3
- *altro (saracinesca/ eventuale pezzo speciale installato a vantaggio di sicurezza)* 0,27

## **DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI POMPAGGIO – VASCA ESISTENTE – NUOVA VASCA DI ACCUMULO**

### *Calcolo delle perdite di carico*

In accordo con il gestore, si considera una portata massima nel dimensionamento idraulico pari a 25 mc/h. Saranno considerate prima le tubazioni che dalla vasca di sollevamento esistente andranno a quella di nuova costruzione e viceversa.

Di seguito si riporta il calcolo delle perdite di carico, concentrate e distribuite lungo la condotta premente in polietilene ad alta densità DE 110 PN16 – SDR 11:

CONDOTTA 1 – VASCA ESISTENTE A NUOVA VASCA DI ACCUMULO		
Qmax	25,00	m3/h
Condotta	Tubi nuovi Polietilene	
PERDITE DISTRIBUITE		
L	115	m
Q	25	m3/h
D	0,090	m
A	0,0064	m2
V	1,0916	m/s
e	0,02	mm
l	0,0196	
Re	8,62E+04	
Re*	9,55	
J	0,013226	m/m
DH=J*L	1,5210	m
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE		
Imbocco	1	
Sbocco	1	
Curve 90°	12	
Curve 45°	0	
Valvole	4	
Elementi a T	1	
Altro	0	
Altro	0	
	0,3122	m
PREVALENZA GEODETICA		
	6	m
PERDITE DI CARICO TOTALI		
	7.8332	m

*Tabella 10 – Calcolo perdite di carico condotta 1*

Di seguito si riporta il calcolo delle perdite di carico, concentrate e distribuite lungo la condotta premente in polietilene ad alta densità DE 125 PN16 – SDR 11:

CONDOTTA 2 – NUOVA VASCA DI ACCUMULO A VASCA ESISTENTE		
Qmax	25,00	m3/h
Condotta	Tubi nuovi Polietilene	
PERDITE DISTRIBUITE		
L	95	m
Q	25	m3/h
D	0,102	m
A	0,0082	m2
V	0,8499	m/s
e	0,02	mm
l	0,02	
Re	7,60E+04	
Re*	7,51	
J	0,007218	m/m
DH=J*L	0,6857	m
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE		
Imbocco	1	
Sbocco	1	
Curve 90°	9	
Curve 45°	0	
Valvole	4	
Elementi a T	0	
Altro	0	
Altro	0	
	0,1557	m
PREVALENZA GEODETICA		
	9,5	m
PERDITE DI CARICO TOTALI		
	10,3414	m

Tabella 11 – Calcolo perdite di carico condotta 2

### Verifica dimensionale delle tubazioni

In entrambe le condotte di mandata la velocità è compresa tra 0,7 m/s e 1,5 m/s pertanto si garantirà un normale deflusso.

Le tubazioni sono di diametro minimo superiore a DN 80 come prescrive la norma UNI EN 12056-4 per evitare intasamenti.

## Elettromeccanica installata – Sistema di Pompaggio

Per facilitare la manutenzione e la sostituzione dei macchinari si è scelta l'installazione di un'unica tipologia di pompa per la movimentazione di percolato tra la vasca esistente e quella di nuova costruzione.

### Pompa

DN mandata 80 mm  
 Suction Flange Diameter 100 mm  
 Impeller diameter 116 mm  
 Number of blades 2

### Motor

Motore # N3085.190 15-09-2AL-W 2.4KW  
 Variante statore 38  
 Frequenza 50 Hz  
 Rated voltage 400 V  
 Numero di poli 2  
 Fasi 3~  
 Potenza nominale 2,4 kW  
 Corrente nominale 4,8 A  
 Corrente di spunto 29 A  
 Velocità nominale 2845 1/min

Fattore di potenza  
 1/1 Load 0,91  
 3/4 Load 0,87  
 1/2 Load 0,79  
 Rendimento motore  
 1/1 Load 80,0 %  
 3/4 Load 82,0 %  
 1/2 Load 81,0 %

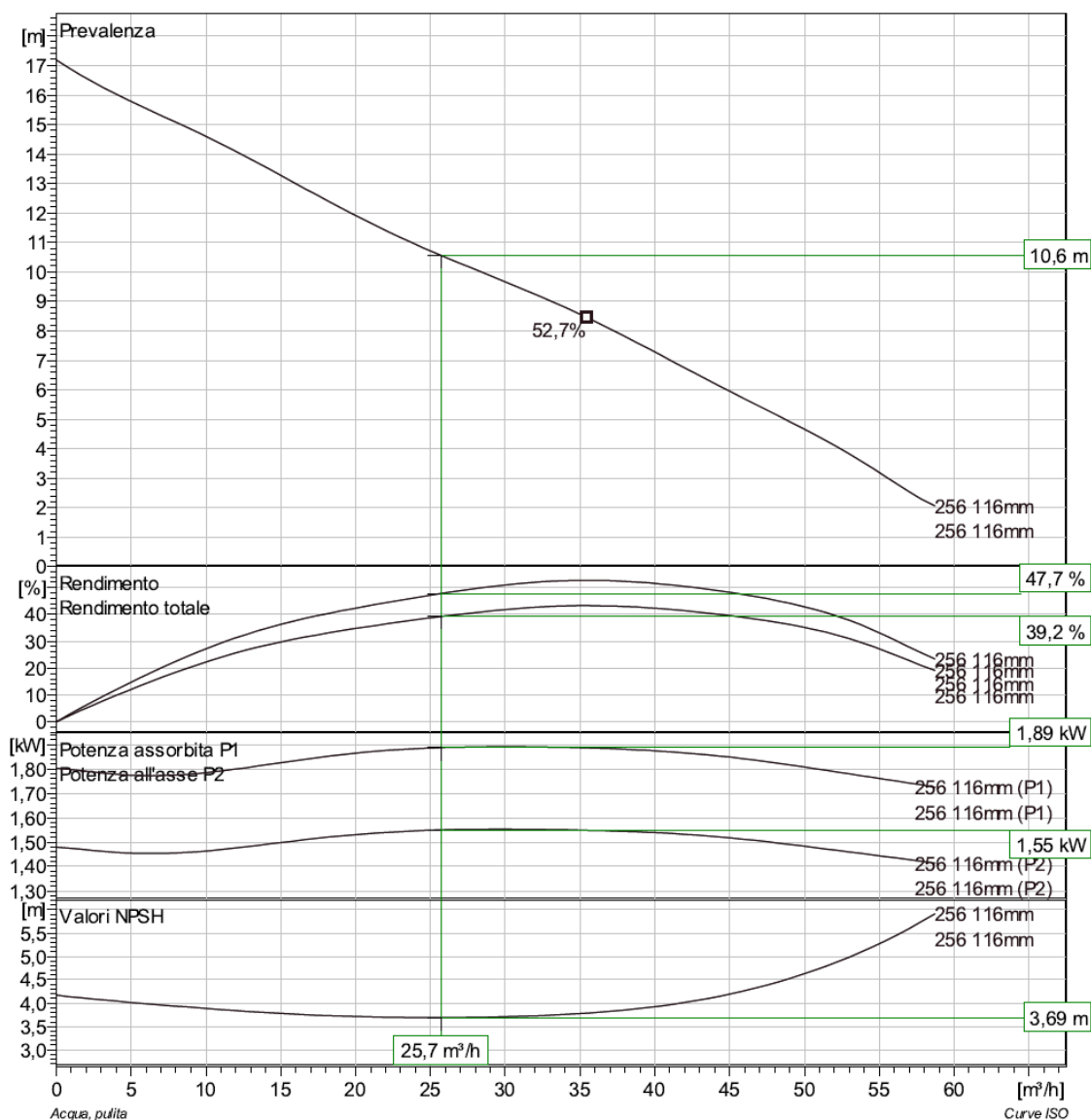
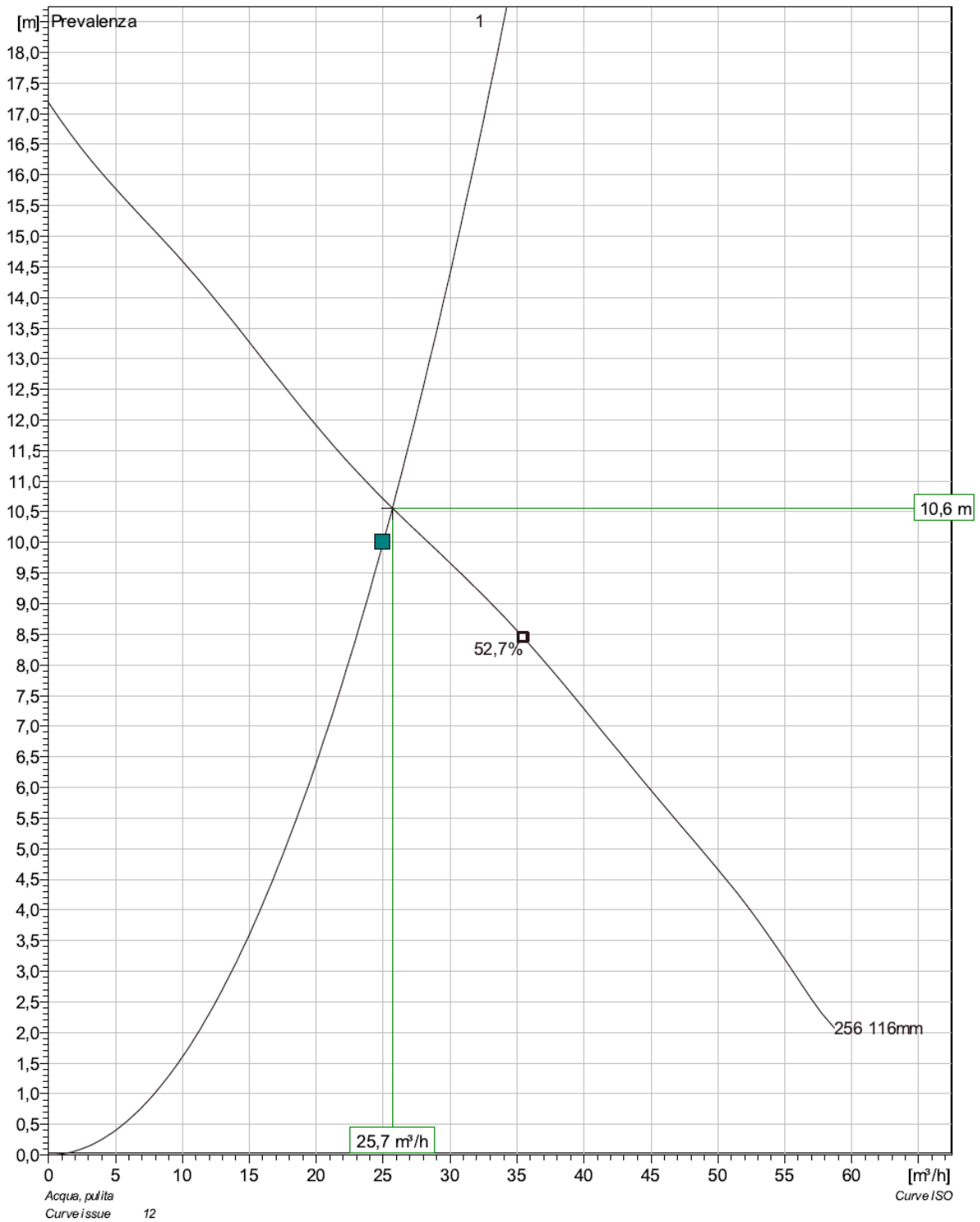


Figura 27 – Caratteristiche Pompa

## Analisi punto di lavoro



Pumps running /System	Individual pump			Total					NPSH <sub>re</sub>
	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Pump eff.	Specific energy	
1	25,7 m³/h	10,6 m	1,55 kW	25,7 m³/h	10,6 m	1,55 kW	47,7 %	7,35E-5 kWh/l	3,69 m

