



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

FILE

CODICE

Rev.	Data	Causale
0	Gen 2023	Emissione
1		
2		
3		


IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Giulia Minghetti

**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**

1	25/07/2023	Emissione per integrazione PAUR	GE	MR	MAA
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

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RETE DI SCARICO ACQUE NERE.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>RETE DI RACCOLTA E CONVOGLIAMENTO ACQUE REFLUE DOMESTICHE .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>5</b>
4.1	RETI FOGNARIE.....	5
4.2	TUBAZIONI.....	5

## 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 guardiania. 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 confluente si provvederà ad installare opportuna braga di ispezione ad una distanza non superiore a 20mt una dall'altra.

È prevista l'installazione di un sistema di trattamento primario per le acque saponose provenienti, per gravità, dalle docce e dai lavandini, costituito da un degrassatore dimensionato per 32AE. A valle di tale elemento sarà installato un sifone Firenze. Le acque nere, distinte dalle precedenti, verranno raccolte e convogliate, sempre per gravità, in una rete separata e dotata, nel tratto terminale, anch'essa di un sifone Firenze. Sia il refluo chiarificato proveniente dal degrassatore, sia quello proveniente dalla rete delle acque nere, ancora per gravità, verranno recapitati 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, e la cui quota di scorrimento dovrà essere verificata in fase esecutiva.

Di seguito si riporta il dettaglio per la definizione, sulla base di ciascuno dei tre turni di lavoro giornalieri previsti, del numero di addetti presenti e dei relativi abitanti equivalenti A.E. secondo la letteratura tecnica in materia

area	n. addetti*	totale addetti*	A.E.*	note
alloggio custode	1 custode	1	2	camera letto 14,19 m <sup>2</sup> > 14 m <sup>2</sup>
edificio servizi	7 postazioni 2 tecnici laboratorio 2 autotrasportatori 1 meccanico officina 1 operatore pesa 1 magazziniere	14	4,67	1 A.E. ogni 3 Addetti per Ditte ed uffici commerciali
impianto	2 operatori draga 2 operatori pale meccaniche 2 operatori dissabbiatore 2 operatori dewatering	8	4	1 A.E. ogni 2 Addetti per Fabbriche e laboratori artigianali

10,67

\* i valori in tabella sono da intendersi per ciascun turno di lavoro

**Nota - Calcolo redatto secondo "Linee Guida ARPA per il trattamento delle Acque reflue domestiche"**

### 3 RETE DI RACCOLTA E CONVOGLIAMENTO ACQUE REFLUE DOMESTICHE

Si rimanda ad elaborato tecnico specifico RIF: VOL2-Elaborato10

### 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**

3	Nov 2023	Emissione per integrazioni PAUR	G.ESPOSITO	E.CARBONE	MARCANGELETTI
2	Ott 2023	Emissione per integrazioni PAUR	G.ESPOSITO	E.CARBONE	MARCANGELETTI
1	Lug 2023	Emissione per integrazione PAUR	G.ESPOSITO	E.CARBONE	MARCANGELETTI
0	12/09/2022	Emissione per gara	F.FORLANI	E.CARBONE	MARCANGELETTI
Rev.	Data		Preparato	Verificato	Approvato
			Proponente	Renco SpA	
			Rif. proposta		

	<i>No.documento</i>	Vol2-Elaborato21
---	---------------------	------------------

## TABLE OF CONTENTS

<b>1.</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA RETE DI SCARICO ACQUE PRIMA PIOGGIA .....</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI .....</b>	<b>7</b>
3.1.	CALCOLO DELLA PIOGGIA DI PROGETTO .....	7
3.2.	METODOLOGIA DI CALCOLO .....	7
<b>4.</b>	<b>SISTEMI DI PROTEZIONE AMBIENTALE: PRESIDI IDRAULICI .....</b>	<b>11</b>
4.1.	IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA .....	12
4.1.1.	Riferimenti normativi e criteri generali per il dimensionamento delle vasche .....	12
4.1.2.	Descrizione del sistema e dimensionamento.....	14
<b>5.</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA RETE DI SCARICO ACQUE DI DILAVAMENTO .....</b>	<b>17</b>
5.1.	IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUE REFLUE DI DILAVAMENTO .....	20
5.1.1.	Riferimenti normativi e criteri generali per il dimensionamento delle vasche .....	20
5.1.2.	Descrizione del sistema e dimensionamento.....	21
<b>6.</b>	<b>STAZIONE DI SOLLEVAMENTO .....</b>	<b>24</b>
6.1.	CURVA CARATTERISTICA DELL'IMPIANTO .....	27
6.2.	VERIFICA STAZIONE DI SOLLEVAMENTO .....	29



## 1. **PREMESSA**

Oggetto della presente relazione è l'individuazione delle diverse aree e la descrizione della relativa rete di scarico, concordemente con le definizioni contenute nelle norme regionali DGR 286/05 e DGR 1860/06, delle acque di prima pioggia e delle acque di dilavamento, nonché dei presidi idraulici predisposti per garantire la protezione ambientale degli scarichi, da realizzare nell'area di progetto.

L'intera area contenuta all'interno della CASSA NADEP INTERNA, pari a 39792 m<sup>2</sup>, è così suddivisa:

	Superficie [m <sup>2</sup> ]
Area assoggettata a regime di prima pioggia	33392
Area assoggettata a regime di dilavamento	5100
Area non assoggettata al calcolo	1300

Nella suddivisione di cui sopra, le aree non assoggettate al calcolo sono riferite alle superfici dei serbatoi sprovvisti di copertura e sui quali, dunque, le precipitazioni meteoriche non determinano alcuna ricaduta in termini di flussi da convogliare ai sistemi di trattamento.

Occorre precisare inoltre che ai fini del dimensionamento del sistema di trattamento delle acque di prima pioggia non sono state considerate le porzioni degli argini prospicienti la Cassa Nadep Interna, in quanto la portata derivante da tali superfici scolanti confluisce direttamente nella stazione di rilancio.

Nei capitoli successivi si descrivono dettagliatamente il calcolo delle portate ed il conseguente dimensionamento dei sistemi di trattamento acque di prima pioggia e di dilavamento.

## 2. **DESCRIZIONE DELLA RETE DI SCARICO ACQUE PRIMA PIOGGIA**

Il sistema di drenaggio delle acque meteoriche che interesseranno l'area di progetto è stato concepito come un sistema chiuso ed è stato studiato in modo tale da garantire il trattamento in continuo delle acque di prima pioggia ai sensi della DGR 286/05 e DGR 1860/06.

Il sistema di raccolta è costituito da caditoie grigliate poste ad interasse massimo di 20 m distribuite, in particolare, lungo le strade ed i parcheggi.

