



Autorità di Sistema Portuale
del Mare Adriatico centro settentrionale

IMPIANTO DI RECUPERO DI RIFIUTI NON PERICOLOSI COSTITUITI DA MATERIALI DI DRAGAGGIO

VOLUME 2 PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO

RELAZIONE IDRAULICA RETI FOGNARIE

FILE
Vol2-Elaborato21.pdf

CODICE
Vol.2-Elaborato 21

Rev.	Data	Causale
0	Gen 2023	Emissione
1		
2		
3		

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Giulia Minghetti


AGGIUDICATARIO

RENCO

Appalto integrato – previa acquisizione del Progetto definitivo in sede di offerta - per l'affidamento della progettazione esecutiva, realizzazione ed esercizio di “Impianto di trattamento materiale di escavo” sulla base del progetto di fattibilità tecnica ed economica nell'ambito dell'intervento “Hub portuale di Ravenna - Fase II, 4° stralcio”



RELAZIONE TECNICA RETE ACQUE NERE

0	24/11/2022	Prima Emissione	MR	MR	MAA
Rev.	Data		Preparato	Verificato	Approvato
			Proponente	Renco SpA	
			Rif. proposta	W036	
			No.documento	W036-00001001-GT-090001	



INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	RETE DI SCARICO ACQUE NERE.....	3
3	RETE DI RACCOLTA E CONVOGLIAMENTO ACQUE BIANCHE.....	4
4	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	4
4.1	RETI FOGNARIE.....	4
4.2	TUBAZIONI.....	4

1 PREMESSA

La presente relazione è relativa alla rete fognaria acque nere di lotto, nell'ambito dell'Appalto integrato per l'affidamento della progettazione esecutiva, realizzazione ed esercizio di "Impianto di trattamento materiale di escavo" da realizzarsi all'interno dell'Hub portuale di Ravenna. Costituiscono parte integrante della presente relazione gli elaborati grafici di progetto.

Il progetto costa nella costruzione di un impianto di depurazione delle sabbie di dragaggio, da inserire a servizio dell'attività di ampliamento ed ammodernamento dell'Hub portuale di Ravenna. A corollario è prevista la realizzazione di un edificio amministrativo, un magazzino/officina per la riparazione ed il ricovero dei mezzi ed una guardiana. L'unico edificio dotato di servizi igienici sarà l'edificio amministrativo, avente destinazione d'uso prevalente di tipo uffici.

Le consistenze ed il numero di impiegati sono desumibili dagli elaborati grafici architettonici ai quali si rimanda per approfondimenti.

2 RETE DI SCARICO ACQUE NERE

Le schemature e le colonne verticali saranno realizzate in uPVC EN 1329 o similare, raccordate a bicchiere con labbro in gomma, opportunamente dimensionate secondo EN 12056 Sistema I, con fattore di riempimento pari al 50% e ventilazione primaria. Le colonne di scarico saranno installate all'interno di cavedi o in traccia nella muratura o nell'ingombro del cappotto termico esterno, con opportuna correzione del ponte termico. Le schemature interne saranno realizzate a pavimento, all'interno del massetto impiantistico.

Le colonne di ventilazione secondaria saranno raccordate alle colonne di scarico principali al di sopra dell'ultima diramazione e prolungate al di sopra della copertura dell'edificio. Saranno provviste di cappello di ventilazione e di reticella contro gli insetti.

Al piano di campagna le tubazioni di scarico acque nere verranno posate interrate con modalità tali da garantire la massima scorrevolezza ed una adeguata pendenza, comunque non inferiore a 0,5%. Al piè di colonna sarà installato un pozzetto di ispezione con tappo a perfetta tenuta. Saranno poste in opera in tratti rettilinei con livellette costanti, su letto di sabbia o calcestruzzo magro in modo da essere protette contro il gelo, i sovraccarichi e gli assestamenti del terreno. Saranno perfettamente impermeabili e realizzate con giunti di chiusura a tenuta perfetta. Le curve saranno realizzate con pezzi speciali a 30° e 45° tali da consentire il flusso delle acque senza cambiamenti bruschi di direzione, e le ispezioni saranno dotate di un adeguato tappo a tenuta. Nei tratti interrati, in corrispondenza di ciascun cambio di direzione o confluenza, sarà installato un

pozzetto di ispezione con tappo a tenuta secondo i dettagli riportati negli elaborati grafici. In assenza di confluenze si provvederà ad installare opportuna braga di ispezione ad una distanza non superiore a 20mt una dall'altra.

E' prevista l'installazione di un sistema di trattamento primario costituito da fossa IMHOFF dimensionata per 36AE, nel quale confluirà la totalità delle acque di scarico afferenti ad attività umana. Il refluo così chiarificato verrà recapitato in un pozzetto di pompaggio dotato di doppia pompa 2*100%. Da questo punto i reflui saranno inviati, in pressione, in pozzetto di calma installato in prossimità del limite della proprietà, seguito a valle da sifonato tipo Firenze, che costituirà il punto di consegna finale alla fognatura cittadina la cui quota di scorrimento dovrà essere verificata in fase esecutiva.

3 RETE DI RACCOLTA E CONVOGLIAMENTO ACQUE BIANCHE

Si rimanda ad elaborato tecnico specifico RIF: W036-00001001-GC-000408

4 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

4.1 Reti fognarie

- ✓ UNI EN 12056-1:2001 – Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Requisiti generali e prestazioni
- ✓ UNI EN 12056-2:2001 – Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo
- ✓ UNI EN 12056-3:2001 – Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo
- ✓ UNI EN 12056-4:2001 – Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Stazioni di pompaggio di acque reflue – Progettazione e calcolo
- ✓ UNI EN 1091 – Sistemi di scarico a depressione all'esterno degli edifici.

4.2 Tubazioni

- ✓ Norme UNI relative ai vari tipi di tubazioni e raccordi.
- ✓ Raccomandazioni emanate dall'Istituto Italiano Plastici (IIP).

Appalto integrato – previa acquisizione del Progetto definitivo in sede di offerta - per l’affidamento della progettazione esecutiva, realizzazione ed esercizio di “Impianto di trattamento materiale di escavo” sulla base del progetto di fattibilità tecnica ed economica nell’ambito dell’intervento “Hub portuale di Ravenna - Fase II, 4° stralcio”



Analisi di calcolo e verifica rete di scarico acque meteoriche


0	12/09/2022	Emissione per gara	F.FORLANI	E.CARBONE	MARCANGELETTI
Rev.	Data		Preparato	Verificato	Approvato
		Proponente	Renco SpA		
		Rif. proposta	W036		
		No.documento	W036-00001001-GC-000408		

TABLE OF CONTENTS

1.	PREMESSA	3
2.	DESCRIZIONE DELLA RETE DI SCARICO ACQUE METEORICHE	3
3.	DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI	5
3.1.	CALCOLO DELLA PIOGGIA DI PROGETTO	5
3.2.	METODOLOGIA DI CALCOLO	5
4.	SISTEMI DI PROTEZIONE AMBIENTALE: PRESIDI IDRAULICI	11
4.1.	RIFERIMENTI NORMATIVI E CRITERI GENERALI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE VASCHE	11
4.2.	DESCRIZIONE DEL SISTEMA E DIMENSIONAMENTO	13
5.	STAZIONE DI SOLLEVAMENTO (SOL-03)	16
5.1.	CURVA CARATTERISTICA DELL'IMPIANTO	18
5.2.	VERIFICA STAZIONE DI SOLLEVAMENTO	19

1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento idraulico della rete di scarico acque meteoriche e dei presidi idraulici predisposti per garantire la protezione ambientale degli scarichi, da realizzare nell'area di progetto.