Figura 28 – analisi punto di lavoro pompa

## Curva VFD

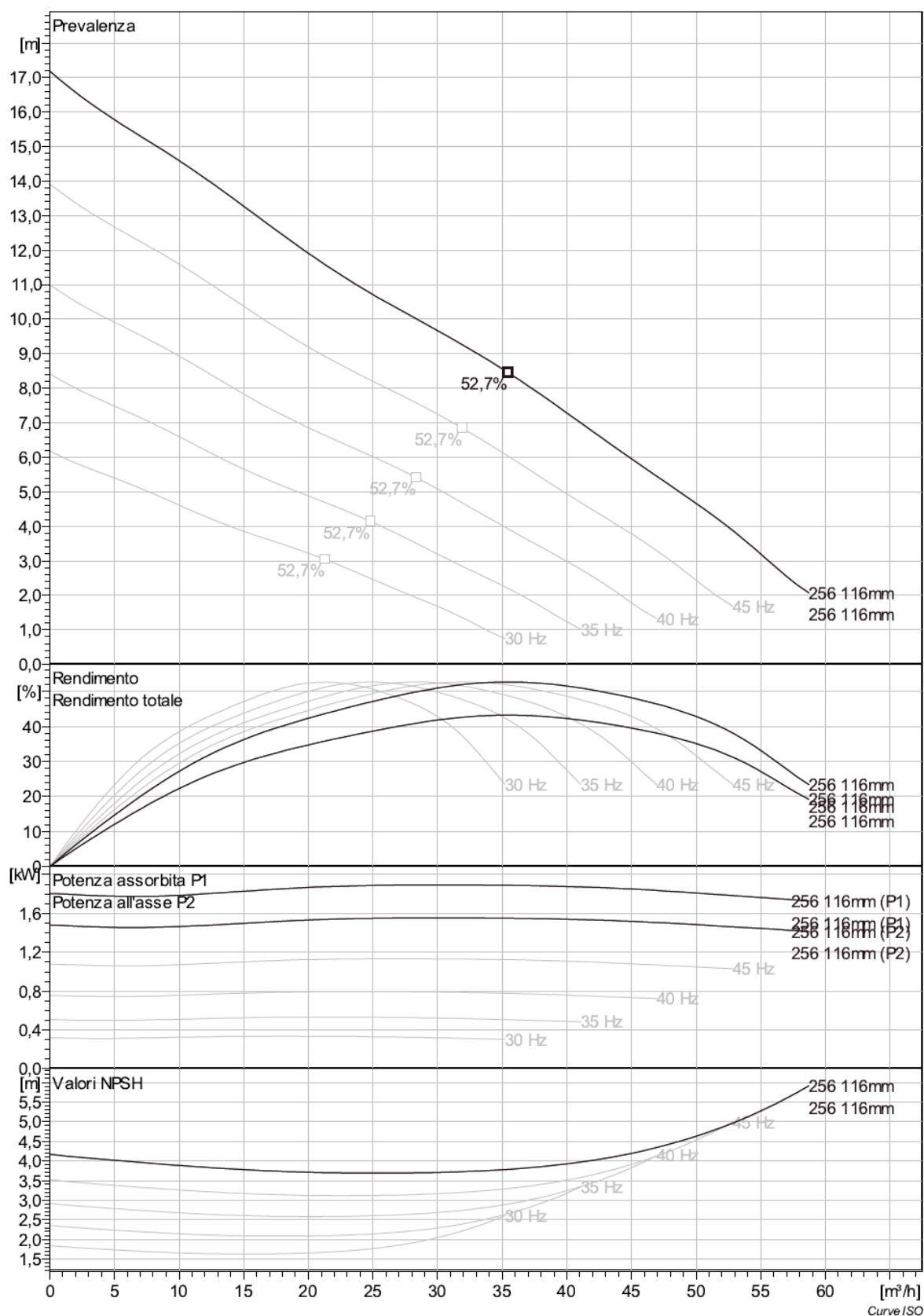
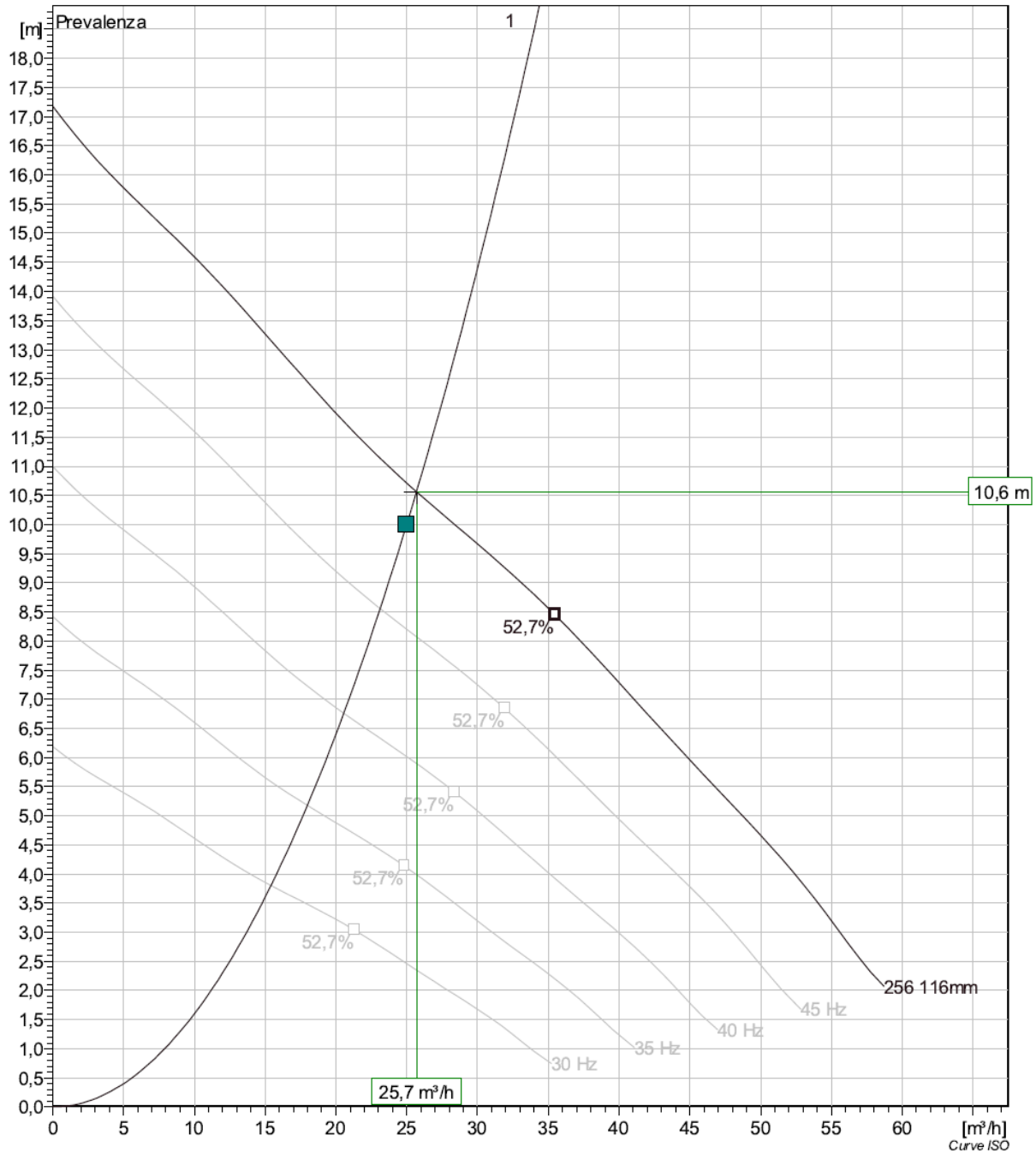


Figura 29 – Analisi sotto convertitore di Frequenza

## Analisi VFD



Pumps running /System	Frequency	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Hyd. eff.	Specific energy	NPSHre
1	50 Hz	25,7 m³/h	10,6 m	1,55 kW	25,7 m³/h	10,6 m	1,55 kW	47,7 %	7,35E-5 kWh/l	3,69 m
1	45 Hz	23,1 m³/h	8,56 m	1,13 kW	23,1 m³/h	8,56 m	1,13 kW	47,7 %	6,04E-5 kWh/l	3,12 m
1	40 Hz	20,6 m³/h	6,76 m	0,794 kW	20,6 m³/h	6,76 m	0,794 kW	47,7 %	4,97E-5 kWh/l	2,58 m
1	35 Hz	18 m³/h	5,18 m	0,532 kW	18 m³/h	5,18 m	0,532 kW	47,7 %	4,11E-5 kWh/l	2,09 m
1	30 Hz	15,4 m³/h	3,8 m	0,335 kW	15,4 m³/h	3,8 m	0,335 kW	47,7 %	3,46E-5 kWh/l	1,63 m

Figura 30 – Analisi sotto convertitore di Frequenza



## Dimensional drawing

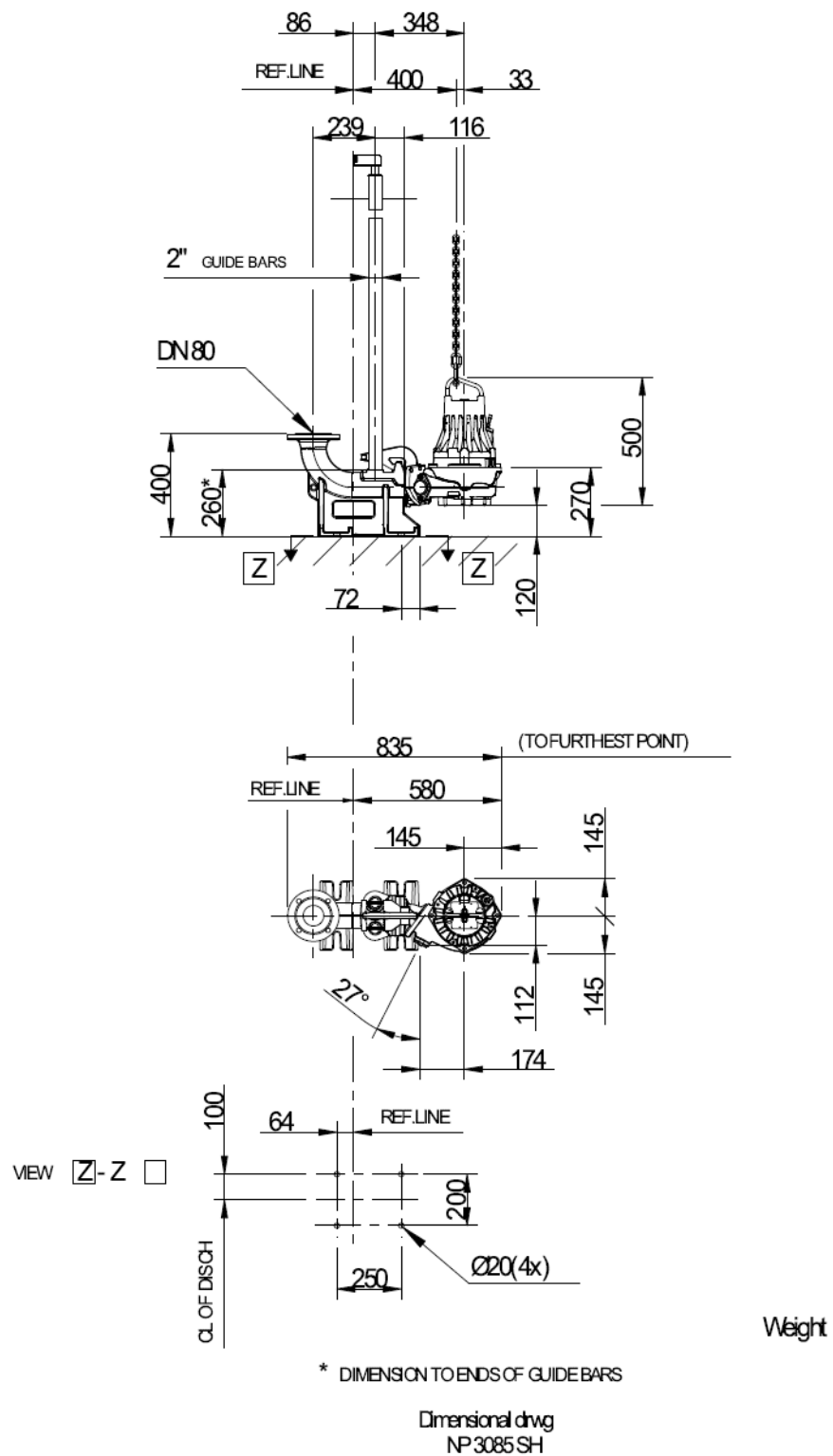


Figura 31 – Ingombri dimensionali

## DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI POMPAGGIO – VASCA ESISTENTE – DEPURATORE

### Calcolo delle perdite di carico

Allo stato attuale, il gestore riferisce che sono presenti due condotte, una in alternativa all'altra, in Polietilene PN16 PE100 diametro 75mm che dalla vasca di sollevamento arrivano al depuratore le portate considerate variano da 4 mc/h a 7 mc/h.