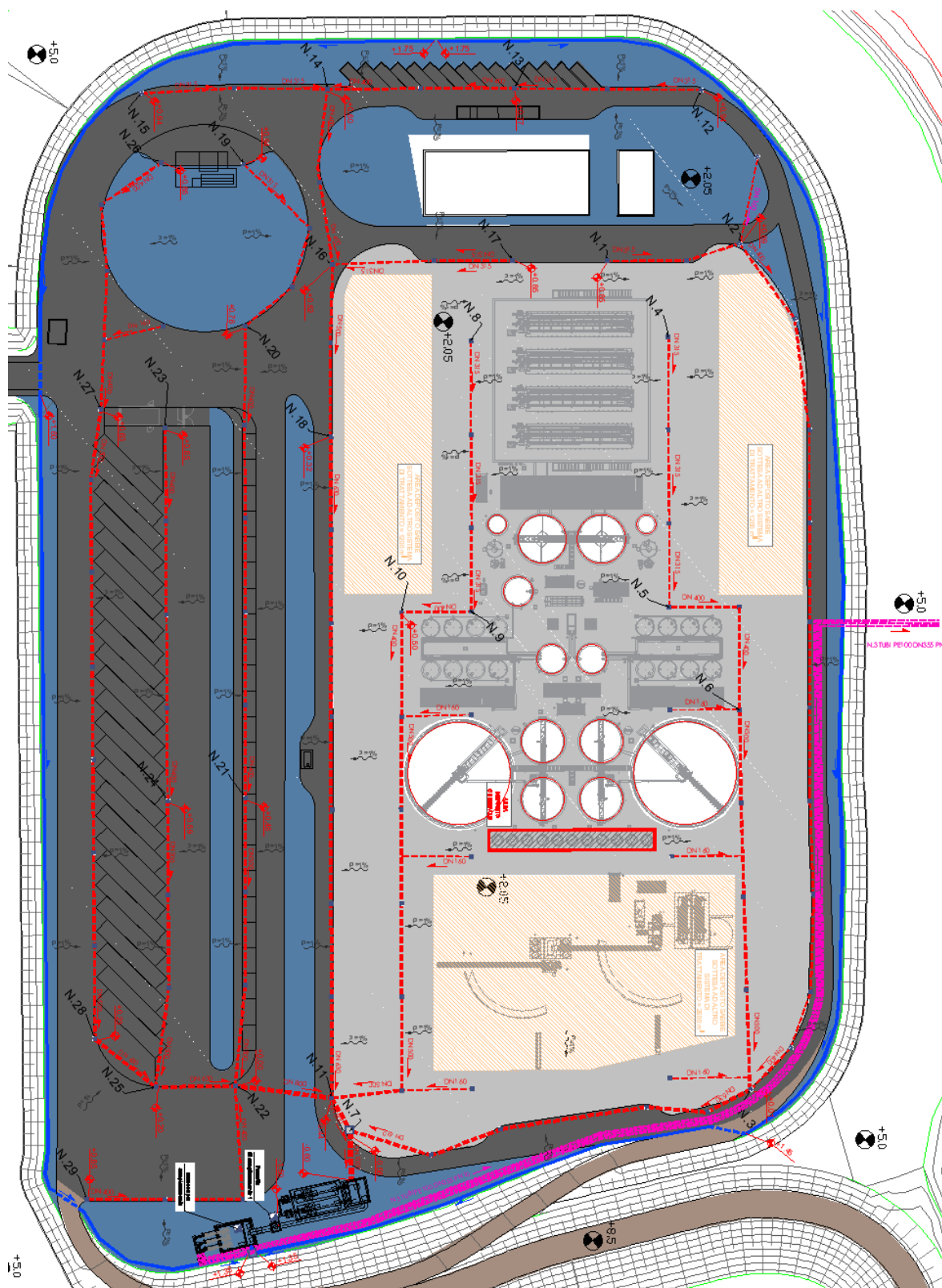
Le caditoie convogliano le acque nei sottostanti collettori di deflusso che terminano nell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia, munito di by-pass per le seconde piogge. L'area impermeabile sottesa alle apparecchiature utilizzate per effettuare il processo di trattamento dei fanghi di dragaggio ricade nella superficie scolante in capo al sistema di trattamento in continuo della prima pioggia. Le soluzioni costruttive adottate, così come la presenza di un sistema di monitoraggio in continuo dei parametri funzionali di impianto, permettono di ritenere trascurabile il rischio di contaminazione di questa superficie con prodotti e/o materiali provenienti dalle medesime apparecchiature prima ancora che sia terminato il processo di trattamento.

Ricade inoltre nella porzione di area impermeabile soggetta a trattamento di prima pioggia anche il serbatoio di rifornimento carburante per i mezzi di lavoro (serbatoio completo di bacino di contenimento e tettoia, conforme alle normative vigenti). L'eventuale presenza di idrocarburi a terra verrà dunque separata e trattenuta all'interno delle due vasche di disoleazione a corredo di tale impianto, conformemente a quanto prescritto dal DGR 286/05.




Nelle aree comunque servite dal sistema trattamento della prima pioggia, ma propriamente non ricadenti nella zona dell'impianto nella quale hanno luogo le operazioni di trattamento dei fanghi di dragaggio, si svolgono le attività elencate di seguito:

- ingresso ed uscita degli automezzi per il conferimento ad altro sito del materiale solido risultante dal processo di trattamento dei fanghi di dragaggio
- aree di parcheggio per veicoli a servizio degli addetti al sito di trattamento e di attesa per gli automezzi che devono completare le operazioni di carico
- operazioni di pesatura degli automezzi in ingresso ed in uscita dal sito

La planimetria seguente illustra graficamente tali suddivisioni, individuando le aree permeabili e quelle semipermeabili.



Per maggior dettaglio, si riportano anche le relative superfici dei bacini scolanti in forma tabellare.

	Superficie [m <sup>2</sup> ]	campitura
Area impermeabile impianto	12056	
Area impermeabile strade	14034	
Area permeabile (ghiaia)	7302	

Al fine di ridurre ulteriormente lo sporco dovuto al trascinamento di materiale pulverulento potenzialmente presente nelle aree di circolazione degli automezzi, è stato predisposto un punto di lavaggio delle ruote e della porzione inferiore degli autoveicoli, adibiti al conferimento delle sabbie, a mezzo di lavar ruote ad azionamento automatico e ricircolo dell'acqua di lavaggio.

Le aree che restano escluse dalle precedenti definizioni ed individuate come deposito temporaneo dei materiali di risulta dalle operazioni di pressatura e vagliatura, saranno trattate con separato sistema idoneo alla gestione delle acque meteoriche di dilavamento (vedi paragrafo 5).

Le aree permeabili esterne all'area di impianto, 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.

In considerazione delle quote di scarico della rete di drenaggio e del livello medio mare, non è possibile realizzare uno scarico a gravità. Si prevede, quindi, una stazione di sollevamento equipaggiata con n. 2 + 1 di riserva 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 10 anni.

### 3. DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI

Per quanto riguarda il drenaggio delle strade e piazzali sono stati previsti dei collettori in PVC SN 8 kN/m<sup>2</sup> 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 10 anni (come da prescrizioni Arpaè – Servizio Autorizzazioni Concessioni di Ravenna con nota del 07/07/2023 n. 5148/2023), 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.

#### 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

Tabella 1: Parametri *a*, *n* per Tr 10 anni e durate di pioggia < 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 del la 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  $\theta_c$  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  $\theta_c$  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:

$$\theta_c = t_a + t_r$$

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)

$\chi$  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  $\theta_c$  come somma di  $t_a$  e del tempo di rete  $t_r$  di primo tentativo. Noto  $\theta_c$  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.