2. DESCRIZIONE DELLA RETE DI SCARICO ACQUE METEORICHE

Il sistema di drenaggio dell'area di progetto è stato concepito come un sistema chiuso ed è stato studiato in modo tale da garantire il trattamento delle acque di prima pioggia.

Il sistema di raccolta è costituito da caditoie grigliate poste ad interasse massimo di 20 m disposte, in particolare, lungo il perimetro del piazzale ed al suo interno e lungo le strade e parcheggi.

Le caditoie convogliano le acque nei sottostanti collettori di deflusso che terminano nell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia, munito di by-pass per le seconde piogge.

Il piazzale, le strade ed i parcheggi, dovranno essere realizzate con falde inclinate in maniera tale da convogliare l'acqua di piattaforma alle caditoie. Ai piedi dell'argine del bacino di deposito in torbida, nel lato adiacente al piazzale, è stata prevista una canaletta di guardia che raccoglie le acque della scarpata e delle rampe.

Il recapito finale delle acque meteoriche, previo trattamento delle acque di prima pioggia, è previsto all'interno del bacino di deposito.

In considerazione delle quote di scarico della rete di drenaggio e dei livelli previsti all'interno del bacino di colmata centrale, non è possibile realizzare uno scarico a gravità. Si prevede, quindi, una stazione di sollevamento equipaggiata con n. 3 elettropompe sommergibili, dimensionata per il sollevamento e lo scarico della massima portata di acque meteoriche drenate dall'area di progetto, per eventi piovosi con Tr 30 anni.

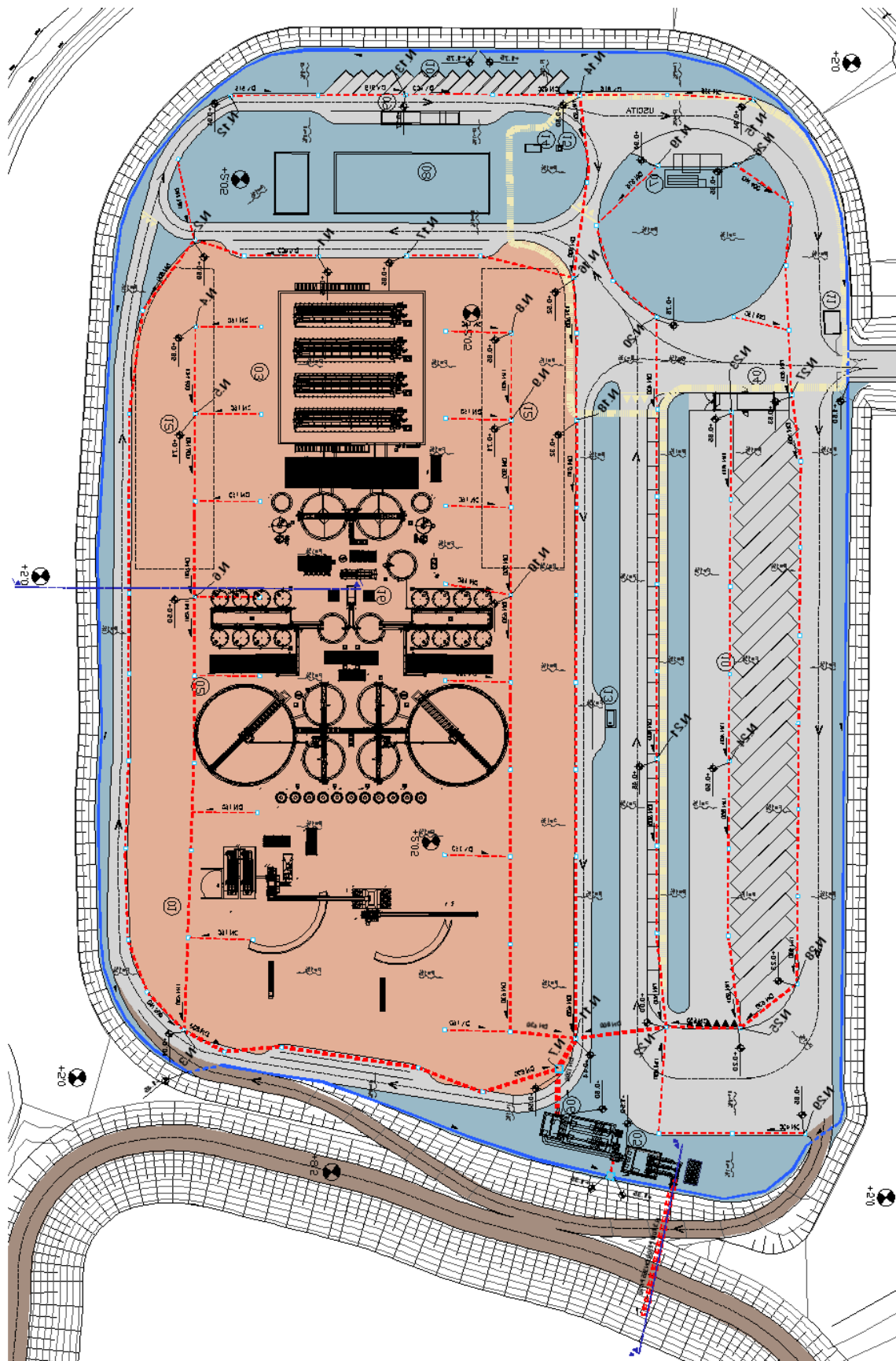


Figura 1: Schema planimetrico rete di drenaggio acque di piattaforma

This document is property of Renco S.p.A.
It shall neither be shown to Third Parties not used for purposes other than those for which it has been sent.

3. DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI

Per quanto riguarda il drenaggio delle strade e piazzali sono stati previsti dei collettori in PVC SN 8 kN/m² con diametro nominale minimo DN 315 mm e massimo DN 1200 mm. Nel dimensionamento dei collettori si è utilizzata una pendenza minima dello 0,2‰: tale pendenza permette di contenere le profondità di posa del collettore in arrivo alle vasche di trattamento acque di prima pioggia e, quindi, alla stazione di sollevamento; allo stesso tempo garantisce una velocità di deflusso superiore a 0.5 m/s, tale da evitare qualsiasi fenomeno di deposito nelle condotte di eventuali materiali in sospensione. La rete è stata dimensionata in modo da garantire un grado di riempimento massimo dei collettori del 70%.

Il dimensionamento è stato condotto considerando un tempo di ritorno pari a 30 anni, cercando di contenere la velocità dell'acqua entro valori non superiori a 4 m/s per evitare problemi legati all'abrasione e non inferiori a 0,5 m/s per evitare problemi di deposito. A tale proposito è stata effettuata anche una verifica per un tempo di ritorno pari a 10 anni in maniera tale da verificare che le velocità dell'acqua non fossero inferiori a 0,5 m/s anche per eventi piovosi con tempi di ritorno inferiori.

3.1. Calcolo della pioggia di progetto

Per la stima delle curve di possibilità climatica si è fatto riferimento al "Regolamento di polizia idraulica per la conservazione e la vigilanza delle opere pubbliche di bonifica e irrigazione" adottato in data 02/12/2014 dal Consorzio di Bonifica della Romagna.

L'altezza di precipitazione è stata calcolata con l'usuale formula:

$$h = a * d^n$$

dove:

h altezza cumulata di precipitazione (mm)

d durata della precipitazione (ore)

a, n parametri statistici dipendenti dal tempo di ritorno.