Di seguito si riporta la verifica delle perdite di carico, concentrate e distribuite lungo la condotta premente esistente in polietilene ad alta densità DE 75 PN16 – SDR 11:

CONDOTTA 3 – VASCA ESISTENTE A DEPURATORE		
Qmax	7,00	m3/h
Condotta	Tubi con incrostazioni e depositi	
PERDITE DISTRIBUITE		
L	540	m
Q	7	m3/h
D	0,061	m
A	0,0029	m2
V	0,6653	m/s
e	0,8	mm
I	0,0416	
Re	3,56E+04	
Re*	339,94	
J	0,015387	m/m
DH=J*L	8,3090	m
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE		
Imbocco	1	
Sbocco	1	
Curve 90°	10	
Curve 45°	0	
Valvole	0	
Elementi a T	0	
Altro	0	
Altro	0	
	0,3122	m
PREVALENZA GEODETICA		
	90	m
PERDITE DI CARICO TOTALI		
	98,4083	m

Tabella 12 – Calcolo perdite di carico condotta 3

### Verifica dimensionale delle tubazioni

Le tubazioni presenti sono una in alternativa all'altra a causa dei continui intasamenti e le portate che vi transitano variano dai 4 mc/h ai 7 mc/h.

Gli intasamenti sono causati da due fattori: il ridotto diametro della tubazione e le basse velocità in transito inferiori a 0,7 m/s. Nello specifico per la portata minima si attestano a 0,38 m/s e per quella massima a 0,66 m/s.

## Elettromeccanica installata – Sistema di Pompaggio

Per effettuare il revamping della vasca e il recupero dell'intero volume di stoccaggio è necessario installare un sistema di pompaggio composto da una pompa sommersa con girante semiaperta con tritatore e una alloggiata esternamente. L'intero sistema riesce a garantire un pescaggio più profondo con una prevalenza adeguata al caso di studio.

### Pompa

DN mandata	50 mm
Suction Flange Diameter	50 mm
Impeller diameter	222 mm
Number of blades	6

### Motor

Motore #	M3127.890 21-11-2AL-W 10.9KW
Variante statore	40
Frequenza	50 Hz
Rated voltage	400 V
Numero di poli	2
Fasi	3~
Potenza nominale	10,9 kW
Corrente nominale	22 A
Corrente di spunto	146 A
Velocità nominale	2875 1/min

Fattore di potenza	
1/1 Load	0,84
3/4 Load	0,80
1/2 Load	0,70
Rendimento motore	
1/1 Load	85,3 %
3/4 Load	86,8 %
1/2 Load	86,8 %