Tratto	Elementi del tratto										Curva di possibilità pluviometrica: Tr = 10 anni										a = 37,000	n = 0,480				
	Tratti confluenti e note	Tempo di corrivazione	Lunghezza del tratto	Pendenza del tratto	Larghezza/Area impermeabile		Area impermeabile (q)	Area permeabile (q)	Coeff. di diffusione medio f	Area effettiva	Area ridotta f S	Tempo di accesso	Elementi progr.					Risultati dell'iterazione di calcolo								
					Area impermeabile (q)	Area permeabile (q)							Area effettiva	Area ridotta f S	Tempo di accesso	Area effettiva	Area ridotta f S	Tempo di rete	Tempo di corrivazione	Intensità media di pioggia			Coefficiente idrometrico	Portata	Tipo di condotta	Tramite Idraulico
1-2			(s)	(m)	(%)	(m)	(m²)	(m²)	(-)	(m²)	(m²)	(s)	(m²)	(m²)	(s)	(s)	(s)	(mm/h)	(l/s/ha)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m/s)	(%)		
2-3	1-2	347	33.00	0.20	0.00	0.00	823.00	825.00	0.60	1648.00	988.20	300	1648.00	988.20	47.11	347	124.86	207.68	0.034	Ø 315	0.20	0.70	66		Ø 300	
			189.00	0.20	0.00	0.00	1650.49	579.00	0.74	2229.49	1656.14	300	3877.46	2647.34	226.90	574	96.15	182.35	0.071	Ø 400	0.27	0.83	70		Ø 380	
4-5		0	20.00	0.20	0.00	0.00	968.67	0.00	0.60	968.67	871.80	300	968.67	871.80	29.08	329	128.38	320.04	0.031	Ø 315	0.18	0.69	62		Ø 300	
5-6	4-5	329	40.00	0.20	0.00	0.00	1309.38	0.00	0.60	1309.38	1175.44	300	2278.05	2050.25	48.26	377	119.56	268.90	0.068	Ø 400	0.26	0.83	68		Ø 380	
6-3	5-6	377	100.00	0.20	0.00	0.00	2431.07	0.00	0.60	2431.07	2187.86	300	4709.12	4238.21	103.98	481	105.36	263.36	0.124	Ø 500	0.32	0.96	68		Ø 475	
3-7	2-3&3	574	90.00	0.20	0.00	0.00	834.00	571.00	0.66	1405.00	921.90	300	9691.61	7807.45	82.87	657	89.64	194.56	0.194	Ø 630	0.36	1.09	61		Ø 560	
8-9		0	20.00	0.20	0.00	0.00	841.31	0.00	0.60	841.31	757.18	300	841.31	757.18	30.12	330	128.17	320.41	0.027	Ø 315	0.17	0.66	56		Ø 300	
9-10	8-9	330	40.00	0.20	0.00	0.00	1150.00	0.00	0.60	1150.00	1035.00	300	1991.31	1792.18	49.60	380	119.17	297.92	0.059	Ø 400	0.23	0.81	62		Ø 380	
10-11	9-10	380	115.00	0.20	0.00	0.00	2039.00	0.00	0.60	2039.00	2375.10	300	4630.31	4167.28	120.26	500	103.28	256.21	0.120	Ø 500	0.32	0.96	66		Ø 475	
12-13		0	40.00	0.20	0.00	0.00	335.00	695.00	0.49	1034.00	511.20	300	1034.00	511.20	66.63	367	121.36	196.67	0.017	Ø 315	0.13	0.60	44		Ø 300	
13-14	12-13	367	40.00	0.20	0.00	0.00	394.00	709.00	0.51	1103.00	597.30	300	2197.00	1078.50	56.92	424	112.56	157.93	0.034	Ø 400	0.17	0.70	44		Ø 380	
15-14		0	40.00	0.20	0.00	0.00	369.00	0.00	0.60	729.00	432.00	300	726.00	432.00	71.86	372	120.47	199.12	0.014	Ø 315	0.11	0.56	38		Ø 300	
14-16	13-14/15-14	424	40.00	0.20	0.00	0.00	267.00	296.00	0.60	535.00	320.10	300	3396.00	1830.60	50.67	474	106.16	158.66	0.054	Ø 400	0.22	0.79	58		Ø 380	
17-16		0	34.00	0.20	0.00	0.00	518.27	328.00	0.67	846.27	564.84	300	846.27	564.84	55.56	356	123.31	228.62	0.019	Ø 315	0.14	0.61	46		Ø 300	
16-18	14-16/17-16	474	72.00	0.20	0.00	0.00	282.77	18.00	0.66	300.77	259.89	300	4543.04	2655.34	84.73	556	97.46	158.24	0.072	Ø 500	0.23	0.85	48		Ø 475	
18-11	16-18	559	174.00	0.20	0.00	0.00	1755.31	451.00	0.78	2206.31	1715.08	300	6749.35	4370.42	188.14	747	83.92	150.76	0.102	Ø 630	0.25	0.92	41		Ø 560	
19-20		0	46.00	0.20	0.00	0.00	321.00	632.00	0.50	963.00	478.50	300	963.00	478.50	78.63	379	119.35	166.45	0.016	Ø 315	0.12	0.59	42		Ø 300	
20-21	19-20	379	98.00	0.20	0.00	0.00	1206.00	674.00	0.68	1890.00	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	20-21	505	62.00	0.20	0.00	0.00	884.00	515.00	0.68	1406.00	969.10	300	4242.00	2725.20	72.90	578	95.81	170.68	0.073	Ø 500	0.23	0.85	48		Ø 475	
23-24		0	80.00	0.20	0.00	0.00	1650.00	0.00	0.60	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	23-24	404	60.00	0.20	0.00	0.00	1148.00	0.00	0.60	1148.00	1033.20	300	2768.00	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	0.00	0.00	1005.00	720.00	0.65	1725.00	1120.50	300	1725.00	1120.50	77.71	378	119.50	215.01	0.037	Ø 400	0.18	0.72	46		Ø 380	
27-28	26-27	378	137.00	0.20	0.00	0.00	2268.00	445.00	0.80	2753.00	2204.70	300	4478.00	3325.20	151.54	529	100.27	206.53	0.093	Ø 500	0.27	0.90	56		Ø 475	
28-25	27-28	529	17.00	0.20	0.00	0.00	421.00	56.00	0.63	480.00	396.60	300	4968.00	3721.60	18.38	548	98.51	205.40	0.102	Ø 630	0.25	0.93	41		Ø 560	
25-22	24-25/28-25	548	17.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	300	7756.00	6240.00	16.19	594	97.03	216.94	0.168	Ø 630	0.33	1.05	55		Ø 560	
29-22		0	57.00	0.20	0.00	0.00	704.00	586.00	0.63	1290.00	809.40	300	1290.00	809.40	86.31	386	118.11	205.95	0.027	Ø 400	0.15	0.66	39		Ø 380	
22-11	21-22/25-22/29-22	578	21.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	300	13388.00	9774.60	17.97	596	94.30	192.89	0.256	Ø 800	0.37	1.17	49		Ø 761	
11-7	10-11/16-11/22-11	747	8.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	300	24987.66	16312.29	6.10	753	83.46	172.11	0.425	Ø 800	0.51	1.31	67		Ø 761	
7-V.P.P.	3-7/11-7	753	10.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	300	34659.27	26119.74	7.06	760	83.06	173.87	0.603	Ø 1000	0.54	1.44	57		Ø 951	
DISS. 1 D.1-D.4		0	236.50	0.20	0.00	0.00	1200.00	0.00	0.60	1200.00	1080.00								0.019	Ø 315	0.14	0.61	46		Ø 300	
DISS. 2 D.2-D.4		0	83.00	0.20	0.00	0.00	1300.00	0.00	0.60	1300.00	1170.00								0.021	Ø 315	0.14	0.62	48		Ø 300	
DISS. 3 D.3-D.4		0	41.00	0.20	0.00	0.00	2600.00	0.00	0.60	2600.00	2340.00								0.042	Ø 400	0.19	0.74	49		Ø 380	
TUBO D.4-D.5	DISS-1DISS.20DISS.3	686	10.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00								0.111	Ø 500	0.30	0.94	63		Ø 475	

Tabella 2: 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.