I parametri *a* e *n* adottati (riportati in tabella) fanno riferimento a tempi di pioggia inferiori all'ora (scrosci), che risultano essere i più significativi in ragione dei ridotti tempi di corrivazione delle aree scolanti.

TR (anni)	a	n
10	37	0.48
30	47	0.48

Tabella 1: Parametri *a*, *n* per durate < 1 ora, provincia di Ravenna.

3.2. Metodologia di calcolo

Il dimensionamento di una rete di drenaggio dipende dalle portate critiche valutate in corrispondenza della sezione terminale di ogni singolo collettore. Tali portate dipendono dalle caratteristiche geometriche della rete e dalle caratteristiche generali delle aree scolanti che compongono il sottobacino a monte della sezione considerata. Tale dimensionamento è stato condotto utilizzando il metodo cinematico o della corrivazione che si presta ad essere utilizzato con risultati cautelativi in bacini dove lo scorrimento dell'acqua prevale sulle zone d'invaso, ipotesi certamente verificata lungo il percorso di una strada o piazzale. Tale metodo si basa sulle

seguenti ipotesi semplificative:

- la formazione della piena è dovuta unicamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione del punto in cui essa è caduta;
- la velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, cioè ognuna di esse scorre indipendentemente dalle altre;
- la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante nella sezione di chiusura (funzionamento sincrono).

L'equazione di base del metodo cinematico che fornisce la portata al colmo è la seguente:

$$Q_c = \frac{C \cdot i \cdot A}{3600}$$

dove:

Q_c è la portata massima espressa in l/s;

A è la superficie del bacino (m^2);

C è il coefficiente di deflusso;

i è l'intensità di precipitazione (mm/h) corrispondente ad una durata della precipitazione pari alla durata critica θ_c della pioggia e dipendente dal tempo di ritorno.

Il coefficiente C è un parametro minore dell'unità tramite il quale si tiene globalmente conto del complesso delle perdite del bacino (compresa la ritenzione nelle depressioni superficiali), a causa delle quali la portata al colmo è minore della portata di pioggia. Il coefficiente di deflusso per la verifica dei collettori, è stato assunto pari a 0.9 per la piattaforma stradale, parcheggi e piazzali e 0.3 per le aree permeabili e di scarpata.

In base al metodo cinematico la durata critica θ_c della pioggia, per la quale si ha la massima portata alla sezione di calcolo, è pari al tempo di corrivazione del bacino (per il quale si verifica la condizione di bacino totalmente contribuente).

Una volta definiti i sottobacini, la durata critica della pioggia viene valutata facendo riferimento al percorso idraulico più lungo, a partire dalla seguente formulazione:

$$g_c = t_a + t_r$$

dove t_a , rappresenta il tempo d'accesso alla rete, mentre t_r il tempo di percorrenza all'interno di essa.

Il dimensionamento della rete è stato effettuato come un processo iterativo che può essere suddiviso nei seguenti passi:

- 1) Fissato il punto d'uscita dell'acqua dall'i-esimo sottobacino si è valutata l'area S del sottobacino contribuente a monte di esso e la corrispondente area ridotta dal coefficiente di deflusso medio pesato;
- 2) Si è assunto un tempo di accesso alla rete, relativo all'i-esimo sottobacino drenato, cautelativo pari a 5 minuti;
- 3) Si è ipotizzato un valore del diametro commerciale del collettore nel tratto immediatamente a monte

esaminato;

- 4) Si è determinata la velocità di primo tentativo con la formula di Chezy:

$$V_u = \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad (\text{m/s})$$

dove:

R è il raggio idraulico (m)

i è la pendenza del collettore (m/m)

χ è il coefficiente di resistenza

e la corrispondente portata di primo tentativo:

$$Q_u = V_u \cdot A \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

Nello studio in esame si sono utilizzati collettori a sezione circolare il cui raggio idraulico è, quindi, pari a $\varnothing/4$ e un coefficiente di resistenza valutato secondo la formula di Gauckler-Strickler con $\chi = K_s \cdot R^{1/6}$, in cui il coefficiente K_s di Strickler corrisponde all'inverso del coefficiente n di Manning. Si è considerato ragionevole, e sufficientemente cautelativo, visto il tipo di tubazioni previste in materiale plastico, assumere $n = 0,0125 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$.

- 5) Si è poi calcolato il tempo di rete t_r come somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria, facendo riferimento alle velocità di moto uniforme V_u che assume la portata di piena nelle singole canalizzazioni:

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{V_{ui}}$$

nella quale la sommatoria va estesa a tutti i rami che costituiscono il percorso più lungo della rete fognaria. Si sottolinea come questi parametri siano stati valutati, per la sezione di chiusura considerata, riferendosi al tratto a monte di essa in cui si è realizzato il percorso idraulico più lungo, quindi la durata critica maggiore.

- 6) A partire dalle formule prima introdotte si sono valutate infine la durata θ_c come somma di t_a e del tempo di rete t_r di primo tentativo. Noto θ_c si è determinata l'intensità media della pioggia di durata pari al tempo di corrivazione e quindi la portata al colmo di piena in funzione della quale è stato proporzionato lo speco e calcolata la velocità di moto uniforme corrispondente, procedendo, iterativamente, fino a quando la velocità calcolata non coincide con quella stimata al passo precedente.
- 7) Il rapporto tra il tirante d'acqua relativo alla portata critica Q_c ed il diametro interno della condotta, fornisce il grado di riempimento h/\varnothing .

Nel dimensionamento delle condotte si è considerato un massimo grado di riempimento (rapporto tra l'altezza del pelo liquido e il diametro del tubo) pari a 0,70; dove il diametro di primo tentativo non avesse rispettato tale condizione, si è provveduto a modificarlo cercando, inoltre, di contenere la velocità dell'acqua entro valori non superiori a 4 m/s per evitare problemi legati all'abrasione e non inferiori a 0,5 m/s per evitare problemi di deposito.



Di seguito si riportano i tabulati di calcolo per il dimensionamento idraulico dei collettori circolari della rete di drenaggio delle acque di piattaforma. Per la codifica si rimanda alla tavola della planimetria idraulica.

[illegible]

Tabella 2: Verifica delle portate nei collettori Tr 30 anni.