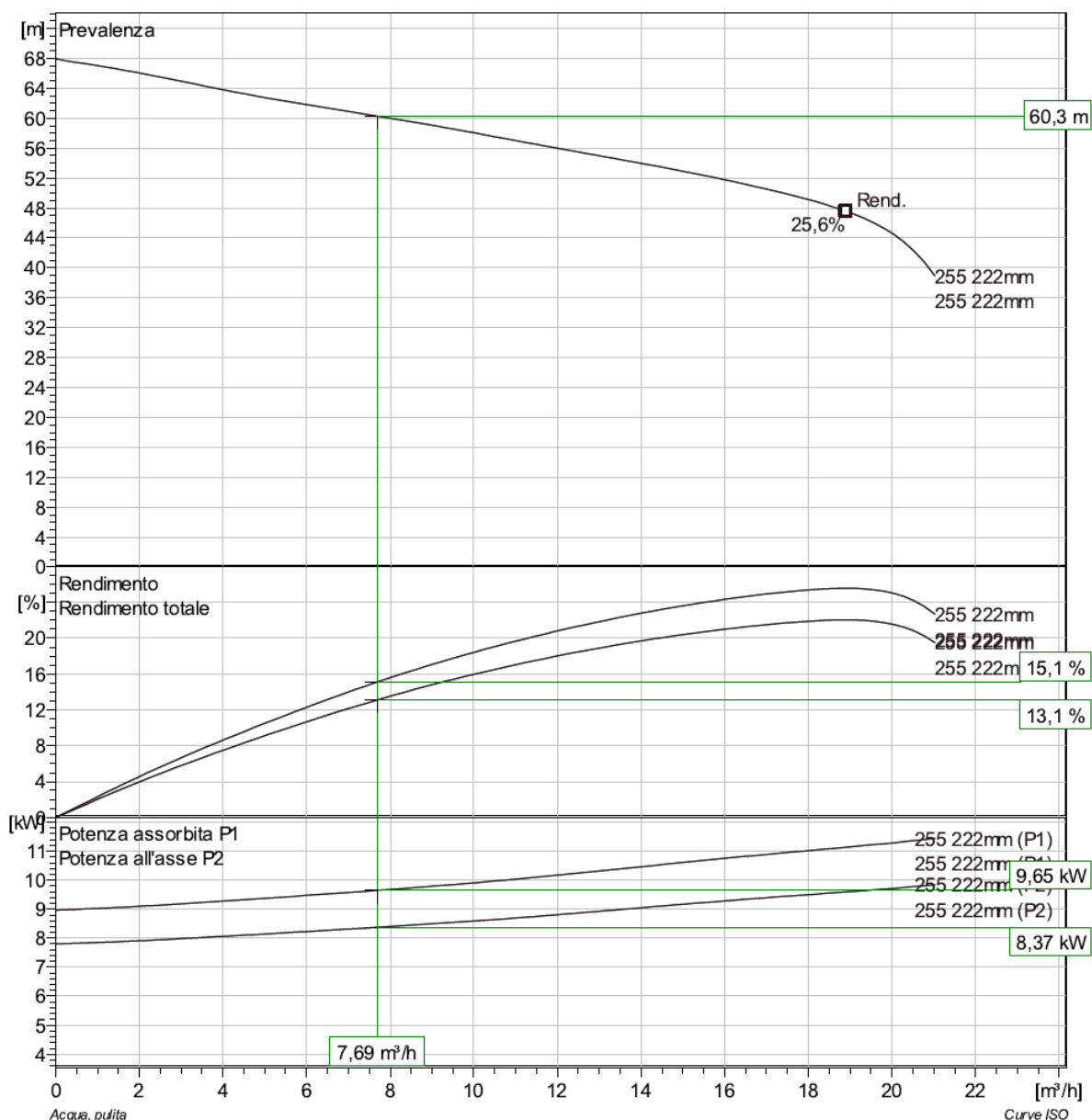


Figura 32 – Caratteristiche pompa sommersa

## Analisi punto di lavoro

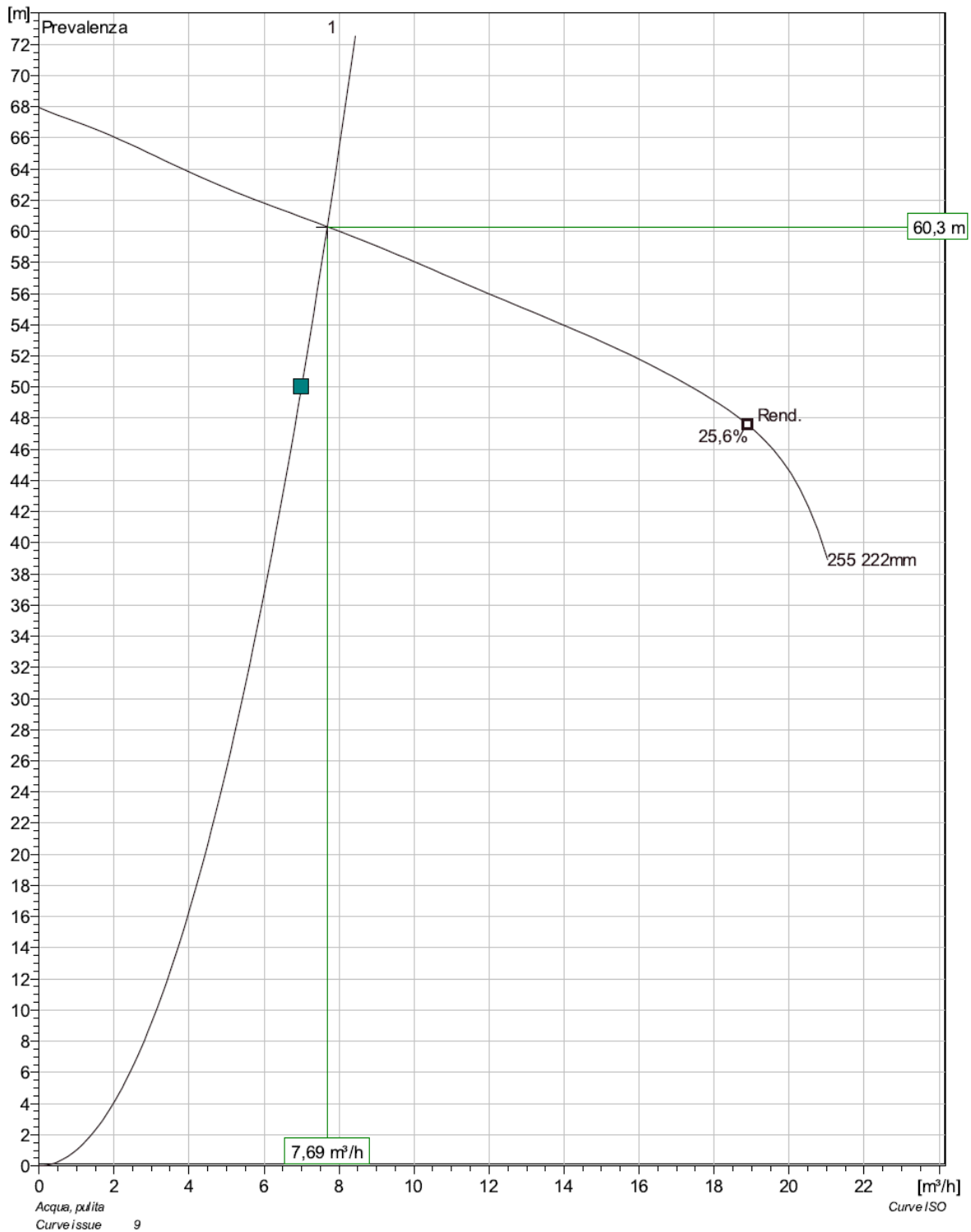


Figura 33 – Pompa sommersa – Punto di Lavoro

## Curva VFD

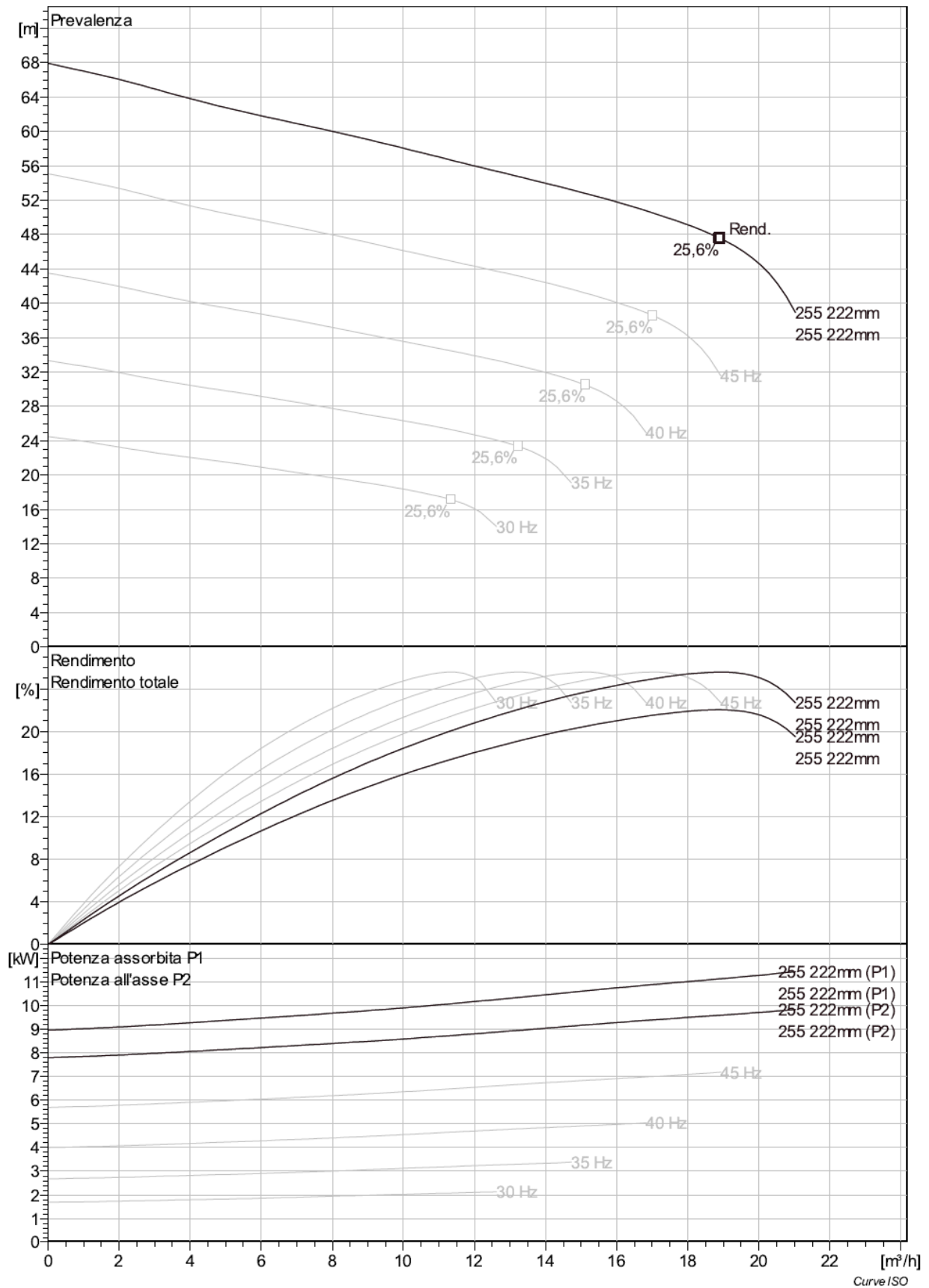
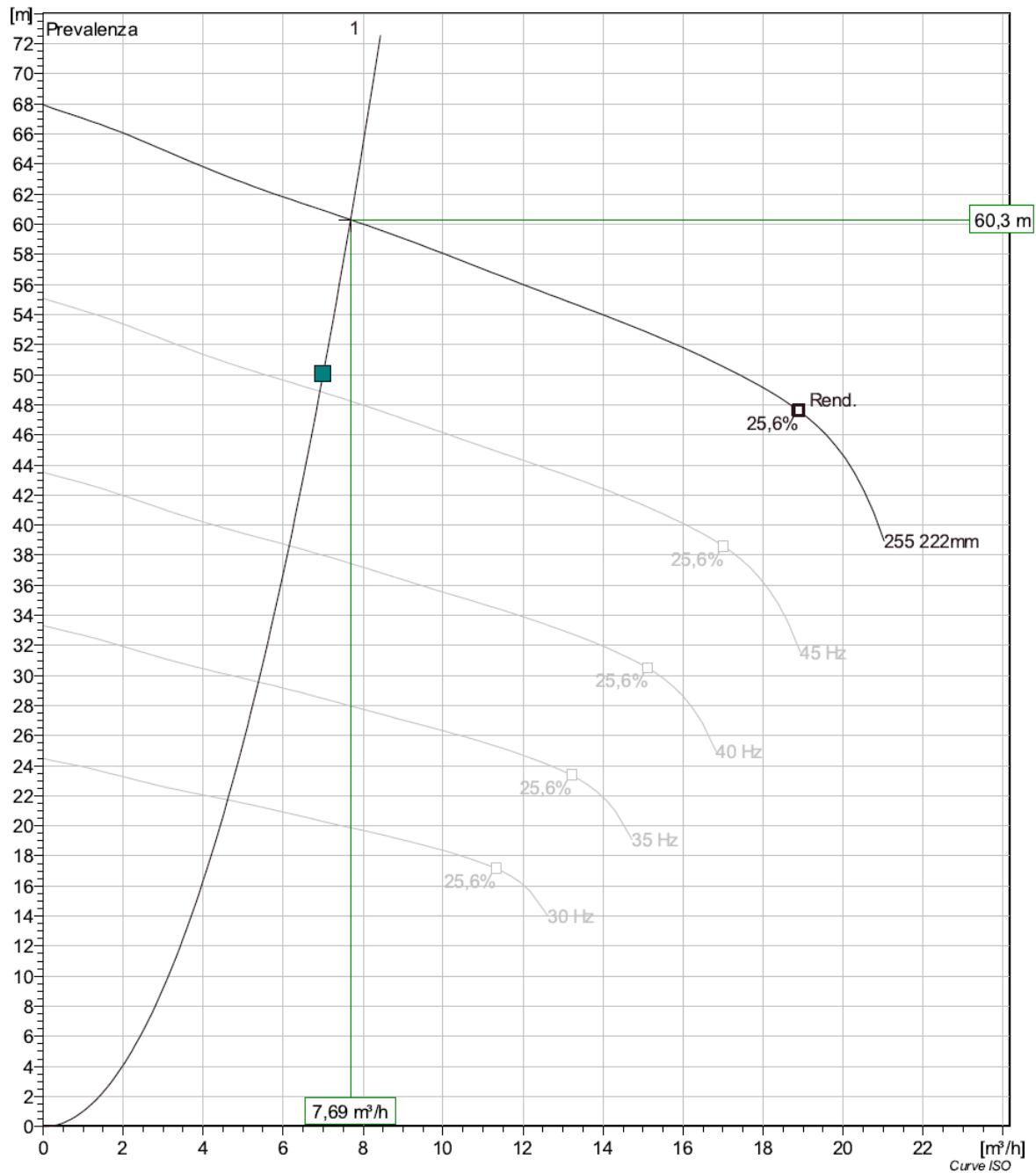


Figura 34 – Pompa sommersa – Funzionamento sotto convertitore di frequenza

## Analisi VFD



Pumps running /System	Frequency	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Hyd eff.	Specific energy	NPSHre
1	50 Hz	7,69 m³/h	60,3 m	8,37 kW	7,69 m³/h	60,3 m	8,37 kW	15,1 %	0,00125 kWh/l	
1	44,7 Hz	6,92 m³/h	48,9 m	6,11 kW	6,92 m³/h	48,9 m	6,11 kW	15,1 %	0,00102 kWh/l	
1	39,8 Hz	6,15 m³/h	38,6 m	4,29 kW	6,15 m³/h	38,6 m	4,29 kW	15,1 %	0,000815 kWh/l	
1	34,8 Hz	5,38 m³/h	29,6 m	2,88 kW	5,38 m³/h	29,6 m	2,88 kW	15,1 %	0,000649 kWh/l	
1	29,8 Hz	4,61 m³/h	21,7 m	1,81 kW	4,61 m³/h	21,7 m	1,81 kW	15,1 %	0,000517 kWh/l	

Figura 35 – Pompa sommersa – Analisi lavoro a diverse frequenze



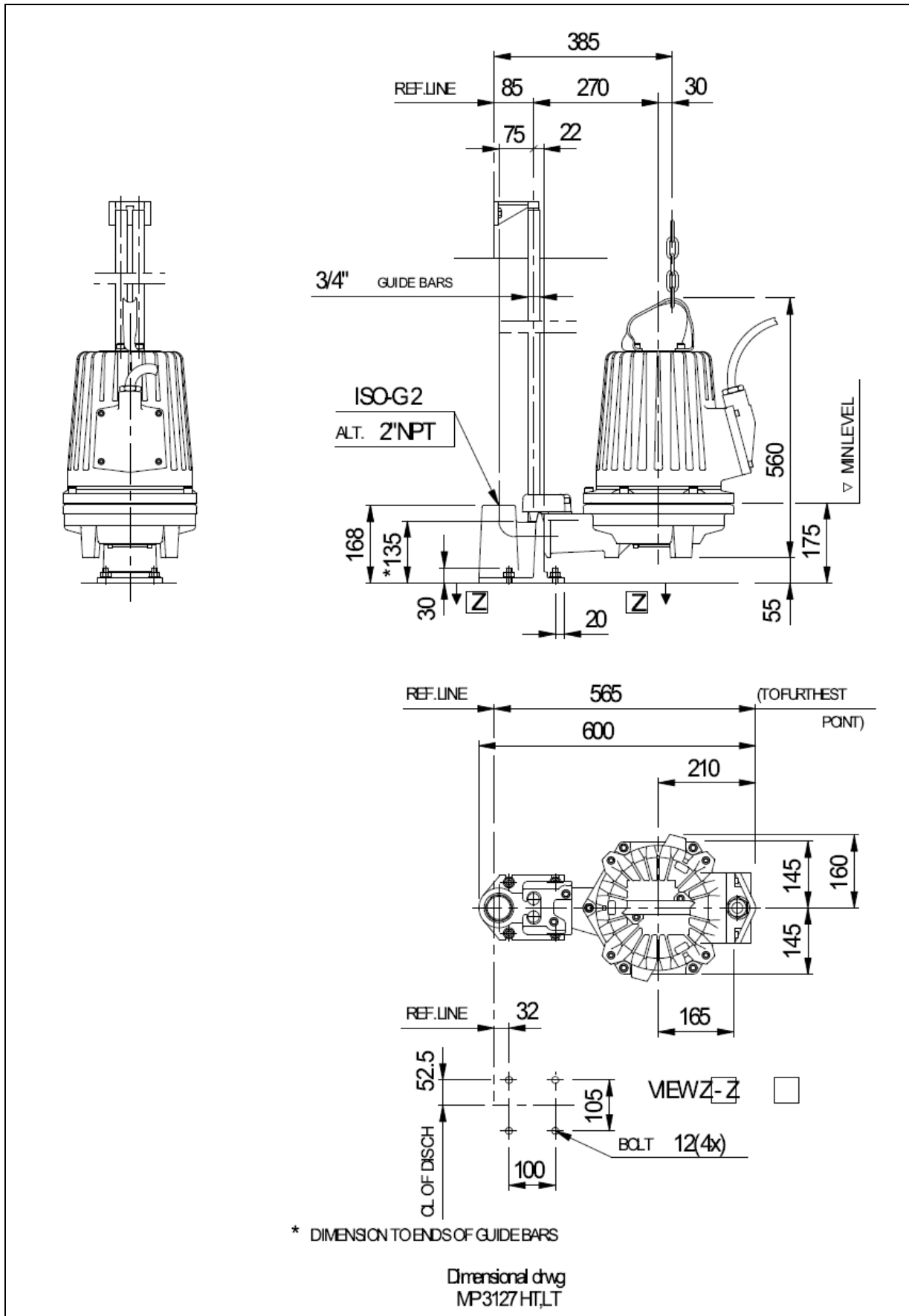


Figura 36 – Pompa sommersa – Disegni Dimensionali

Caratteristiche di funzionamento						
1	Tipo installazione		Pompa singola		Fluido pompato	Acqua, pura
2	N° pompe / Riserva		1 / 0		Operating temperature nom. temp. °C	4
3	Nominal flow		m³/h	7	PH value at nom. temp.	7
4	Nominal head		m	40	Density at nom. temp.	kg/m³ 1000
5	Static head		m	0	Kin. viscosity at t A	mm²/s 1,569
6	Inlet pressure		kPa	9,8	Steam pressure at nom. temp.	kPa 0,83
7	Temperatura ambiente		°C	4	Parti solide	0
8	Required NPSH		m	0	Altitude	m 1000
Dati pompa						
9	Nome pompa		SHOE 40-160/55		Diametro girante	Max. mm 160
10	Design		Electrical surface pump			designed mm 160
11	Marca		Lowara			Min. mm 160
12	N° giri		1/min	2900	Portata	Nominale m³/h 6,9 ( 6,9 )
13	Numero di stadi		1			Max- m³/h 34
14	Bocca di aspirazione		DN 65 / PN 12			Min- m³/h
15	Mandata		DN 40 / PN 12		Prevalenza	Nominale m 38,7
16	Max. casing pressure		kPa			at Qmax m 33
17	Max pressione di esercizio		kPa	389,9		at Qmin m 38,7
18	Tipo di girante				Potenza assorbita	kW ( )
19	Tipo girante				Max. potenza all'albero	kW 5,8
20	Prevalenza H (Q=0)		m	39	Rendimento	%
21	Peso		kg	49	NPSH 3%	m
Materiali						
22	Pompa			Tenuta meccanica		
23	Corpo pompa		Stainless steel/AISI 316L		Single seal	Roten
24	Girante		Stainless steel/ASTM CF8M		SHOE - uniten	
25	Disco portatenuta		Stainless steel/ASTM CF8M		Rotating Assembly	Q1-Silicon carbide
26	Shaft extension		Stainless steel/AISI 316		Fixed Assembly	Q1-Silicon carbide
27	Rigid shaft coupling		Stainless steel/AISI 316		Elastomers	V-FKM (FPM)
28	Impeller locknut and washer		Stainless steel/AISI 316L		Springs	G-AISI 316
29	Tab		Stainless steel/AISI 316L		Other Components	G-AISI 316
30	Fill/drain plugs		Stainless steel/AISI 316			
31	Elastomeri		FPM (standard version)			
32	Adapter		Cast iron/ASTM Class 35			
33	Pump body fastening bold & screws		Acciaio Zincato			
34						
35						
37						
36						
38						
Dati motore				Giunto		
39	Produttore		Lowara	Tensione elettrica	400 V	Produttore
40	Progettazione dedicata a fase IE2 motors (high efficiency)			Serie		
41	Tipo		PLM112B14S2/355	Corrente elettrica	10,4 A	Tipo
42	Pot. Nom.		5,5 kW	Grado di protezione	IP 55	Dimensioni telaio
43	Velocità		2900 1/min	Classe di isolamento	F	Lunghezza distanza motore
44	Dimensioni telaio		112	Color	RAL 5010	Contrappeso kg
45	Contrappeso		38 kg			Protezione giunto
Base plate				Note:		
46	Nome					
47	Contrappeso		kg			