Nel presente progetto si fa riferimento alla seguente normativa:

- **DGR 286/2005** – “Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne (art. 39, DLgs 11 maggio 1999, n. 152)”;
- **DGR 1860/2006** – “Linee guida di indirizzo per la gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione G.R. n. 286 del 14/02/2005”;
- **LG28/DT** – “Linee guida della direzione tecnica” di Arpa Emilia Romagna del 14/04/2008 – “Criteri di applicazione DGR 286/05 e 1860/06 Acque meteoriche e di dilavamento”.

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 dal sistema di drenaggio. Per il calcolo delle relative portate si assume che tale valore si verifichi in un periodo di tempo di 15 minuti".

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”.

Al termine della rete di drenaggio, nella parte 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 relativa area di competenza.

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.

Vengono considerate **acque reflue di dilavamento** quando “il dilavamento delle superfici scoperte, in relazione alle attività che in esse si svolgono o agli usi previsti, non si esaurisce con le acque di prima pioggia bensì si protrae nell'arco di tempo in cui permangono gli eventi piovosi”.

Nel caso specifico sono presenti tre aree di deposito temporaneo di sabbie ed inerti per le quali viene prevista una rete di drenaggio dedicata che recapita in altrettanti impianti di trattamento in continuo, prima di recapitare nella rete delle acque meteoriche.

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

#### 4.1. Impianto di trattamento acque di prima pioggia

##### 4.1.1. 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 <sup>3</sup>	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 <sup>a</sup>	1,5 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>
S II I P	1 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>
S per sludge trap; I o II per la classe del separatore; P per pozzetto di ispezione e prelievo.			
<sup>a</sup> Per i separatori di classe I che operano solo con la gravità si utilizza il $f_d$ della classe II.			
<sup>b</sup> 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.

#### 4.1.2. 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 corruzione 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 flatteranno 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 o un sistema a pacchi lamellari; in ogni caso il sistema scelto in fase esecutiva sarà in grado di garantire il rispetto dei limiti di legge sulla presenza degli idrocarburi.

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, ad esclusione delle aree di deposito sabbie che conferiscono in apposita rete dedicata.

L'**area impermeabile dell'impianto**, ha una superficie di circa 12056 m<sup>2</sup> (per la quale si assume un coefficiente di deflusso come da normativa  $C_{imp} = 1$ ) quindi la portata di prima pioggia risultante sarà pari a circa  **$Q_{PP-1} = 67$  l/s**.

L'**area delle strade e dei parcheggi** ha un'estensione totale di 14034 m<sup>2</sup> (per la quale si assume un coefficiente di deflusso come da normativa  $C_{imp} = 1$ ), dunque la portata di prima pioggia risultante sarà pari a circa  **$Q_{PP-2} = 78$  l/s**.

L'**area semipermeabile dell'impianto** ha un'estensione totale di 7302 m<sup>2</sup> (per la quale si assume un coefficiente di deflusso come da normativa  $C_{perm} = 0,3$ ), perciò la portata di prima pioggia risultante sarà pari a circa  **$Q_{PP-3} = 12$  l/s**.

La portata di prima pioggia totale per tutta l'area servita risulterà pertanto pari a  **$Q_{PP} = 157$  l/s**

Il volume di sedimentazione viene calcolato secondo la UNI-EN 858-2, considerando il fattore di massa volumico  $f_d = 1$  e una quantità di fango prevista pari a "Ridotta" (fattore moltiplicativo 100) per strade, parcheggi e aree permeabili, e pari ad "Elevata" (fattore 300) per l'area impianto. Risulta un volume di sedimentazione totale pari a  **$V_{SED} = [100 \times (78 + 12)] + (300 \times 67) = 29100 = 29,1$  m<sup>3</sup>**.

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**.

Il dimensionamento di cui sopra porterebbe alla scelta di un sistema con **NS 80** per ognuna delle due linee di trattamento, ma a favore di sicurezza si opta per un sistema con **NS 100** per ciascuna linea.

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

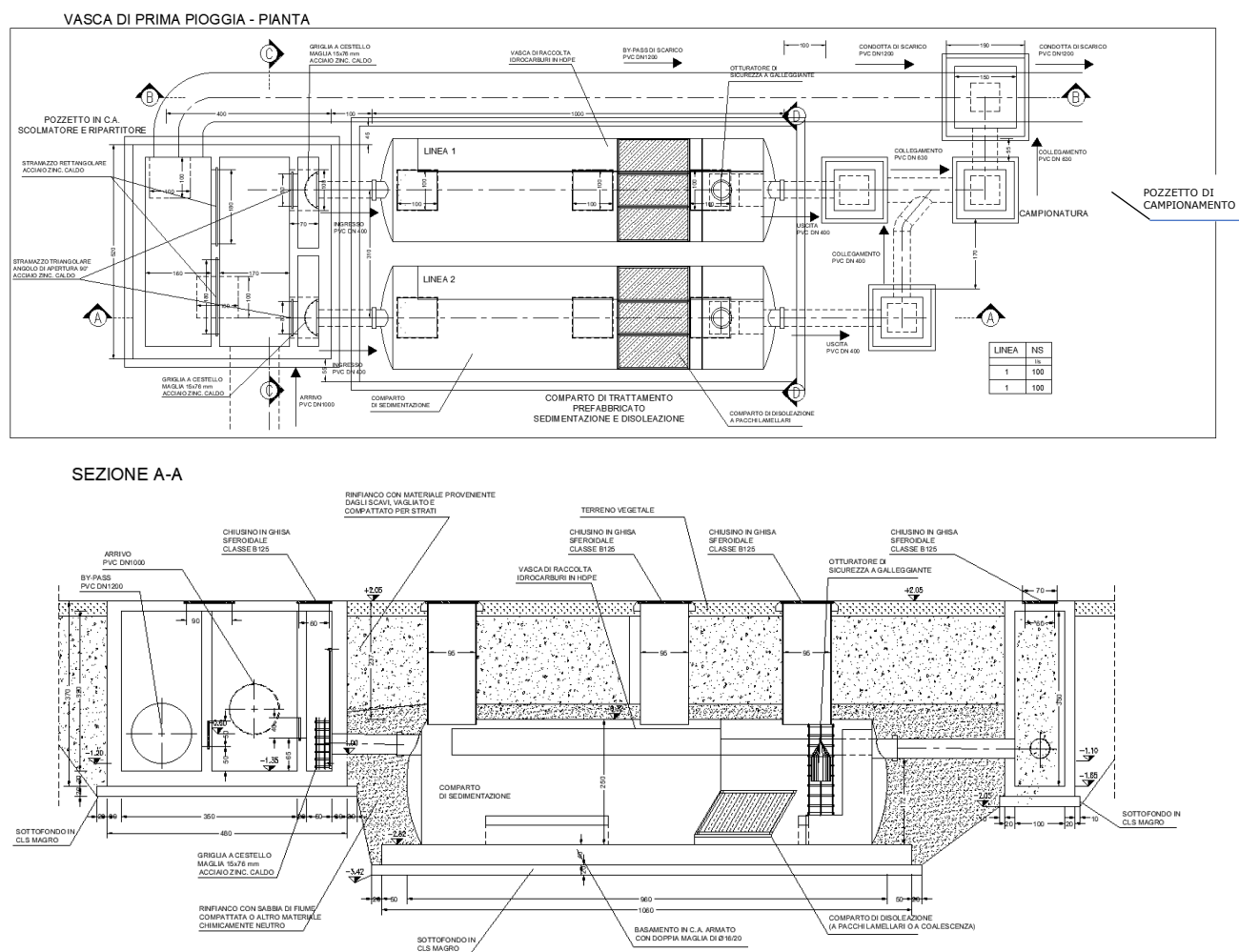


Figura 3: Schema tipo impianto trattamento acque di prima pioggia a flusso continuo, monoblocco, a due linee.