Curva di possibilità pluviometrica: Tr = 10 anni a = 37.000 n = 0.480																						
Tratto	Elementi del tratto								Elementi progr.				Risultati dell'iterazione di calcolo					Tipo di condotta	Tirante idraulico	Velocità	Grado di Riempimento	Diametro Interno
	Tratti confluenti e note	Tempo di corruzione	Lunghezza del tratto	Pendenza del tratto	Area impermeabile (0.9)	Area Permeabile (0.3)	Coef. d'afflusso medio ϕ	Area effettiva	Area ridotta ϕS	Tempo di accesso	Area effettiva	Area ridotta ϕS	Tempo di rete	Tempo di corruzione	Intensità media di pioggia	Coefficiente udometrico	Portata					
	(s)	(m)	(%)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(-)	(m ²)	(m ²)	(s)	(m ²)	(m ²)	(s)	(s)	(mm/h)	(l/s ha)	(m ³ /s)	(mm)	(m)	(m/s)	(%)	(mm)
1-2	0	33.00	0.20	839.00	825.00	0.60	1664.00	1002.60	300	1664.00	1002.60	46.58	347	124.96	209.15	0.035	Ø 400	0.17	0.71	45	Ø 380	
2-3	347	189.00	0.20	2119.00	579.00	0.77	2698.00	2080.80	300	4362.00	3083.40	214.44	561	97.28	191.01	0.083	Ø 500	0.25	0.88	52	Ø 475	
4-5	0	20.00	0.20	1260.00	0.00	0.90	1280.00	1134.00	300	1260.00	1134.00	27.15	327	128.77	321.92	0.041	Ø 400	0.18	0.74	49	Ø 380	
5-6	327	40.00	0.20	1703.00	0.00	0.90	1703.00	1532.70	300	2963.00	2666.70	44.64	372	120.48	301.21	0.089	Ø 500	0.26	0.90	55	Ø 475	
6-3	372	100.00	0.20	3729.00	0.00	0.90	3729.00	3356.10	300	6992.00	6022.80	93.82	466	107.18	267.95	0.179	Ø 630	0.34	1.07	57	Ø 599	
3-7	561	90.00	0.20	834.00			1405.00	921.90	300	12459.00	10028.10	77.21	638	90.97	203.39	0.253	Ø 800	0.37	1.17	48	Ø 761	
8-9	0	20.00	0.20	1187.00	0.00	0.90	1187.00	1068.30	300	1187.00	1068.30	27.57	328	128.68	321.71	0.038	Ø 400	0.18	0.73	47	Ø 380	
9-10	328	40.00	0.20	1540.00	0.00	0.90	1540.00	1386.00	300	2727.00	2454.30	45.56	373	120.26	300.64	0.082	Ø 500	0.25	0.88	52	Ø 475	
10-11	373	115.00	0.20	3917.00	0.00	0.90	3917.00	3525.30	300	6644.00	5979.60	108.53	482	105.31	263.26	0.175	Ø 630	0.34	1.06	57	Ø 599	
12-13	0	40.00	0.20	335.00	699.00	0.49	1034.00	511.20	300	1034.00	511.20	66.63	367	121.36	166.67	0.017	Ø 315	0.13	0.60	44	Ø 300	
13-14	367	40.00	0.20	394.00	709.00	0.51	1103.00	567.30	300	2137.00	1078.50	56.92	424	112.59	157.83	0.034	Ø 400	0.17	0.70	44	Ø 380	
15-14	0	40.00	0.20	357.00	369.00	0.60	726.00	432.00	300	726.00	432.00	71.89	372	120.47	199.12	0.014	Ø 315	0.11	0.56	38	Ø 300	
14-16	424	40.00	0.20	267.00	266.00	0.60	533.00	320.10	300	3396.00	1830.60	50.69	474	106.16	158.96	0.054	Ø 500	0.19	0.79	41	Ø 475	
17-16	0	34.00	0.20	598.00	328.00	0.69	926.00	636.60	300	926.00	636.60	54.62	355	123.48	235.81	0.022	Ø 400	0.13	0.62	34	Ø 380	
16-18	474	72.00	0.20	511.00	18.00	0.88	529.00	465.30	300	4851.00	2932.50	82.62	557	97.65	163.98	0.080	Ø 500	0.24	0.87	51	Ø 475	
18-11	557	174.00	0.20	1997.00	451.00	0.79	2448.00	1932.60	300	7299.00	4865.10	182.67	740	84.26	156.01	0.114	Ø 630	0.26	0.95	44	Ø 599	
19-20	0	46.00	0.20	321.00	632.00	0.50	953.00	478.50	300	953.00	478.50	78.63	379	119.35	166.45	0.016	Ø 315	0.12	0.59	42	Ø 300	
20-21	379	98.00	0.20	1206.00	674.00	0.68	1880.00	1287.60	300	2833.00	1766.10	126.18	505	102.77	177.96	0.050	Ø 400	0.21	0.78	55	Ø 380	
21-22	505	62.00	0.20	894.00	515.00	0.68	1409.00	959.10	300	4242.00	2725.20	72.80	578	95.81	170.98	0.073	Ø 500	0.23	0.85	48	Ø 475	
23-24	0	80.00	0.20	1650.00	0.00	0.90	1650.00	1485.00	300	1650.00	1485.00	104.45	404	115.32	288.30	0.048	Ø 400	0.20	0.77	53	Ø 380	
24-25	404	60.00	0.20	1148.00	0.00	0.90	1148.00	1033.20	300	2798.00	2518.20	70.04	474	106.13	265.33	0.074	Ø 500	0.23	0.86	49	Ø 475	
26-27	0	56.00	0.20	1005.00	720.00	0.65	1725.00	1120.50	300	1725.00	1120.50	77.71	378	119.50	215.61	0.093	Ø 400	0.18	0.72	46	Ø 380	
27-28	378	137.00	0.20	2298.00	455.00	0.80	2753.00	2204.70	300	4478.00	3325.20	151.54	529	100.27	206.83	0.037	Ø 500	0.27	0.90	56	Ø 475	
28-25	529	17.00	0.20	421.00	59.00	0.83	480.00	396.60	300	4958.00	3721.80	18.38	548	98.51	205.41	0.102	Ø 630	0.25	0.93	41	Ø 599	
25-22	548	17.00	0.20	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	300	7756.00	6240.00	16.19	564	97.03	216.84	0.168	Ø 630	0.33	1.05	55	Ø 599	
29-22	0	57.00	0.20	704.00	586.00	0.63	1290.00	809.40	300	1290.00	809.40	86.31	386	118.11	205.85	0.027	Ø 400	0.15	0.66	39	Ø 380	
22-11	578	21.00	0.20	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	300	13288.00	9774.60	17.97	596	94.30	192.69	0.256	Ø 800	0.37	1.17	49	Ø 761	
11-7	740	8.00	0.20	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	300	27231.00	20619.30	5.89	745	83.91	176.50	0.481	Ø 1200	0.43	1.36	38	Ø 1141	
7-N.P.	745	10.20	0.20	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	300	39690.00	30647.40	6.76	752	83.52	179.14	0.711	Ø 1200	0.54	1.51	47	Ø 1141	

Tabella 3: Verifica delle portate nei collettori Tr 10 anni.

4. SISTEMI DI PROTEZIONE AMBIENTALE: PRESIDI IDRAULICI

Le superfici impermeabili allo scoperto possono essere fonte d'inquinamento dovuto al dilavamento meteorico. L'acqua piovana scorrendo e convogliandosi, raccoglie sostanze inquinanti quali oli, idrocarburi e sabbie di varia natura più o meno grossolane. Tale evento può interessare direttamente i corsi d'acqua superficiali o le falde acquifere recando danno alle risorse idriche sotterranee.

In Italia, la normativa relativa al disinquinamento è regolata dal Decreto Legislativo n° 152/2006 e successive modifiche con relative norme d'applicazione. Inoltre alcune Regioni hanno emanato leggi in funzione delle diverse esigenze locali. Vengono considerate acque di Prima Pioggia "quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio".

Sulla base di valutazioni inerenti la vulnerabilità dei sistemi ambientali presenti ed il rischio di incidenti, ed in relazione alle caratteristiche dell'infrastruttura, si è pervenuti alla definizione di un sistema di controllo, smaltimento e trattamento delle "acque di prima pioggia" e dei liquidi accidentalmente sversati sulla pavimentazione stradale a seguito di eventuali incidenti.

Al termine della rete di drenaggio, nella parte Sud-Est dell'area di progetto, in prossimità dell'argine di contenimento della vasca di deposito, è stata inserita un'unità di trattamento delle acque di prima pioggia finalizzata ad accogliere le acque dei primi 15 minuti di pioggia che ricadono sulla piattaforma stradale ed eventualmente gli sversamenti accidentali.

All'interno delle vasche avvengono fenomeni di separazione tra le acque e gli oli riconducibili a fenomeni di flottazione: gli oli, infatti, tendono a salire verso la superficie della vasca, in considerazione del minore peso specifico rispetto a quello dell'acqua.