Figura 37 – Pompa Esterna – Caratteristiche di Funzionamento

Le prestazioni valgono con il seguente fluido:  
 Acqua, pura [100%] ; 4°C; 1000kg/m<sup>3</sup>; 1,57mm<sup>2</sup>/s  
 Prestazioni secondo ISO 9906 - Annesso A

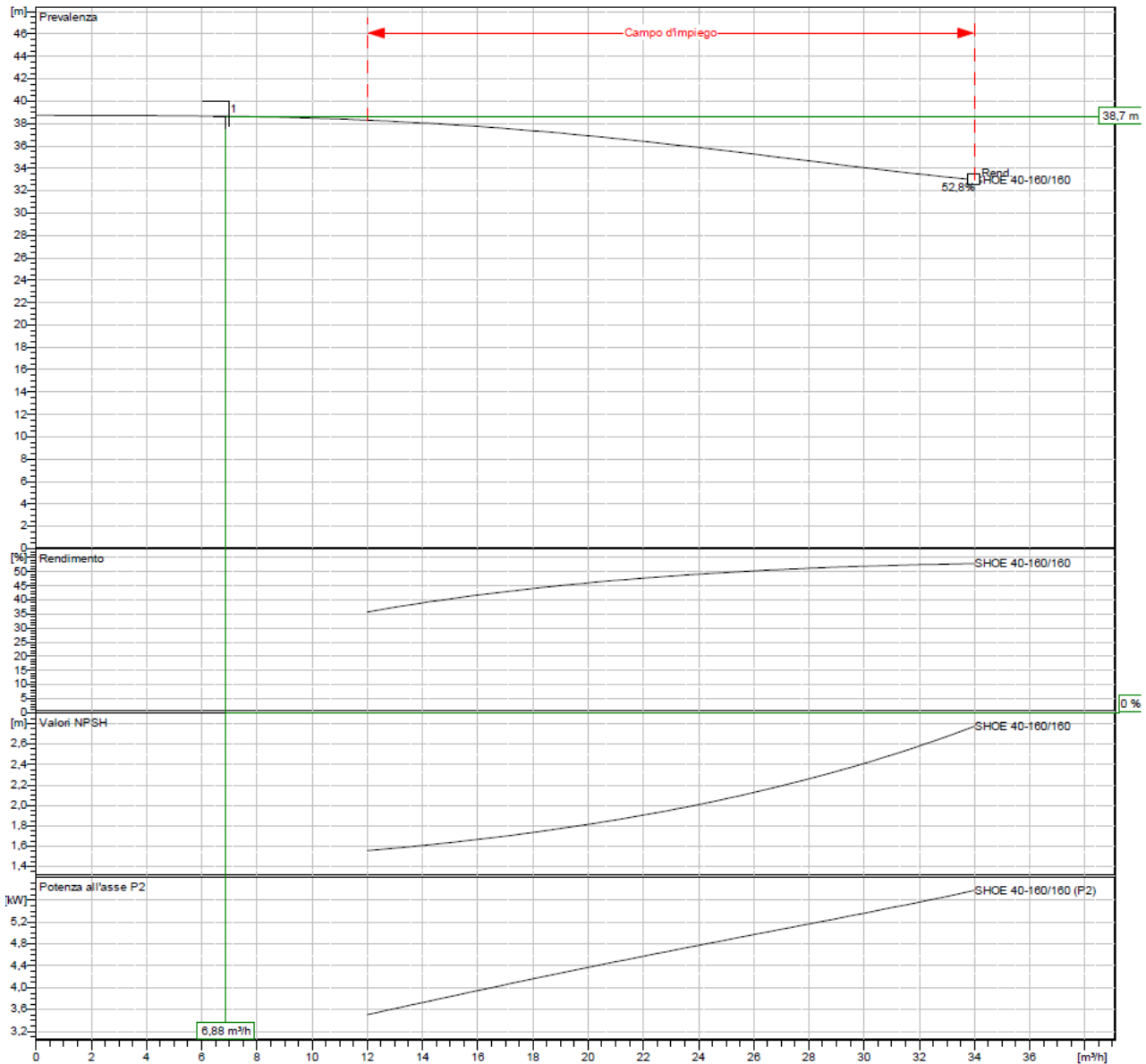
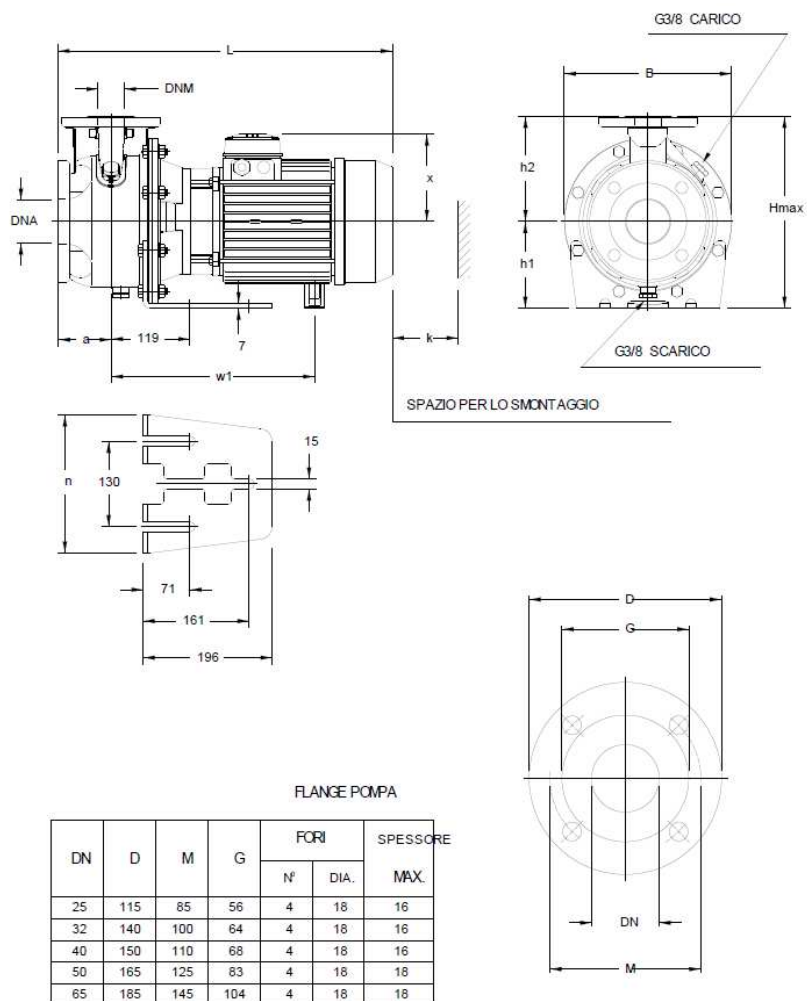


Figura 38 – Pompa Esterna – Punto di Lavoro

**Ingombri**

a	80	n	210			Lato aspirazione DN 65 / PN 12
B	254	x	168			
DNA	65					Lato mandata DN 40 / PN 12
DNM	40					
h1	132					
h2	160					
Hmax	300					
k	100					Peso 49kg
L	553					



**Figura 39 – Pompa Esterna – Disegni Dimensionali**

## REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA VASCA DI DECONTAZIONE PERCOLATO

In adiacenza alla vasca di sollevamento esistente, verrà realizzato un basamento in calcestruzzo armato e verrà posizionata una vasca di decantazione prefabbricata tricamerale. La vasca è adibita alla sedimentazione e decantazione dei solidi e la sua struttura permette anche la rimozione degli oli e dei flottanti.

Il gestore ha comunicato che il flusso massimo afferente la vasca di decantazione in punta è pari 20 mc/h, questo dato sarà considerato come portata massima moltiplicato per un fattore di sicurezza pari a 1,5.

Per maggiori approfondimenti si rimanda all'elaborato grafico Allegato 4B.

I dati a base progetto sono i seguenti:

- Installazione interrata
- Installazione: in assenza di falda freatica, acque sorgive e acque di ristagno o ruscellamento.
- Contenimento refluo con ph acido/basico
- Coperture carrabili

Il manufatto prefabbricato consiste in un separatore statico tricamerale monoblocco prefabbricato in c.a. con dimensioni esterne vasca pari a cm 250 x 200 x (h=250) dal peso di 7,5 tonnellate.

Il volume totale vasca è di 6.000 litri e riesce a trattare una portata massima di 10 l/s in via cautelativa.

Internamente è composto da:

- n. 2 manicotti + raccordi a Tee in PVC per collegamento tubazioni ingresso;
- n. 1 manicotto + raccordi a Tee in PVC per collegamento tubazione scarico;
- n.ro 2 setti divisori per realizzazione n.ro 3 camere interne di trattamento;

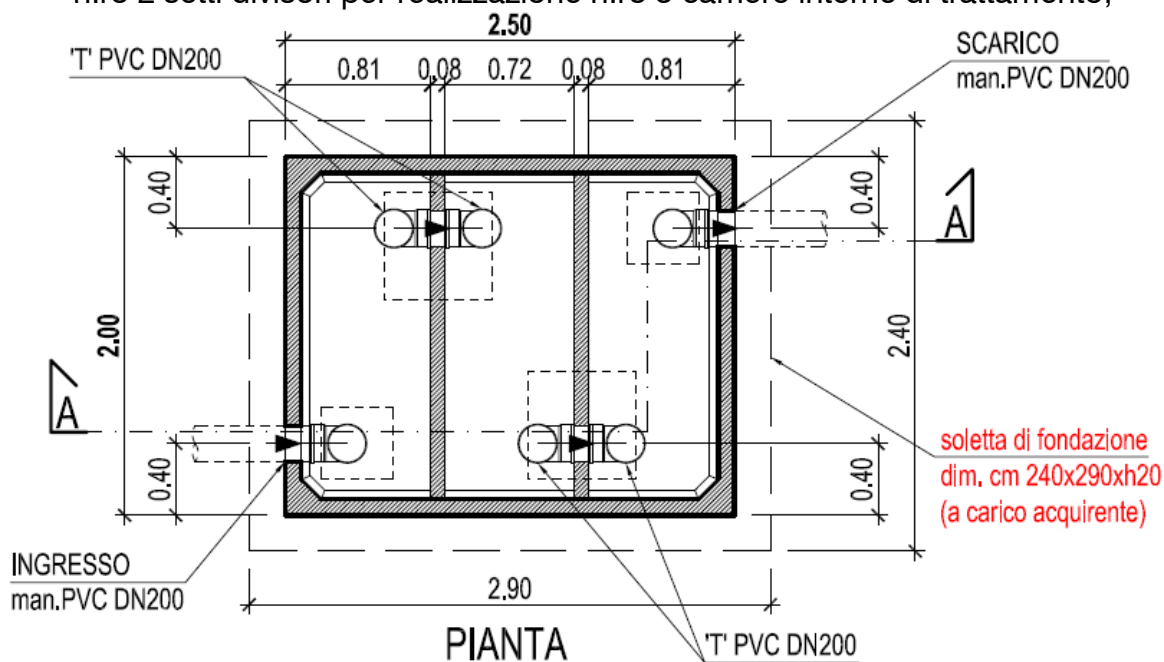


Figura 40 – Vasca di decantazione prefabbricata – Tipologico

Internamente è presente un rivestimento protettivo antiacido antibasico su pareti e fondo vasca realizzato a mezzo stesura a due mani di primer di barriera (spinta idraulica negativa, tipo epossicementizio tricomponente multifunzione, tipo Basf Master Seal P385 o prodotto simile).