#### DATI TECNICI VPP PER OGNI LINEA:

- Grandezza nominale: NS 100
- Configurazione disoleatore: S-II-I-P
- Classe di trattamento: I
- Volume min. sedimentatore: 15,00 mc
- Diametro nominale min. delle tubazioni: 300 mm

## 5. DESCRIZIONE DELLA RETE DI SCARICO ACQUE DI DILAVAMENTO

Il sistema di drenaggio delle acque di dilavamento che interesseranno l'area di progetto è stato concepito come un sistema chiuso ed è stato studiato in modo tale da garantire il trattamento in continuo delle precipitazioni insistenti su una specifica porzione dell'area totale del sito di impianto ai sensi della DGR 286/05 e DGR 1860/06.

In questa area si provvederà al deposito temporaneo ed alla movimentazione del materiale sabbioso, proveniente dalle filtropresse e del materiale di separazione con granulometria fine e grossolana proveniente dai vagli rotativi, in attesa della caratterizzazione finale.

Il sistema di raccolta è costituito da caditoie grigliate poste ad interasse massimo di 20 m distribuite, in particolare, lungo il perimetro delle aree in cui si immagazzineranno le sabbie.

Le caditoie convogliano le acque nei sottostanti collettori di deflusso che terminano, ciascuno per la propria area di competenza, in un impianto di dissabbiamento in continuo.

Successivamente a questa prima fase di separazione meccanica per decantazione del materiale solido sospeso, l'acqua proveniente dai singoli dispositivi di trattamento confluirà in apposito pozzetto di campionamento, prima di raggiungere la vasca di rilancio delle acque meteoriche e da qui essere recapitata anch'essa al corpo recettore superficiale.

La planimetria seguente illustra graficamente i bacini scolanti a capo di ciascun dissabbiatore.

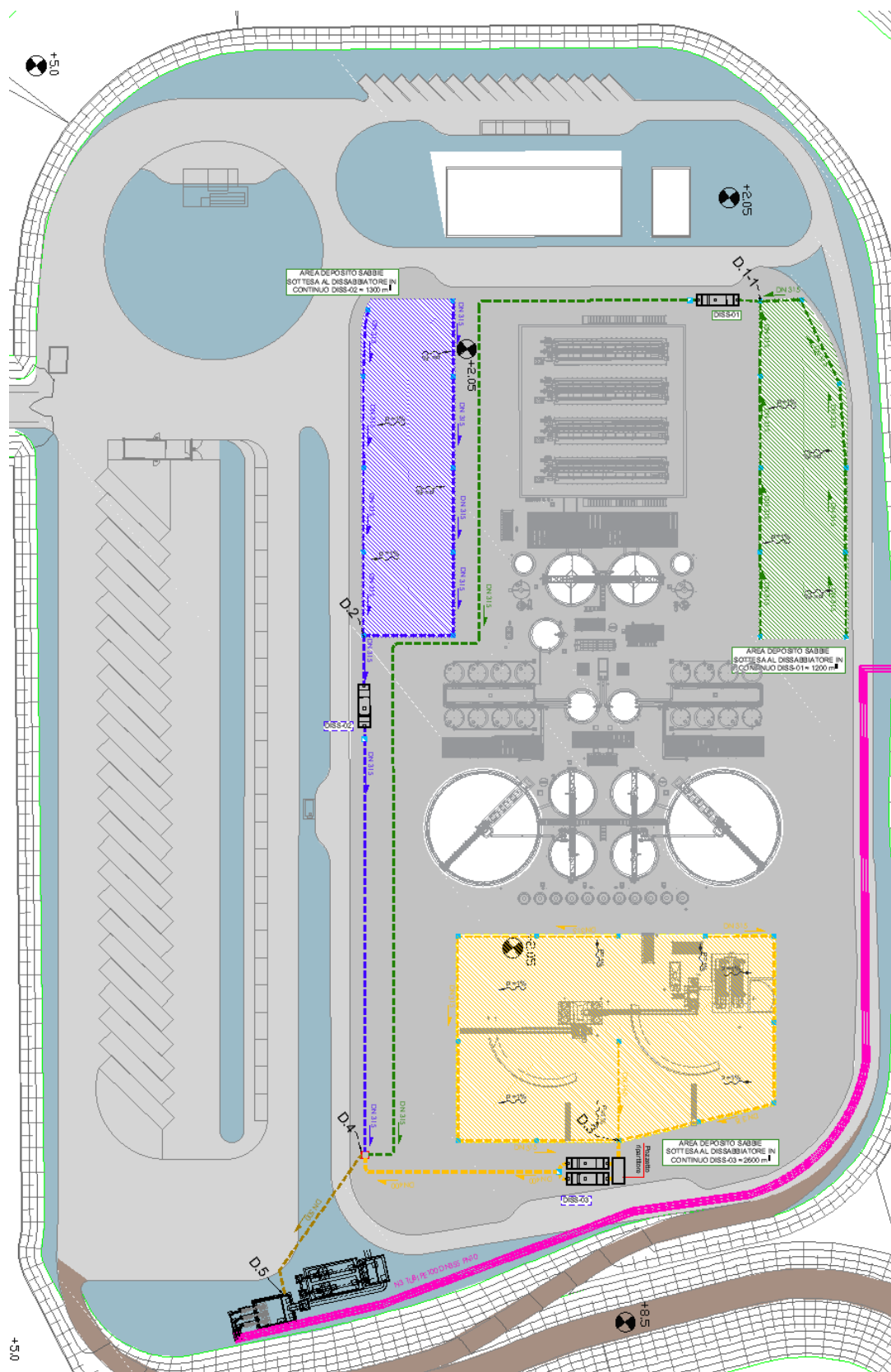





Figura 2: Schema planimetrico rete di drenaggio acque di dilavamento



Per maggior dettaglio, si riportano anche le relative superfici dei bacini scolanti in forma tabellare.

	Superficie [m <sup>2</sup> ]	campitura
Area afferente DISS-01	1200	
Area afferente DISS-02	1300	
Area afferente DISS-03	2600	

~~Figura 1: Schema planimetrico rete di drenaggio acque meteoriche~~

## 5.1.

### 5.1. Impianto di trattamento acque reflue di dilavamento

#### 5.1.1. Riferimenti normativi e criteri generali per il dimensionamento delle vasche

Con riferimento alla definizione di “Acqua reflue di dilavamento” di cui alla **DGR 1860/2006** - “Linee guida di indirizzo per la gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione G.R. n. 286 del 14/02/2005”, il calcolo dell'intensità delle precipitazioni piovose  $i$  è stato determinato sulla base dell'analisi dei dati provenienti dal Servizio Idrometeorologico Regionale dell'ARPA Emilia-Romagna. In particolare, si è fatto riferimento ai valori di precipitazioni massime con passo temporale di 15 min su un campione relativo agli ultimi 14 anni per un totale di 24 stazioni uniformemente distribuite tra montagna e pianura. Mediando su tutte le stazioni si è trovato che il valor medio dei massimi di precipitazione (così come richiesto dalla Norma UNI EN 858) a 15 min è di 19,4 mm. Approssimando in difetto tale valore a 18 mm si ottiene che l'intensità delle precipitazioni piovose è  $i = 200 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$ .