Gli oli e gli idrocarburi eventualmente sversati, separati dalle acque all'interno delle vasche, dovranno essere rimossi meccanicamente da operatori addetti alla manutenzione e trasportati ad impianti specifici di trattamento e depurazione.

Nel presente capitolo vengono esposti i criteri di progetto e dimensionamento adottati per l'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia, illustrandone altresì i criteri di funzionamento idraulico posti a base delle calcolazioni eseguite.

4.1. Riferimenti normativi e criteri generali per il dimensionamento delle vasche

Con riferimento alla definizione di "Acqua di Prima pioggia" di cui all'art.2, punto V dell'Allegato alla "Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne" della **DGR 286/2005**, il calcolo della portata di prima pioggia afferente al singolo impianto è stata calcolata con riferimento ad un'intensità di precipitazione pari a 20 mm/h (corrispondente a 5 mm di acqua meteorica di dilavamento uniformemente distribuita su tutta la superficie scolante servita dal sistema di drenaggio, assumendo che tale valore si verifichi in un periodo di tempo di 15 minuti).

Il dimensionamento dell'impianto di progetto è stato effettuato secondo la **UNI EN 858 I e II**, atta a determinare le nozioni di grandezza nominale, efficacia, qualità, manutenzione, i principi costruttivi e certificazione dei separatori di liquidi leggeri. Di seguito si riporta un sunto delle disposizioni di legge.

Secondo la EN 858 l'utilizzo dei separatori di classe II è preferibile dove non si richiede un trattamento spinto del refluo e dove si richiede di bloccare solo gli sversamenti accidentali. Questi separatori vengono anche chiamati trappole per oli. I separatori di classe I sono invece da installare laddove è richiesto una rimozione spinta degli idrocarburi e dove c'è bisogno di un trattamento continuo anche dopo la prima pioggia. Anche la EN 858 per la prima pioggia suggerisce di utilizzare un separatore di tipo by-pass di classe I.

Classi di separatori		
Classe	Contenuto massimo ammissibile di oli residui in mg/l	Tipica tecnica di separazione (esempio)
I	5,0	Separatori a coalescenza
II	100	Separatori a gravità
Secondo il test previsto al punto 8.3.3.1 e l'analisi in spettroscopia in accordo con l'allegato A2 ed A3 della EN 858-1:2002		

Perché sia efficace la densità della frazione oleosa non deve essere superiore a 0,95 g/cmc. Secondo la EN 858 il dimensionamento di un disoleatore si basa sulla natura e la portata dei liquidi da trattare tenendo presente:

- la massima portata di pioggia
- la massima portata di effluente
- la densità del liquido oleoso
- la presenza di sostanze che possono impedire la separazione come i detergenti.

La formula per il dimensionamento è la seguente:

$$NS = (Q_r + f_x \cdot Q_s) f_d$$

dove

NS è la taglia nominale del separatore;

Q_r è la massima portata di pioggia, in l/s;

Q_s è la massima portata di refluo, in l/s;

f_d è il fattore di densità per il tipo di olio;

f_x è il fattore di impedimento.

La taglia nominale NS è un numero, espresso in unità, approssimativamente equivalente alla portata massima effluente in litri/sec del separatore sottoposto al test di cui al paragrafo 8.3.3. della EN. Una volta calcolato l'NS attraverso la formula si richiederà al fornitore un impianto avente la taglia nominale più vicina.

Qualora si debba trattare solo acqua di pioggia, come nel caso in esame, dall'equazione si toglierà il parametro $f_x \cdot Q_s$.

La taglia nominale viene espressa preferibilmente secondo questa serie: 1,5, 3, 6, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 300, 400 and 500.

Il fattore di densità varia da 1 a 2 a seconda della densità degli idrocarburi e della combinazione dei componenti il separatore.

Densità g/cm ³	Fino a 0,85	da 0,85 fino a 0,90	da 0,90 fino a 0,95
Combinazione	Fattore di densità f_d		
S II P	1	2	3
S I P	1 ^a	1,5 ^a	2 ^a
S II I P	1 ^b	1 ^b	1 ^b
S per sludge trap; I o II per la classe del separatore; P per pozzetto di ispezione e prelievo.			
^a Per i separatori di classe I che operano solo con la gravità si utilizza il f_d della classe II.			
^b Sia per la classe I che per la classe II.			

Per la raccolta del sedimento che potrebbe portare ad occludere le condotte del separatore si utilizza un'anticamera come parte integrante dello stesso oppure un contenitore a sé stante. Per il dimensionamento della "sludge trap" (volume di sfangazione) la EN 858, a seconda della prevedibile formazione di sedimento, richiede di moltiplicare la NS per un fattore 100, 200 o 300 e poi dividere il risultato per il f_d . Il fattore 100 è consigliato per superficie di accumulo di acque piovane (tipo strade, distrib. di benzina, ecc.).

Il volume di raccolta dell'olio deve essere 10 volte la NS qualora il separatore sia munito di otturatori automatici per prevenire tracimazioni o di 15 volte la NS in caso contrario.

4.2. Descrizione del sistema e dimensionamento

Il recapito del collettore di trasferimento delle acque di piattaforma è costituito dall'impianto di trattamento, costituito da uno stadio meccanico di separazione e disoleazione. In particolare, la fase di trattamento primaria e secondaria meccanica è costituita da un sistema di vasche di sedimentazione in cui avviene la separazione delle sabbie, degli oli e delle altre sostanze flottanti.

Gli impianti sono di tipo a **flusso continuo**, ciò significa che non avviene nessun accumulo al loro interno e il refluo passa a gravità del comparto dei trattamenti primari e secondari.

Infatti il funzionamento a flusso continuo (sistema di portata) è sicuramente più efficiente del sistema volumetrico (accumulo e rilancio) per sviluppi molto lunghi dove i tempi di corrvazione sono elevati. Si riesce a trattare in tal modo anche la pioggia che cade nel punto più lontano dalla vasca. Inoltre il loro funzionamento avviene per gravità, senza l'utilizzo di elettropompe sommerse con conseguente riduzione di costi di esercizio e manutenzione.

Nel caso specifico si è scelto di adottare un separatore di fanghi, oli minerali e benzine rappresentato da un sistema statico che prevede la separazione degli idrocarburi rispetto all'acqua sfruttando il diverso peso specifico. Il sistema è provvisto di un filtro a pacco lamellare e di uno a coalescenza e come optional è installabile una centralina con allarme ottico-acustico per il rilevamento del livello massimo degli oli accumulati. È dotato inoltre di chiusura a galleggiante per eventuali sversamenti accidentali. Il sistema ha delle portelle di ispezione delle dimensioni di 600x600 mm. Tutti i raccordi sono in PVC UNI 1401-1. A valle dell'impianto sarà previsto un pozzetto campionamento per il controllo qualitativo dell'acqua scaricata.

Il separatore dovrà essere conforme alla norma UNI EN 858 classe I.

Gli Impianti Dissabbiatori-Disoleatori comprendono le seguenti fasi di trattamento:

- fase di dissabbiatura-sedimentazione, nella quale avviene la separazione per decantazione dei fanghi pesanti (sabbie e terricci);

- fase di disoleazione gravimetrica, nella quale avviene la separazione per gravità dei liquidi leggeri (oli minerali, idrocarburi in genere); gli stessi, risalenti in superficie verranno con azione immediata catturati e trattenuti da speciali filtri oleoassorbenti;
- fase di filtrazione, nella quale mediante un filtro a coalescenza (in poliestere a canali aperti) avviene la separazione degli oli minerali ed idrocarburi residui.