Un successivo rivestimento consiste in una stesura (2 mani) di vernice bicomponente a base di resine epossipoliuretano altamente coprenti in grado di resistere anche all'azione aggressiva procurata da acidi, basi, sali, oli, idrocarburi, solventi ed all'azione del gelo, tipo basf master seal m808 o prodotto simile.

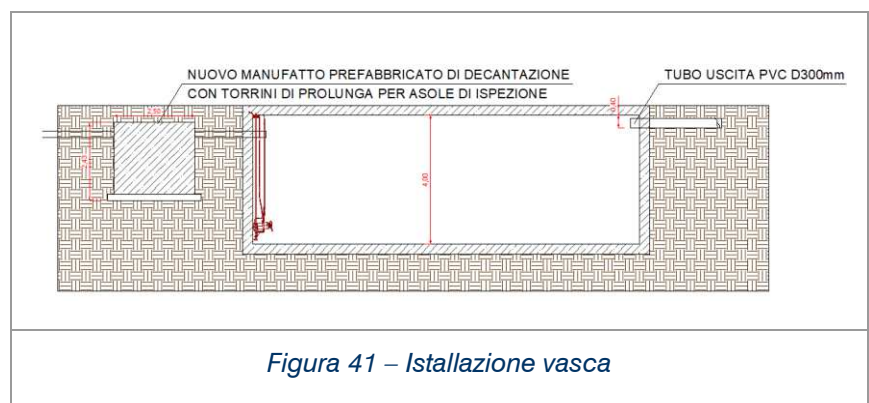
Esternamente è presente una copertura carrabile per traffico pesante (carichi stradali 1a categoria) in monoblocco prefabbricata in calcestruzzo armato di dimensioni esterne pari a cm 250 x 200 x (spessore=20) del peso di 2,2 tonnellate completa di asole di ispezione. Tutti gli elementi prefabbricati (vasca e copertura) sono dotati di armature interne d'acciaio ad aderenza migliorata e rete elettrosaldata tipo B450C controllate in stabilimento, con superfici esterne ed interne finitura faccia a vista a totale eliminazione di porosità e nidi di ghiaia e rinforzate con costoloni verticali e puntoni/tiranti interni in acciaio inox AISI 304, il tutto conforme D.M. 14.01.2008, aventi le seguenti caratteristiche:

- calcestruzzo autocompattante SCC (Self Compacting Concrete), confezionato con cemento portland conforme a UNI EN 197-1, con aggiunta di minerali tipo I – carbonato di calcio filler ventilato ed inerti conformi a UNI EN 12620,
- resistenza a compressione C50/60 ( $R_{ck} \geq 600 \text{ Kg/cm}^2$ ),
- copriferro  $\geq 40 \text{ mm}$ ,
- classe di spandimento SF2,
- classi di esposizione XC4 (cls resistente alla corrosione da carbonatazione),
- classi di esposizione XS2/XD2 (cls resistente alla corrosione da cloruri),
- classi di esposizione XF1 (cls resistente all'attacco del gelo/disgelo)
- classi di esposizione XA2 (cls resistente ad ambienti chimici aggressivi) conformi norma UNI EN 206,

Tutte le pareti esterne della vasca hanno un rivestimento protettivo realizzato a mezzo stesura di pittura elastica colore grigio.

### *Installazione in impianto*

La vasca prefabbricata sarà installata in testa al sollevamento esistente e completamente interrata. Sarà intercettato il tubo esistente e garantito il corretto deflusso del percolato fino al sollevamento attraverso il decantatore tricamerale.



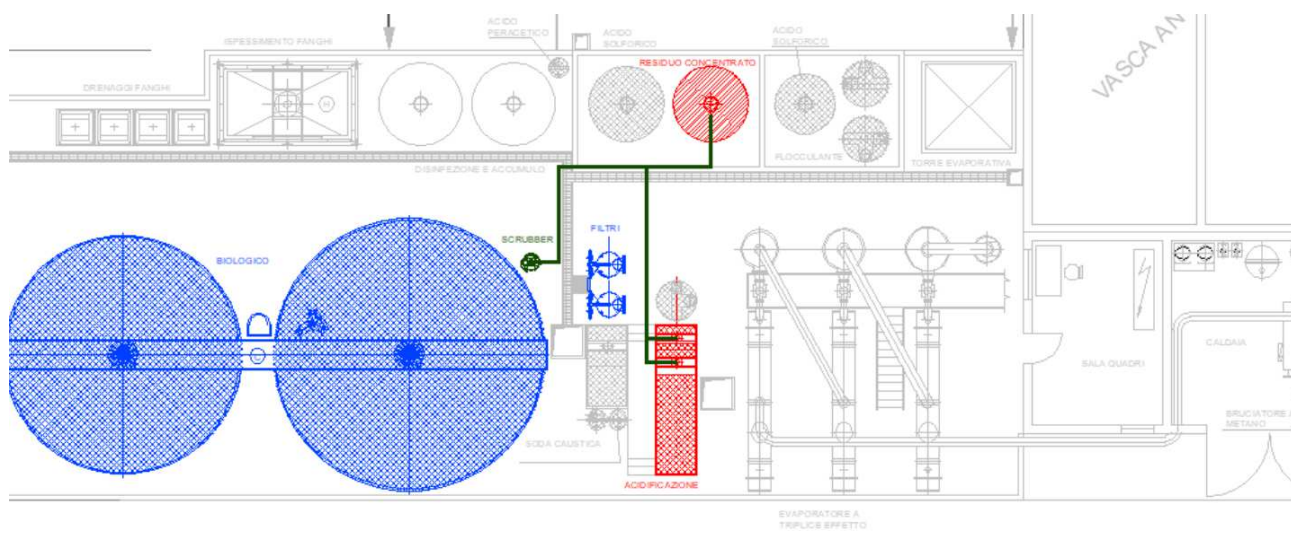


## INTERVENTO 2 – STATO DI PROGETTO

L'intervento situato nell'area 2 consiste nell'installazione di un sistema di deodorizzazione per le componenti maleodoranti. Saranno captati gli sfiati sia della vasca di acidificazione sia dello stoccaggio e percolato. Le vasche, seppur di piccole dimensioni, avranno così pressione negativa grazie all'aspirazione di progetto.

Sulle mandate saranno inseriti dei pezzi speciali (pezzi a T e valvole) che collegheranno gli sfiati al ventilatore centrifugo e al filtro.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato grafico Allegato 2B.



*Figura 42 – Planimetria stato di Progetto Intervento 2*

## *Elettromeccanica Installata – Impianto di Deodorizzazione*

Il principio di funzionamento è il seguente:

- L'aria da trattare deve essere canalizzata per passare attraverso substrati assorbenti composti da zeolite e gel triturato.
- Passando attraverso i substrati l'aria ne esce depurata e deodorizzata.

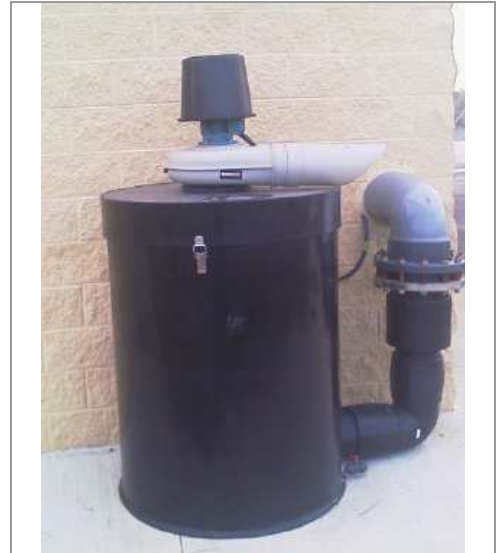
Il sistema è composto da un Dry Scrubber con una portata di 30 Nmc/h di geometria cilindrica ad asse verticale con coperchio smontabile.

Le dimensioni sono altezza mm 758 e diametro mm 516 e il materiale del corpo è in polipropilene di spessore mm 10.

Lo scarico condensa avviene con una valvola di intercettazione in PVC.

Verranno convogliate le tubazione ad un ventilatore centrifugo direttamente accoppiato, con una girante e chiocciola in materiale plastico anticorrosione avente caratteristiche di:

- Pressione statica 120 mmH<sub>2</sub>O
- Ventilatore tipo PAS 252 con motore trifase kW 0.37
- 2p B5 - v.400/60 Hz
- Giri 3420



*Figura 42 – Tipologico Scrubber*

Il funzionamento prevede il passaggio dell'aria aspirata attraverso plenum (parte inferiore del filtro) denominata pre-filtro. All'interno di questa sezione, dotata di valvola di spurgo manuale, vi sono degli anelli di polipropilene che servono a trattenere le condense ed eventuali materie grasse che altrimenti danneggerebbero il media filtrante.

L'aria poi attraversa il media filtrante che è studiato per consentire il corretto tempo di ritenzione. Il mix di media filtrante è costituito da zeolite e gel triturato, un potente complesso neutralizzante ad altissima permanenza in grado di inibire qualsiasi tipo di forte disturbo olfattivo, che libera l'agente inibitore secondo una lenta ma costante cinetica. Tale sublimazione garantisce un trattamento omogeneo per molti giorni (80/90 circa), per un funzionamento continuo ventiquattro ore al giorno.

Il letto filtrante è costituito da un mix di media che si degrada progressivamente. La sua durata è fortemente influenzata dalle ore di esercizio e dalla concentrazione dei gas inquinanti da abbattere.

La carica filtrante, così come dimensionata, ha una durata stimata di circa tre mesi e la manutenzione si limita a un normale controllo del sistema e alla sostituzione della carica filtrante quando esaurita.

## INTERVENTI DI OTTIMIZZAZIONE DI PROCESSO

In questo capitolo si descriverà la linea guida da seguire nelle successive fasi progettuali per ottimizzare il processo di depurazione delle condense a valle dell'evaporatore.

### Reattore biologico discontinuo SBR

Il comparto biologico consiste in due reattori SBR (Sequencing batch reactors o Reattori a fanghi attivi con funzionamento a ciclo discontinuo) che sono sistemi di trattamento a flusso discontinuo in grado di incorporare le diverse fasi di trattamento in un unico bacino; non si sviluppano nello spazio come i sistemi a fanghi attivi tradizionali, in cui il flusso passa da una vasca alla successiva, ma sono sistemi orientati nel tempo che permettono variazioni del flusso e del volume della vasca in accordo con le diverse strategie operative.

Il ciclo di trattamento del reattore SBR è suddiviso in quattro distinti periodi temporali, cui corrispondono diverse fasi del processo: Alimentazione, Reazione, Sedimentazione e Scarico. Durante la fase di Alimentazione (fase 1), l'influente è inviato al reattore, dove si miscela con la biomassa residua dal precedente ciclo. Poi avviene la fase di Reazione (fase 2) con l'alternanza di condizioni anaerobiche, anossiche e aerate, operando opportunamente sul sistema di aerazione e miscelazione. Terminata tale fase, inizia la fase di sedimentazione (fase 3), che si realizza disattivando i sistemi di aerazione miscelazione, per cui la situazione di quiete all'interno della vasca di ossidazione determina la precipitazione dei fanghi attivi sul fondo della vasca lasciando in superficie l'acqua depurata.

Al termine della sedimentazione si procede allo scarico del liquame chiarificato (fase 4).

Il meccanismo di scarico della vasca è uno dei punti più delicati dell'impianto, in quanto è necessario garantire la buona qualità dell'effluente evitando lo scarico di biomassa o il trascinamento di solidi sospesi.