Per quanto concerne le vasche di sedimentazione, a seconda delle destinazioni d'uso previste, è necessario prevedere un tempo di ritenzione idraulica (HRT) minimo compreso nell'intervallo 30'-45' ed una intensità di pioggia  $i = 200 \text{ l/s ha} = 0.02 \text{ l/s m}^2$  così come riportato precedentemente. Tale intervallo consente di assicurare un'efficiente sedimentabilità in vasca, evitando il rimescolamento dei materiali ed il loro trascinarsi in uscita. I dati tecnici di riferimento per i calcoli dei volumi e delle portate sono dedotti dalle LG28/DT di Arpa ER. Di seguito si riporta un sunto delle disposizioni di legge.

Nel caso di sistemi di trattamento in continuo, il volume dei comparti di separazione e di sedimentazione ed il volume totale delle vasche si determina nel modo seguente:

$$\text{Portata : } Q = S \times C_a \times i$$

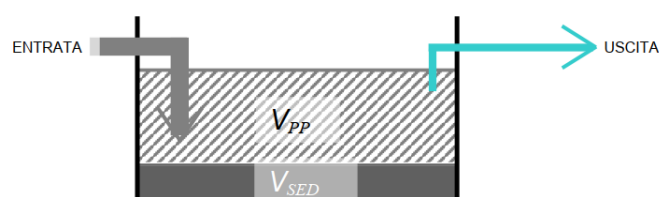
$$\text{Volume di separazione: } V_{SEP} = Q \times t_s$$

$$\text{Volume di sedimentazione (volume dei fanghi): } V_{SED} = Q \times C_f$$

$$\text{Volume totale delle vasche} = \text{volume } V_{SEP} + V_{SED}$$

dove:

- $V_{SEP}$ : Volume utile della vasca di separazione in continuo ( $\text{m}^3$ )
- $V_{SED}$ : Volume utile della vasca di sedimentazione in continuo ( $\text{m}^3$ )
- $Q$ : Portata dei reflui dovuta all'evento meteorico ( $\text{l/s}$ )
- $t_s$ : Tempo di separazione (min)
- $S$ : Superficie scolante drenante servita dalla rete di drenaggio (ha)
- $C_a$ : Coefficiente di afflusso in base alla permeabilità del terreno
- $i$ : Intensità delle precipitazioni piovose definita pari a  $0,02 \text{ l/s m}^2$
- $C_f$ : Coefficiente della quantità di fango prevista per le singole tipologie di lavorazione



Il coefficiente di afflusso ( $C_a$ ) derivante dalla tipologia di superficie scolante:

Coefficiente di afflusso	Superficie
1	Superfici totalmente impermeabili
0,8	Cemento o ardesia
0,3	Ghiaia
0,3	Stabilizzato

nel caso specifico trattasi di pavimentazioni in c.a. per le quali si assume  $C_a = 0.8$ .

Il coefficiente di ritardo ( $C_r$ ) non viene preso in considerazione in quanto trattasi di superfici da sottoporre a trattamento di estensione  $< 5000 \text{ m}^2$ .

Il tempo di separazione ( $t_s$ ) in funzione dei materiali solidi sedimentabili. A seconda delle determinazioni d'uso previste il tempo di ritenzione idraulica  $t_s$  deve essere compreso nell'intervallo tra 30' e 45'.

Tipologia di materiali sedimentati	Tempo di ritenzione in minuti
Sabbie e materiale particellare pesante	30
Polveri e materiale particellare leggero	45

Nel caso specifico, trattandosi di depositi temporanei di sabbie ed inerti, è stato assunto  $t_s = 30'$ .

La quantità di fango ( $C_f$ ) prevista per il calcolo del volume minimo del sedimentatore è desumibile dalla seguente tabella:

Tipologia della lavorazione		Coefficiente $C_f$
Ridotta	Tutte le aree di raccolta dell'acqua piovana in cui sono presenti piccole quantità di limo prodotto dal traffico o similari, vale a dire bacini di raccolta in aree di stoccaggio carburante e stazioni di rifornimento coperte.	100
Media	Stazioni di rifornimento, autolavaggi manuali, lavaggio di componenti, aree di lavaggio bus.	200
Elevata	Impianti di lavaggio per veicoli da cantiere, macchine da cantiere, aree di lavaggio autocarri, autolavaggi self-service.	300

Nel caso specifico è stato assunto cautelativamente  $C_f = 300$ .

### 5.1.2. Descrizione del sistema e dimensionamento

Nell'area di progetto sono presenti tre aree di deposito temporaneo di sabbie ed inerti (vedi planimetria di progetto) le cui acque meteoriche di dilavamento si configurano come acque reflue di dilavamento.

Tali aree vengono delimitate e dotate di una rete di drenaggio dedicata che recapita in altrettanti impianti di trattamento in continuo, prima di conferire nella stessa rete di raccolta delle acque piovane provenienti dalle altre aree dell'impianto.

I **dissabbiatori statici a flusso continuo** sono costituiti da vasche prefabbricate in c.a. carrabili costituite da un comparto di separazione ed un sottostante volume di sedimentazione per lo stoccaggio delle sabbie separate.

Il loro dimensionamento viene effettuato considerando:

- Coefficiente di afflusso  $C_a = 0.8$
- Tempo di separazione  $t_s = 30'$
- Coefficiente di fango  $C_f = 300$