Il funzionamento avviene nel modo seguente: durante il tempo piovoso l'acqua meteorica precipitata nei piazzali, viene raccolta dai pozzetti caditoia, e tramite condotta arriva all'Impianto Dissabbiatore-Disoleatore ed inizia il trattamento epurativo.

Nel primo vano (vano dissabbiatore), mediante decantazione, si accumuleranno sul fondo tutti i fanghi pesanti (terricci, sabbie, ecc.). Prima del vano dissabbiatore è inserito un pozzetto scolmatore (selezionatore tra la portata da trattare e la portata eccedente, le cosiddette "seconde piogge").

Dal vano dissabbiatore l'acqua passerà poi al vano di disoleazione gravimetrica, dove per effetto fisico di gravità floteranno in superficie gli oli minerali liberi contenuti nell'acqua, i quali con azione immediata verranno catturati e trattenuti da speciali filtri oleoassorbenti posti a pelo libero dell'acqua.

Nell'ultimo vano (vano di filtrazione), verranno trattenuti gli oli minerali ed idrocarburi residui, mediante un filtro a coalescenza.

La manutenzione di queste vasche sarà fatta manualmente ogni circa 6 mesi; la manutenzione comporta l'asportazione degli oli, delle sostanze flottanti e delle sabbie depositate, nonché la pulizia e la raschiatura delle pareti e del fondo delle vasche.

Il dimensionamento dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia, nel caso in oggetto, è stato fatto per presidiare l'intera area in progetto con una superficie impermeabilizzata di 31234 m² (per la quale si assume un coefficiente di deflusso come da normativa $C_{imp} = 1$) ed una superficie permeabile di 8456 m² (con $C_{perm} = 0.3$), da cui risulta una superficie totale di 39690 m² (con un coefficiente di deflusso medio pesato pari a $C_{med} = 0.85$). Per tale superficie la portata di prima pioggia risulta pari a **$Q_{PP} = 188$ l/s.**

Per far defluire la portata relativa alle seconde piogge, in testa agli impianti di trattamento si prevede uno scolmatore con by-pass.

Nel caso specifico si prevede l'utilizzo di vasche monoblocco prefabbricate, con configurazione S-II-I-P con il comparto dei trattamenti primari e secondari a flusso continuo, che si sviluppa su **n. 2 linee ciascuna con NS 100.**

Di seguito si riporta lo schema tipo di un impianto di trattamento a due linee del tipo S-II-I-P.

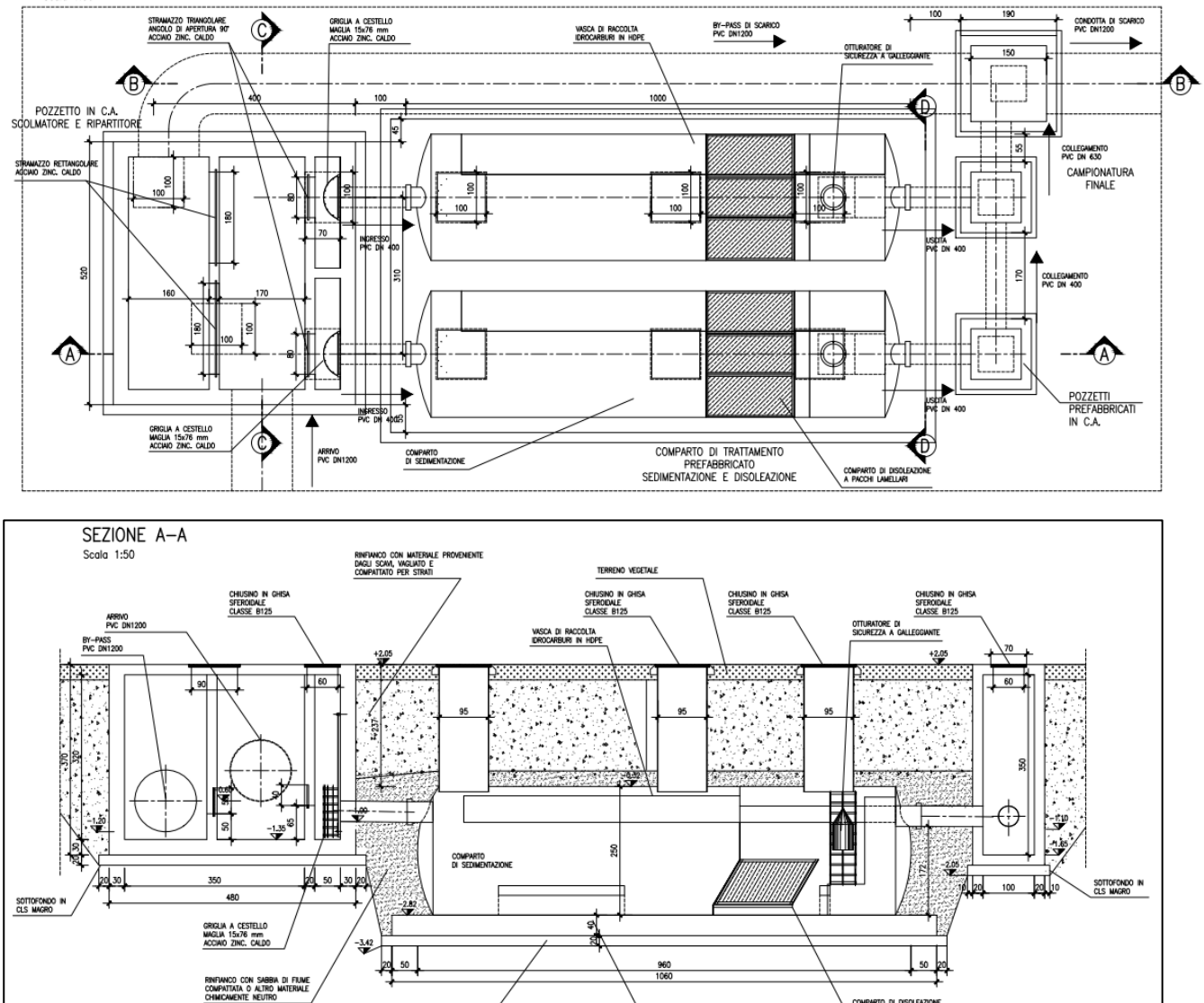


Figura 2: Schema tipo impianto trattamento acque di prima pioggia a flusso continuo, monoblocco, a due linee.

DATI TECNICI VPP PER OGNI LINEA:

- Grandezza nominale: NS 100
- Configurazione disoleatore: S-II-I-P
- Classe di trattamento: I
- Volume min. sedimentatore: 10,00 mc
- Diametro nominale min. delle tubazioni: 300 mm

5. STAZIONE DI SOLLEVAMENTO (SOL-03)

In considerazione delle quote di scarico della rete di drenaggio e dei livelli previsti all'interno del bacino di deposito, non è possibile realizzare uno scarico a gravità delle acque meteoriche nel recapito finale. Si prevede, quindi, una stazione di sollevamento dimensionata per il sollevamento e lo scarico della massima portata di acque meteoriche drenate dall'area di progetto, per eventi piovosi con Tr 30 anni a cui corrisponde una portata massima di 921 l/s (vedi Tabella 2).

La stazione di sollevamento è realizzata in c.a. di dimensioni interne 5.00x7.00xh6.00 m con volume di accumulo minimo pari a 70 m³.