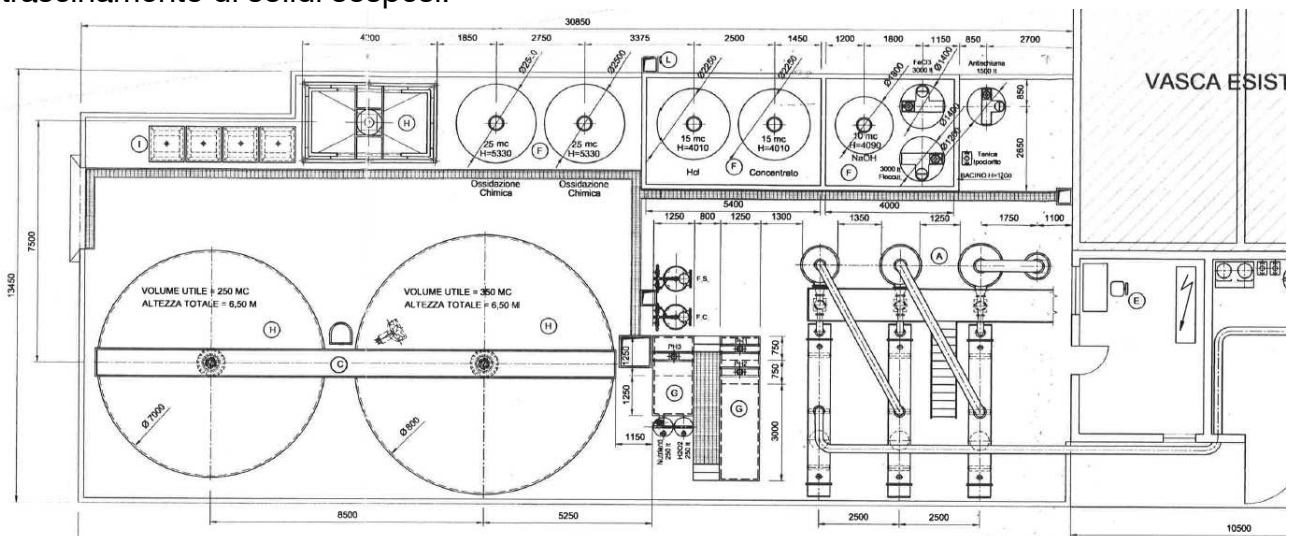
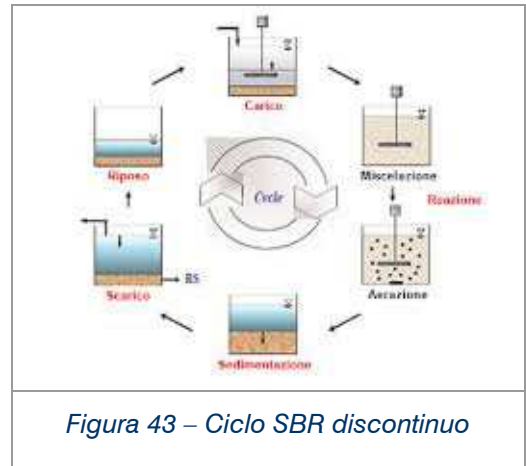


Figura 44 – Planimetria con volumetrie di processo e ingombri

## Analisi delle caratteristiche chimico fisiche delle acque di processobiologico

Per avere un quadro complessivo analitico del funzionamento dei due stadi di reazione, sono stati rielaborati i dati forniti dal gestore per i periodi riguardanti dicembre 2017 e gennaio 2018 riferiti ai reflui **in ingresso al reattore biologico**. Per lo studio sull'efficienza dell'intero impianto si rimanda alla **Tabella 4 della presente relazione**. Considerata l'eterogeneità del percolato ingresso, la caratterizzazione chimico-fisica di questi due mesi può essere inquadrata dal punto di vista dello studio dei rendimenti biologici sull'evaporato proveniente da percolato in questo periodo in fase di trattamento. In questa analisi verrà considerata l'efficienza locale unicamente del reattore biologico.



*Figura 45 – Vista da Satellite  
Impianto*

ANALISI BIOLOGICO	Ingresso	Uscita Primo Stadio			Uscita Secondo Stadio		
	N-NH4-in	N-NH4-out	N-NO2-out	N-NO3-out	N-NH4-out	N-NO2-out	N-NO3-out
1/12	30	4		2,9	0	0	11,5
2/12	20	1	0,8	2,2	0	0	7,2
3/12							
4/12	15	0,5	0	0	0	0	3,6
5/12	25	0					
6/12	15	8			0		
7/12	40	10	0	0	0	0	7,6
8/12	25	3			0		
9/12	23	0	0	0	0	0	6,5
10/12	30	0,5			0		
11/12	45	3			0		
12/12	43	9	0	0	4	0	8,5
13/12	40	6			4		
14/12	35	2			0		
15/12	30	1	0,5	2,2	1		10,8
16/12	28	1			0		
17/12	25	1			0		
18/12	25	4	0	1,1	0	0	6,1
19/12	20	8			0		
20/12	25	10			0		
21/12	20	12	0	0	1		11,3
22/12	25	13			3		
23/12	25	13			0		
24/12	15	12	0	0	0		14,4
25/12	10	11			0		
26/12	13	11			0,5		
27/12	12	11			0		
28/12	15	9			0		
29/12	20	5			0		
30/12	20	2			0,5		
31/12	40	1			0		

*Tabella 13 – Caratterizzazione Chimico-Fisica condensato di evaporato del percolato – Dicembre 2017*

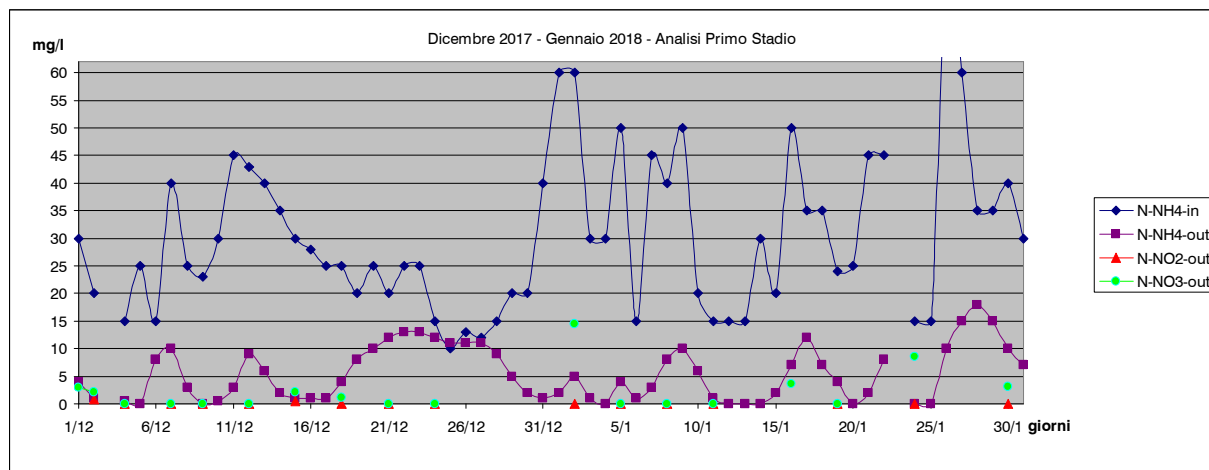
ANALISI BIOLOGICO	Ingresso	Uscita Primo Stadio			Uscita Secondo Stadio		
	N-NH4-in	N-NH4-out	N-NO2-out	N-NO3-out	N-NH4-out	N-NO2-out	N-NO3-out
1/1	60	2			0,5		
2/1	60	5	0	14,5	1	0	13,9
3/1	30	1			0		
4/1	30	0			0		
5/1	50	4	0	0	0,5	0	6,7
6/1	15	1			2		
7/1	45	3			1		
8/1	40	8	0	0	2	0	3,1
9/1	50	10			3		
10/1	20	6			3		
11/1	15	1	0	0	0	0	6,1
12/1	15	0			0,5		
13/1	15	0			0,5		
14/1	30	0			0,5		
15/1	20	2			0		
16/1	50	7		3,6	2		5,9
17/1	35	12			5		
18/1	35	7			5		
19/1	24	4	0	0	1	0	14,8
20/1	25	0			0		
21/1	45	2			0		
22/1	45	8			2		
23/1							
24/1	15	0	0	8,5	0	0	10
25/1	15	0			0		
26/1	80	10			0		
27/1	60	15			6		
28/1	35	18			8		
29/1	35	15			6		
30/1	40	10	0	3,1	3	0	14,7
31/1	30	7			0		

*Tabella 14 – Caratterizzazione Chimico-Fisica condensato di evaporato del percolato – Gennaio 2018*

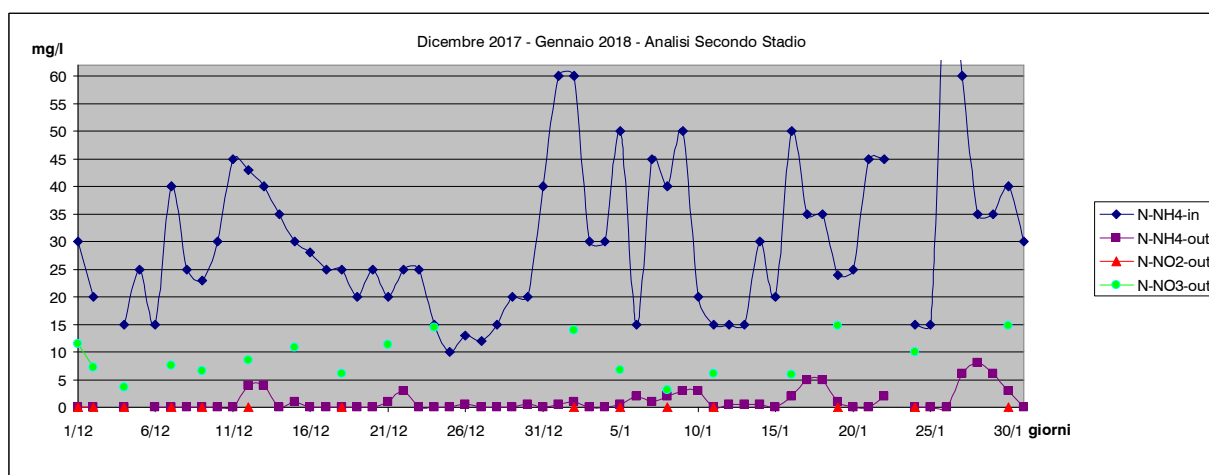
In tabella 12 e tabella 13 sono messi a confronto i dati relativi all'ingresso al reattore biologico del percolato evaporato, condensato e neutralizzato con l'uscita sia dal primo che dal secondo stadio.

Come si può notare le analisi interne del gestore, per valutare l'efficienza del reattore biologico, ruotano principalmente attorno all'analisi dei composti ammoniacali e all'abbattimento degli stessi.

Sono stati elaborati dei grafici in funzione dei valori registrati a Dicembre 2017 e Gennaio 2018.



*Tabella 45 – Analisi rendimenti del primo stadio biologico*



*Tabella 46 – Analisi rendimenti del secondo stadio biologico*

Da quanto riporta il gestore, le fasi del reattore biologico sono gestite manualmente tramite la regolazione dei tempi di reazione da parte dell'operatore. I dati in uscita dai reattori biologici, forniti durante l'analisi preliminare dell'impianto, mostrano valori di ammoniaca e nitrati *altalenanti* ma sempre inferiori ai limiti di normativi di Tab. 3 All. 5 D.lgs. 152/06. I valori di N-NH<sub>4</sub> e N-NO<sub>3</sub> misurati servono a calibrare le successive fasi di aerazione e anossia da parte dell'operatore.

Questa metodologia comporta un aumento dei costi di gestione e manutenzione in quanto i casi di:

- Picchi di nitrati e ammoniaca tendente a zero dimostrano scarsa denitrificazione che può essere dovuta sia a una sovra-aerazione, a causa dell'assenza di sistema di controllo, sia alla carenza di substrato carbonioso limitante e bassi valori COD/N<sub>tot</sub>.
- Picchi di ammoniaca e nitrati tendenti a zero evidenziano come le fasi di aerazione siano state troppo corte rispetto a quelle di anossia.

Per ottimizzare la fase di denitrificazione bisognerà eseguire uno studio più approfondito basato anche sul monitoraggio, da parte del gestore, del carbonio influente come COD al reattore biologico. Qualora i valori risultino insufficienti o bassi, potrà essere valutata la potenziale installazione di un sistema di dosaggio di carbonio esterno.



## *Installazione di un sistema automatico del controllo del processo*

Le criticità economico-gestionali riscontrate dal studio possono essere così riassunte:

- Nessun controllo automatico di processo (sonde o PLC dedicati installati)
- Nessun controllo delle sovraerazioni e dispendio di energia
- Nessun controllo automatico delle fasi temporali di aerazione e anossia

I principali fornitori e aziende leader nel settore leader nella depurazione delle acque reflue civili e industriali offrono brevetti e soluzioni automatizzate alla gestione dei processi biologici.