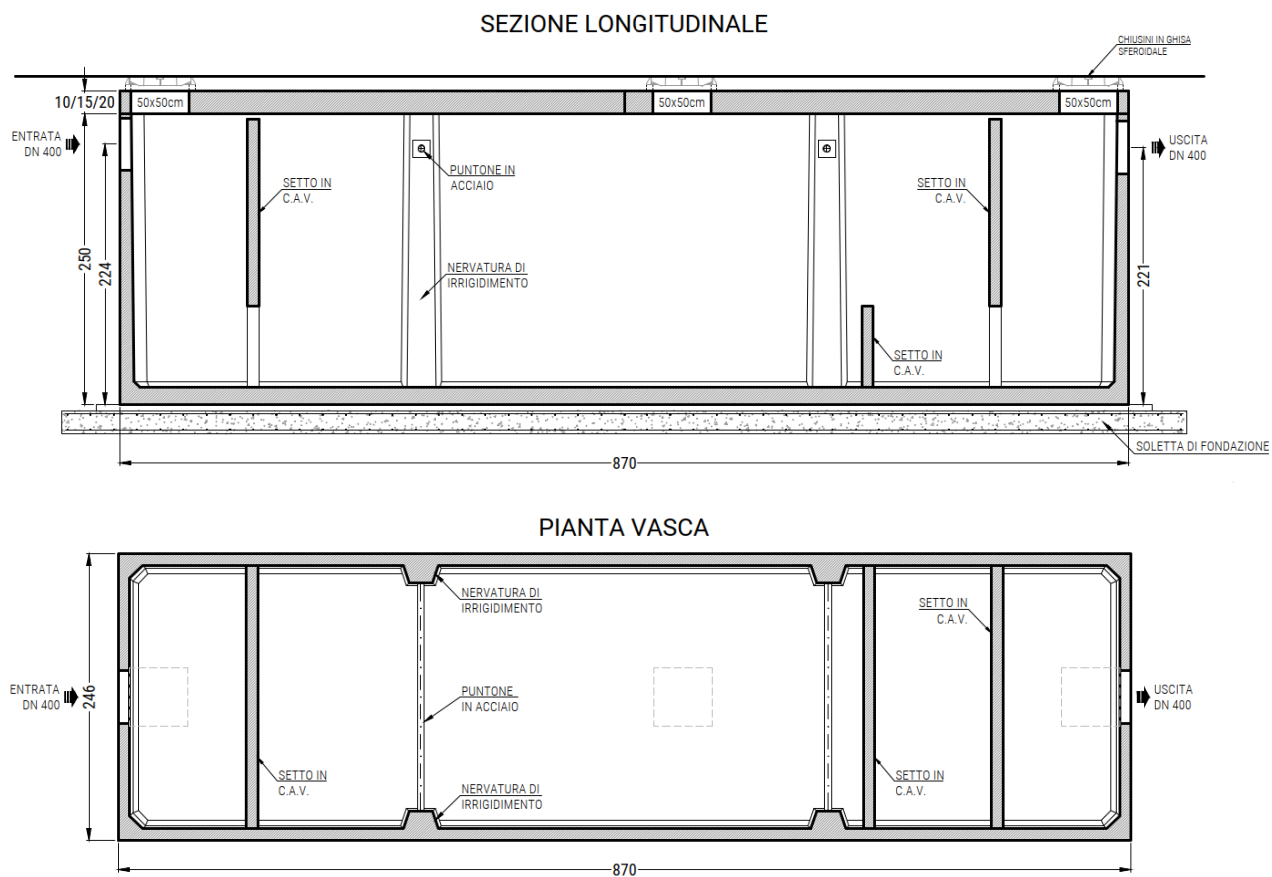


Figura 4: Schema tipo impianto trattamento acque reflue di dilavamento a flusso continuo, monoblocco.

DATI TECNICI DISS-01:

- Superficie scolante: 1200 m<sup>2</sup>
- Portata dei reflui: 19.2 l/s
- V<sub>SEP</sub>: 34.56 m<sup>3</sup>
- V<sub>SED</sub>: 5.76 m<sup>3</sup>
- V<sub>TOT</sub>: 40.32 m<sup>3</sup>
- Si adotta una vasca con volume totale utile: 45 m<sup>3</sup>

DATI TECNICI DISS-02:

- Superficie scolante: 1300 m<sup>2</sup>
- Portata dei reflui: 20.8 l/s
- V<sub>SEP</sub>: 37.44 m<sup>3</sup>
- V<sub>SED</sub>: 6.24 m<sup>3</sup>
- V<sub>TOT</sub>: 43.68 m<sup>3</sup>
- Si adotta una vasca con volume totale utile: 45 m<sup>3</sup>

DATI TECNICI DISS-03:

- Superficie scolante: 2600 m<sup>2</sup>
- Portata dei reflui: 41.6 l/s
- V<sub>SEP</sub>: 74.88 m<sup>3</sup>
- V<sub>SED</sub>: 12.48 m<sup>3</sup>
- V<sub>TOT</sub>: 87.36 m<sup>3</sup>
- Si adotta due vasche in parallelo con volume totale utile: 45+45 = 90 m<sup>3</sup>

## **6. STAZIONE DI SOLLEVAMENTO**

In considerazione delle quote di scarico della rete di drenaggio e dei livelli previsti nello scarico a mare, 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 10 anni a cui corrisponde una portata massima di 711 l/s (vedi ).

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 m<sup>3</sup>.

La stazione di sollevamento sarà dotata di due elettropompe sommerse (2x50%) più una di riserva (1x50%) con portata nominale unitaria pari a 355 l/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 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.

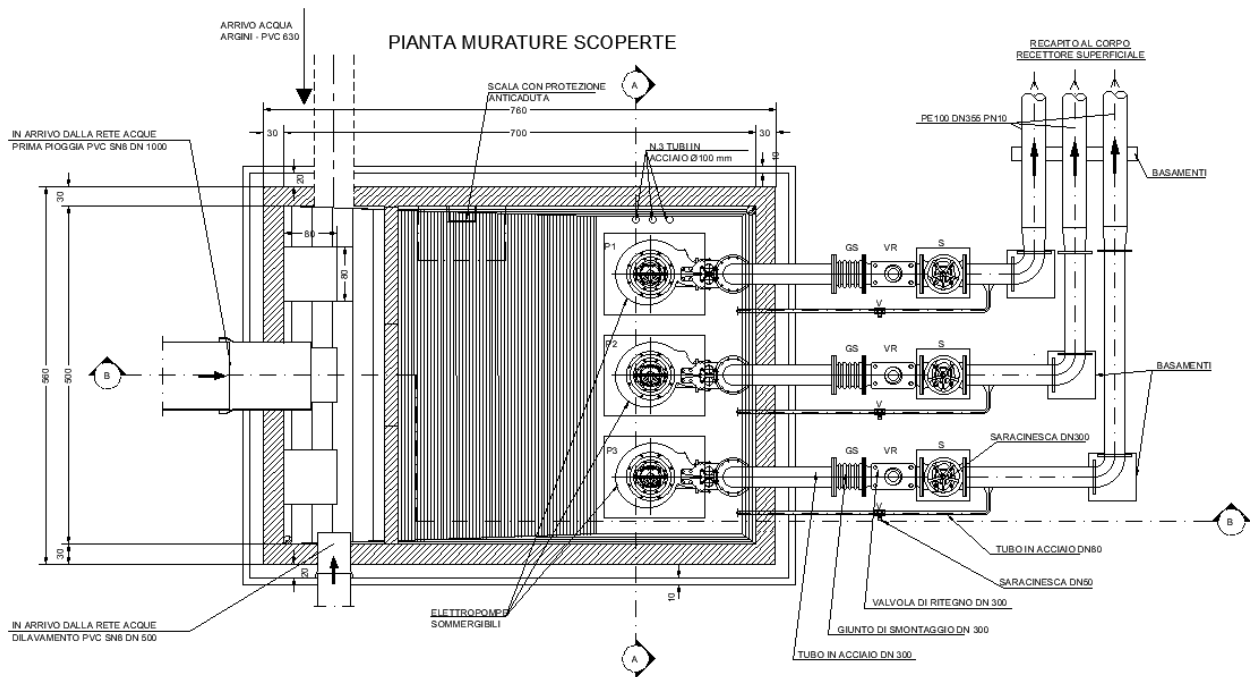
Il quadro elettrico di alimentazione e controllo della stazione di sollevamento sarà installato in prossimità della vasca, accanto alla sede stradale.

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  $355 \times 2 = 710$  l/s con una prevalenza delle elettropompe pari a 26 m.c.a., e scaricare a mare con n. 3 tubi di mandata in PE100 DN355 PN10 posti a scavalco dell'argine, con quota di sbocco superiore al livello medio mare (0.00 m s.l.m.).