La stazione di sollevamento sarà dotata di tre elettropompe sommerse (3x33%) con portata nominale unitaria pari a 350 m³/s. La sequenza di funzionamento scelta prevede l'attacco di ogni pompa ad un prefissato livello e lo stacco di tutte e tre le pompe quando il livello raggiunge il minimo in vasca. Tale sistema di avviamento/arresto permette di ottimizzare i volumi di accumulo all'interno della vasca di rilancio.

In considerazione del tempo di ritorno trentennale adottato, non si prevede l'installazione di una pompa di riserva. Infatti, per eventi pluviometrici più frequenti con Tr 10 anni, è stata stimata una portata di picco pari a 711 l/s (vedi Tabella 3) per la quale risulta sufficiente il funzionamento in parallelo di n.2 elettropompe.

In ogni caso sarà previsto il funzionamento a rotazione di tutte le elettropompe per un corretto esercizio dell'impianto.

La stazione di sollevamento sarà completata dai dispositivi di manovra (valvole a saracinesca e di ritegno) su ciascuna linea.

Il quadro elettrico di alimentazione e controllo della stazione di sollevamento sarà installato in prossimità della vasca, accanto alla sede stradale.

I sezionatori delle pompe a bordo quadro saranno dotati di lucchetti di sicurezza in modo da impedirne l'azionamento durante le operazioni di manutenzione alle pompe stesse.

L'accessibilità alla vasca sarà garantita da adeguati pozzetti carrabili.

L'impianto sarà in grado di rilanciare una portata massima di $350 \times 3 = 1050$ l/s con una prevalenza delle elettropompe pari a 18 m.c.a., e scaricare nel bacino di accumulo centrale attraverso n. 3 tubi di mandata in PE100 DN355 PN10 posti a scavalco dell'argine, con quota di sbocco superiore al massimo livello nel bacino di accumulo pari a + 7.00 m s.l.m.

In corrispondenza dello scarico della tubazione di mandata, si prevede la protezione dell'argine con massi ciclopici cementati.

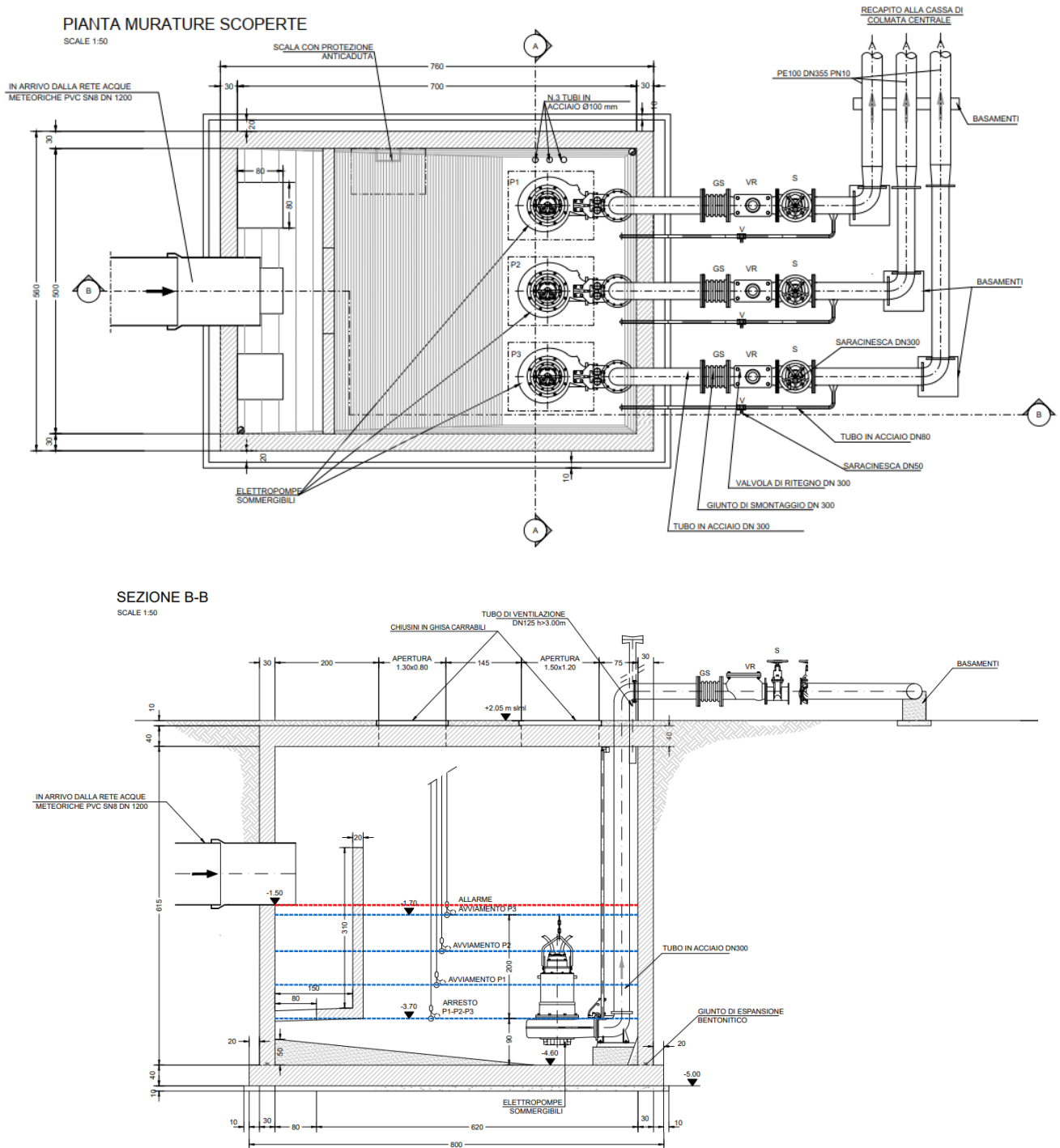


Figura 3: Schema stazione di sollevamento acque meteoriche.

5.1. Curva caratteristica dell'impianto

Per la scelta delle elettropompe e la verifica della stazione di pompaggio, la curva caratteristica dell'impianto è stata stimata con la portata cautelativa di 1050 l/s, superiore alla portata di picco delle acque di piattaforma. Nel caso in cui il moto in condotta possa considerarsi puramente turbolento, la curva caratteristica dell'impianto assume l'espressione:

$$H(Q) = H_{\text{geod}} + H_{\text{conc}} + H_{\text{distr}} = H_{\text{geod}} + (\alpha + \beta) Q^2$$

in cui H_{geod} è il dislivello geodetico indipendente dalla portata, mentre α e β sono i coefficienti di proporzionalità relativi alle perdite di carico rispettivamente concentrate e distribuite.

Per valutare il dislivello geodetico massimo (H_{geod}) si considera la quota assoluta del punto di consegna (scavalco dell'argine) ed il livello minimo dell'acqua all'interno della stazione di pompaggio (corrispondente al livello di arresto pompe):

$$H_{\text{geod max}} = 7.30 + 3.70 = 11.00 \text{ m}$$

Le perdite di carico continue (H_{distr}) sono state valutate attraverso la seguente espressione:

$$\Delta H_{\text{dist}} = \beta_r \frac{Q^2}{\phi_i^5} L \quad (\text{m})$$

in cui:

- Q portata (m^3s^{-1});
- ϕ_i diametro interno della condotta (m);
- L lunghezza della condotta (m);
- β_r coefficiente di resistenza (m^{-1}s^2), la cui espressione varia a seconda del coefficiente di scabrezza adottato (Gauckler–Strickler, Manning, Bazin, ecc.; utilizzando Gauckler–Strickler, risulta:
 $\beta_r = 10.3 / c^2 \cdot D^{1/3}$ con: $c = 120 \text{ (m}^{1/3}\text{s}^{-1}\text{)}$, assunto valido per tubazioni in acciaio e HDPE in servizio corrente.