La linea guida progettuale proposta, per il sistema biologico oggetto di studio, consiste nell'installazione di:

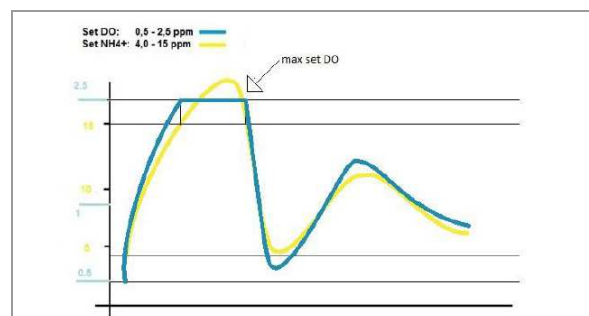
- Sistema di controllo parametri Ossigeno disciolto, Ammoniaci
- Eventuale monitoraggio di Solidi Sospesi e Nitrati in vasca
- Installazione di un PLC dedicato che elabori i dati e controlli le elettromeccaniche installate
- Installazione di nuove elettromeccaniche per il funzionamento sotto inverter con ampi spettri di frequenza di lavoro per la diffusione dell'ossigeno in vasca.

Si reputa conveniente installare un software che modula la concentrazione di  $O_2$  disciolto all'interno di un range liberamente programmabile in funzione della concentrazione di ione  $NH_4^+$  tenendo in considerazione le soglie di minima e massima concentrazione.

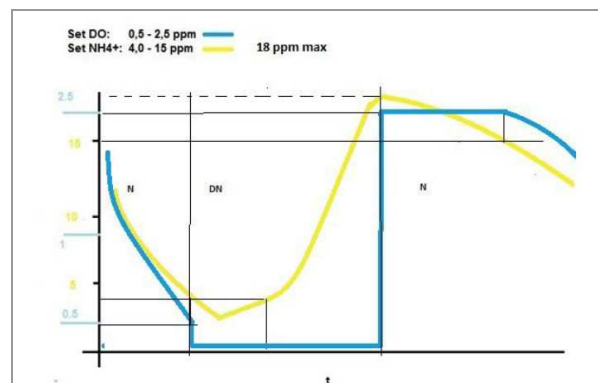
Così facendo si può controllare al meglio il quantitativo di aria strettamente necessario da fornire al reattore per mantenere l'ammoniaci sotto una certa soglia attraverso una modifica in continuo del set-point dell'ossigeno disciolto evitando sprechi di energia elettrica.

Inoltre c'è bisogno di un sistema flessibile che effettui un blocco dell'aerazione fino al raggiungimento di una soglia di  $NH_4^+$  ( $\geq$  a quella impostata per la modulazione). Questa modalità permette il controllo in modalità ossidazione e anossia in vasca singola.

Per valutare al meglio la fase di anossia e la gestione dell'eventuale dosaggio carbonio esterno è consigliato anche l'inserimento di sonde a nitrati e solidi sospesi in vasca.



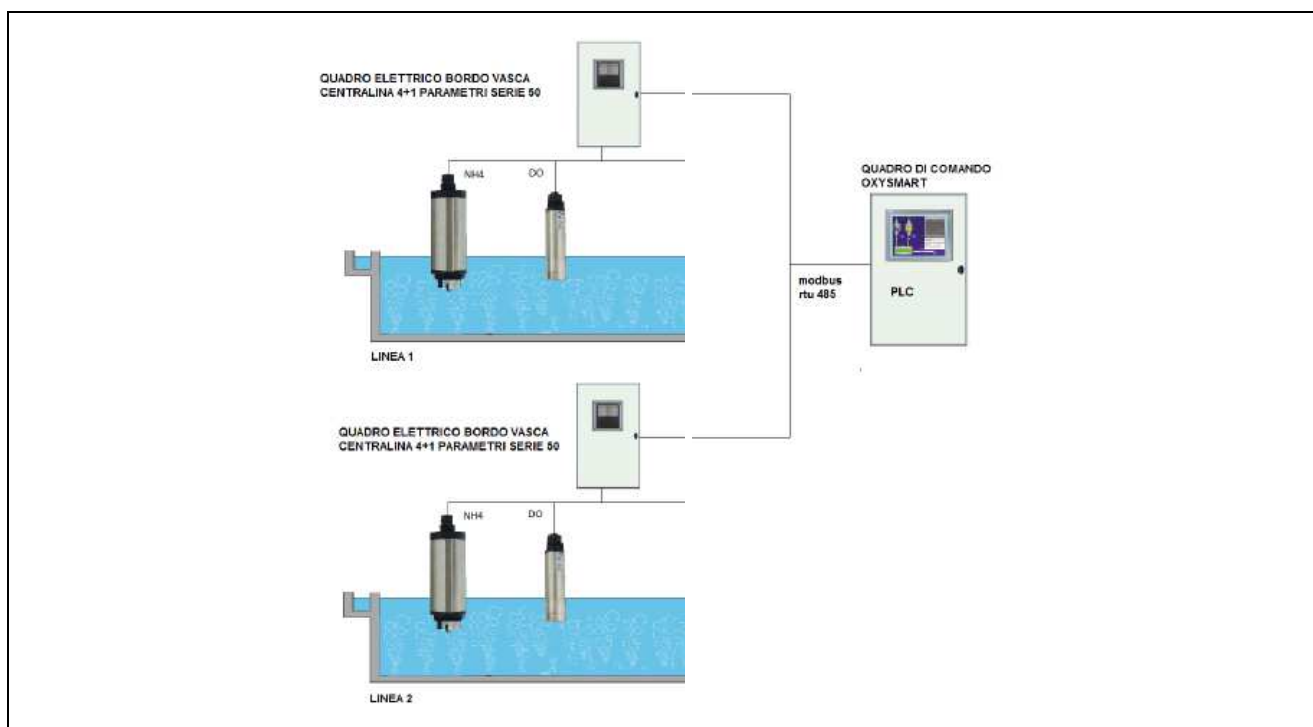
*Figura 46 – Impostazione Set Point Ossigeno*



*Figura 47 – Blocco aerazione per fasi anossiche*

La fornitura del sistema è composta da:

- Centralina multiparametrica per la gestione del sistema di misura
- Sonda ossigeno disciolto con sensore ottico
- Sonda NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ione ammonio con compensazione K<sup>+</sup>
- Software di gestione in quadro elettrico dedicato
- Sistemi di montaggio sonde e centralina



*Tabella 48 – Tipologico Sistema di Acquisizione dati*

Per quanto invece riguarda l'elettromeccanica installata attualmente nel reattore biologico non si è in presenza di macchinari che abbiano un ampio spettro di funzionamento a diversa frequenza. Gli aeratori di fondo di vecchia generazione potrebbero non essere predisposti a lavorare sotto inverter.

Mantenere la stessa tecnologia, ma con motori nuova generazione, funzionerebbe sotto inverter ma potrebbe avere range limitati di lavoro (molti fornitori non superano il range 40-50Hz per aeratori di fondo).

Cambiare tecnologia e scegliere un sistema di soffianti esterne con diffusori di fondo ha come vantaggi una maggiore trasmissione di ossigeno disciolto in vasca, inferiori costi di gestione e un raggiungimento di soglie inferiori (fino a 20 Hz e oltre) da parte del sistema di compressione esterno che permette ottimi rendimenti funzionando sotto inverter.

Pertanto si consiglia di sostituirli con un diverso sistema di aerazione che permetta il raggiungimento di basse frequenze di lavoro per evitare sovra-areazioni o eccessivi ON-OFF dei macchinari che portino velocemente a usura.

Il gestore dovrà valutare, nella successiva fase progettuale, il rapporto costi di gestione con la facilità e frequenza manutentiva per scegliere il sistema idoneo alle proprie esigenze.

## Sostituzione sistema di Filtrazione

Il sistema di filtrazione presente, a quanto riporta il gestore, si trova in pessimo stato e necessita di essere sostituito. La sostituzione deve essere fatta in maniera programmata e affrontata nelle successive fasi progettuali in uno studio di dettaglio.

Le criticità riscontrate nello stato di fatto per il sistema di filtrazione possono essere riassunte:

- Non è stato mai sostituito dalla costruzione dell'impianto dagli anni 2000
- Si trova in prossimità di aerosol provenienti dalla vasca di acidificazione percolato e stoccaggio di acido solforico.
- Si trova a valle della disinfezione prima con ipoclorito di sodio ora effettuata con acido peracetico.

In aggiunta ai numerosi anni di servizio prestati da questa unità di trattamento vi è la vicinanza al trattamento di acidificazione con acido solforico.

Gli aerosol di questo trattamento con il passare degli anni hanno rovinato buona parte delle carpenterie metalliche presenti nei dintorni.

Inoltre la filtrazione si trova a valle della disinfezione con peracetico un disinfettante molto aggressivo per le componenti metalliche. Si consiglia in un successivo revamping di invertire i trattamenti terziari poiché l'effluente alla disinfezione potrebbe avere un certo quantitativo di acido residuo.

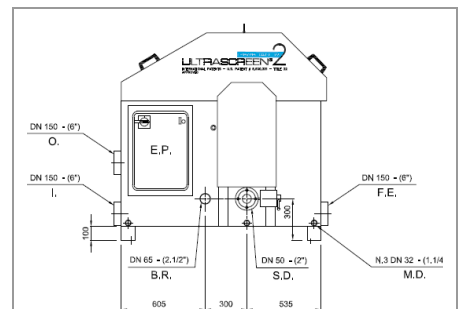
La presenza di acido residuo può danneggiare e logorare rapidamente molti materiali pertanto dovrebbe essere considerato lo spostamento della disinfezione come ultimo trattamento della filiera di processo a valle della filtrazione.

Aziende leader nel settore delle acque reflue realizzano filtri di nuova generazione a dischi rotanti in acciaio inox. Questa tecnologia potrebbe essere considerata come un'eventuale soluzione sostitutiva nelle successive fasi progettuali.

Il flusso di alimentazione ai dischi filtranti avviene parallelamente al media di filtrazione, diversamente da quanto accade negli altri filtri il cui sistema di filtrazione risulta del tipo ortogonale. Infatti nei filtri a sabbia come in quelli presenti, o che derivano da tamburi trasformati in figure geometriche simili a "margherite" o "dischi piani", per aumentare la superficie di filtrazione, viene utilizzato il sistema della filtrazione ortogonale. L'acqua da filtrare, come in un setaccio, arriva ortogonalmente alla rete filtrante e la particella solida di diametro 10 micron, è in grado di attraversare la rete le cui maglie hanno lato uguale al diametro della particella. Nel microfiltro a dischi rotanti, invece, grazie alla filtrazione dinamico - tangenziale, le particelle solide attraversano le maglie della rete con una direzione obliqua, la cui inclinazione è funzione della velocità del flusso. L'inclinazione rispetto al



*Figura 48 – Stato di fatto  
filtrazione*



*Figura 49 – Tipologico filtrazione a  
dischi rotanti*

piano di attraversamento del flusso impedisce alla particella di diametro 10 micron di attraversare la maglia del media filtrante, poiché la sezione di passaggio viene rimpicciolita dall'angolazione dovuta alla rotazione dei dischi filtranti.

Non essendo in possesso dei dati in uscita dal reattore biologico, contenenti il quantitativo di solidi sospesi nell'acqua, si è ipotizzato in via cautelativa una concentrazione in ingresso al filtro pari a 150 mg/l, una portata variabile dai 4 mc/h ai 7 mc/h e solidi sospesi in uscita inferiori a 80 mg/l.

Per effettuare un opportuno dimensionamento il gestore dovrà misurare il quantitativo di solidi a monte della filtrazione per ottenere risultati di maggior dettaglio.

Le caratteristiche costruttive previste sono:

- Costruzione interamente in acciaio inox AISI 304
- Coperchi in acciaio inox AISI 304 e lega di alluminio
- Settori filtranti estraibili realizzati interamente in acciaio inox AISI 316L
- Motoriduttore equipaggiato con inverter
- Circuito di lavaggio realizzato in acciaio inox AISI 304
- Elettropompa centrifuga di lavaggio
- Quadro elettrico di comando e controllo IP 65

Le caratteristiche tecniche derivanti dai dati preliminari di dimensionamento sono:

- Capacità di filtrazione micron 10
- Area di filtrazione totale m<sup>2</sup> 1,60
- Area di filtrazione dinamica totale m<sup>2</sup> 5,20
- Portata scarico concentrato 1,5-2,5% Portata trattabile
- Potenza installata motorizzazione dischi filtranti kW 0,37
- Potenza installata elettropompa di lavaggio kW 0,75