Per valutare le perdite di carico continue, nel caso specifico si sono considerate le seguenti caratteristiche geometriche:

Tubi di mandata in acciaio (Q = 350 l/s)

$$\phi_i = 312.7 \text{ mm (DN 300); } L = 10.00 \text{ m}$$

Adduttrice in PEAD PN10 (Q = 350 l/s)

$$\phi_i = 312.8 \text{ mm (DN 355); } L = 35.00 \text{ m}$$

Le perdite di carico localizzate (H_{conc}) sono proporzionali all'altezza cinetica attraverso un coefficiente di proporzionalità che dipende dalle caratteristiche geometriche:

$$\Delta H_{\text{conc}} = K \cdot v^2 / (2 \cdot g) \quad (\text{m})$$

in cui:

- v velocità del fluido (ms^{-1});
- g accelerazione di gravità (9.81 ms^{-2});
- K fattore di resistenza, funzione del tipo di accidentalità (valori dedotti da UNI EN 12056-4).

Per valutare le perdite di carico localizzate, nel caso specifico si sono considerate le seguenti caratteristiche geometriche (i valori di K riportati si riferiscono alle singole accidentalità):

Tubo di mandata in acciaio ($v = 4.65 \text{ m/s}$)

- curva a 90° : $K = 0.50$ (n° 3);
- raccordo conico: $K = 0.30$ (n° 1);
- saracinesca completamente aperta (DN 300): $K = 0.50$ (n° 1);
- valvola di ritegno a palla (DN 300): $K = 0.80$ (da cataloghi) (n° 1);

Adduttrice in PEAD ($v = 4.56 \text{ m/s}$)

- curva a 45° : $K = 0.12$ (n° 4);
- uscita libera: $K = 1.00$ (n° 1).

Risulta:

$$H(Q) = H_{\text{geod}} + H_{\text{distr}} + H_{\text{conc}} = 11.00 + 1.94 + 4.85 = 17.79 \text{ m}$$

La stazione di sollevamento viene equipaggiata con n. 3 (3x33%) elettropompe sommerse, ognuna dimensionata per una portata di 350 l/s e prevalenza 18.00 m (tipo Flygt CP 3306).

La potenza assorbita da ogni singola pompa, risulta:

$$P = \frac{\rho g H Q}{\eta_p} = \frac{1000 \times 9.81 \times 18.00 \times 0.350}{0.7} \approx 90 \text{ kW}$$

5.2. Verifica stazione di sollevamento

La sequenza di funzionamento scelta prevede l'attacco di ogni pompa ad un prefissato livello e lo stacco di tutte e tre le pompe quando il livello raggiunge il minimo in vasca.

Si riporta due schemi a confronto, a sequenze differenti di avviamento e arresto.

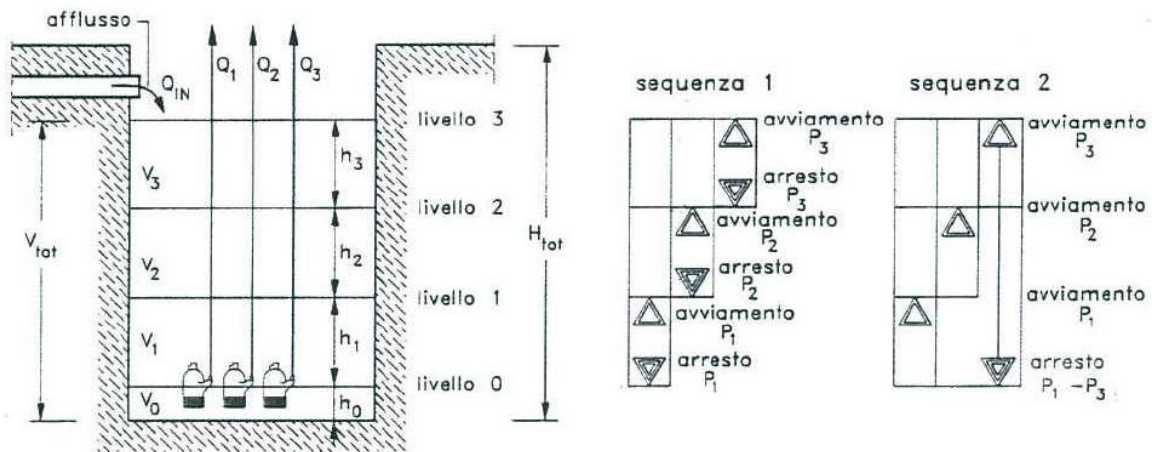


Figura 4 Schema di funzionamento delle pompe

Considerando per ogni pompa un massimo numero di 8 avviamenti all'ora si ha un tempo di ciclo pari a:

$$T_c = 3600/8 = 450s$$

Il volume di accumulo necessario per ogni singola pompa può determinarsi con la formula seguente:

$$V_{350 l/s} = (Q * T_c)/4 = 39.375 m^3$$

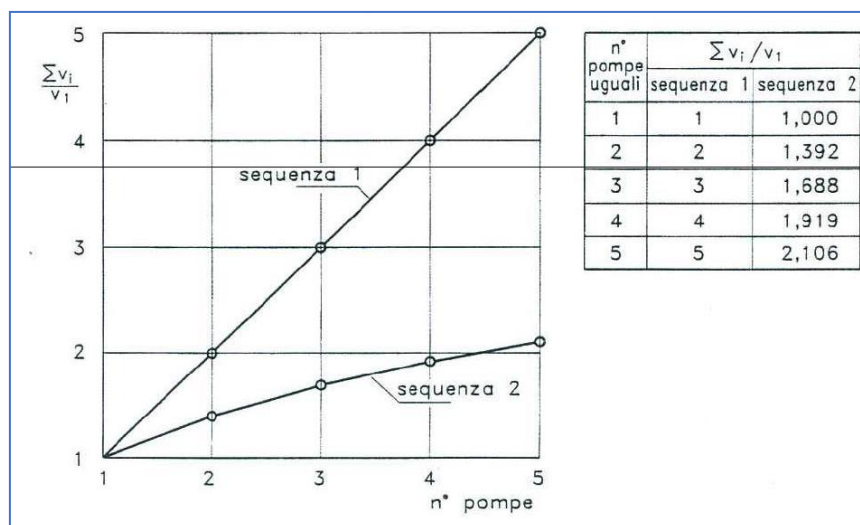


Figura 5 Volume da assegnare alle pompe, per pompe di medesime caratteristiche

Tenendo conto del rapporto nella tabella sopra riportata, avendo scelto la sequenza tipo 2, per il calcolo del volume minimo si ottiene

$$V = \sum_{i=1}^3 1.688 * \frac{V_{350l/s}}{s} = 1.688 * 39.375 = 66.465 m^3$$

La stazione risulta quindi verificata, avendo a disposizione un **volume minimo di accumulo** (compreso tra il minimo livello di arresto ed il massimo livello di allarme) pari a **70 m³**.



DATI TECNICI STAZIONE DI SOLLEVAMENTO:

- Portata massima Tr 30 anni: 921 l/s
- Gruppo di sollevamento per acqua meteorica con n.3 pompe sommergibili (3x33%)
- Portata nominale unitaria: 350 l/s
- Prevalenza 18 m
- Potenza unitaria: 90 kW
- Vasca di rilancio: 5x7xh6 m
- Volume minimo di accumulo: 70 m³.