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



## PIANTA DI COPERTURA

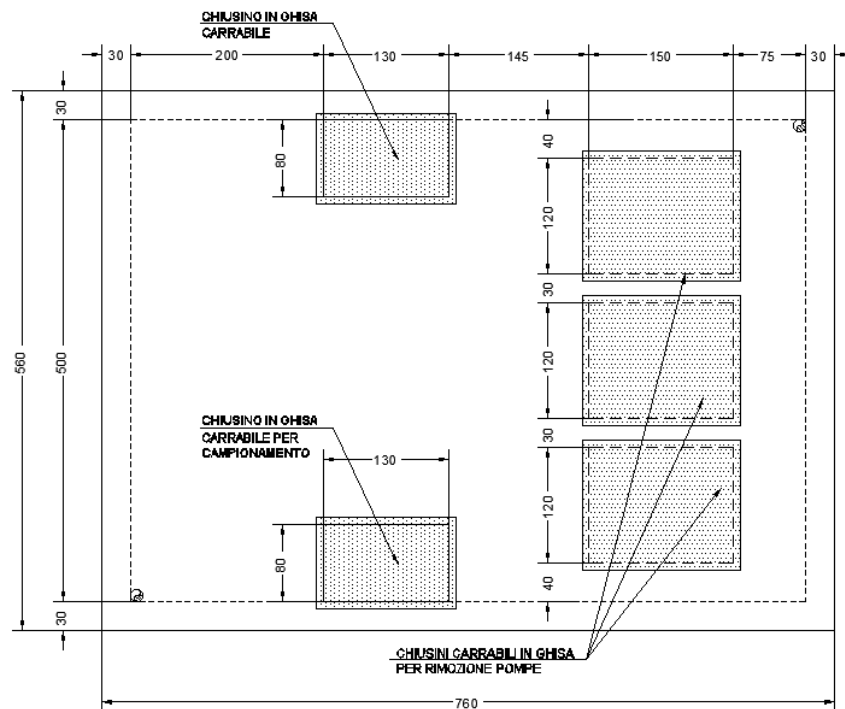


Figura 4: Stazione di sollevamento

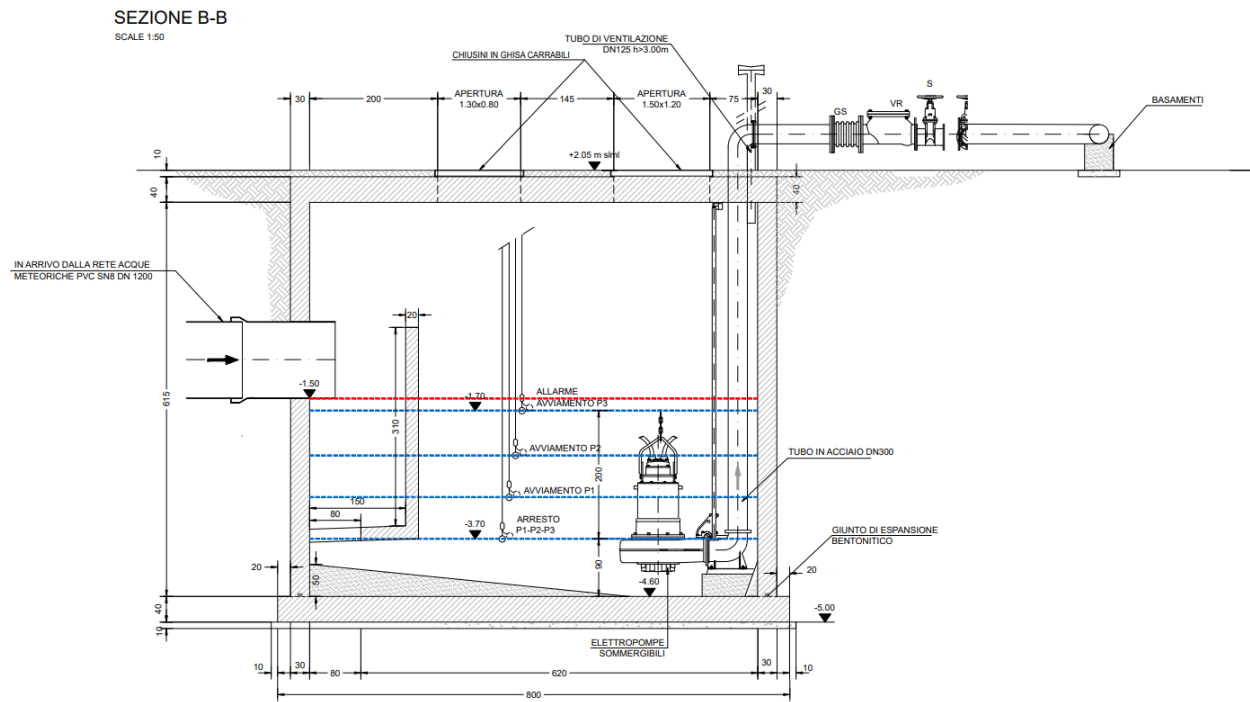


Figura 5: Schema stazione di sollevamento acque meteoriche.



## 6.1. 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 di 711 l/s.

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  $H_{\text{geod}}$  è il dislivello geodetico indipendente dalla portata, mentre  $\alpha$  e  $\beta$  sono i coefficienti di proporzionalità relativi alle perdite di carico rispettivamente concentrate e distribuite.

Per valutare il dislivello geodetico massimo ( $H_{\text{geod}}$ ) 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):

$$H_{\text{geod max}} = 4.00 + 3.70 = 7.70 \text{ m}$$

Le perdite di carico continue ( $H_{\text{distr}}$ ) 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 ( $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ );
- $\phi_i$  diametro interno della condotta (m);
- L lunghezza della condotta (m);
- $\beta_r$  coefficiente di resistenza ( $\text{m}^{-1}\text{s}^2$ ), 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 = 355 l/s)

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

Adduttrice in PEAD PN10 (Q = 355 l/s)

$$\phi_i = 312.8 \text{ mm (DN 355); } L = 260.00 \text{ m}$$

Le perdite di carico localizzate ( $H_{\text{conc}}$ ) 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 ( $\text{ms}^{-1}$ );
- g      accelerazione di gravità ( $9.81 \text{ ms}^{-2}$ );
- 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 ( $v = 4.62 \text{ m/s}$ )

- curva a  $90^\circ$ :  $K = 0.50$  (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 ( $v = 4.62 \text{ m/s}$ )

- curva a  $45^\circ$ :  $K = 0.12$  (n° 8);
- curva a  $90^\circ$ :  $K = 0.50$  (n° 1);
- uscita libera:  $K = 1.00$  (n° 1).

Risulta:

$$H(Q) = H_{\text{geod}} + H_{\text{distr}} + H_{\text{conc}} = 7.70 + 11.97 + 6.06 = 25.73 \text{ m}$$

**La stazione di sollevamento viene equipaggiata con n. 2 (2x50%) elettropompe sommerse (+ 1 di riserva), ognuna dimensionata per una portata di 355 l/s e prevalenza 26.00 m (tipo Flygt CP 3312).**

La potenza assorbita da ogni singola pompa, risulta:

$$P = \frac{\rho g H Q}{\eta_p} = \frac{1000 \times 9.81 \times 26.00 \times 0.355}{0.7} \approx 130 \text{ kW}$$

## 6.2. Verifica stazione di sollevamento

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

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

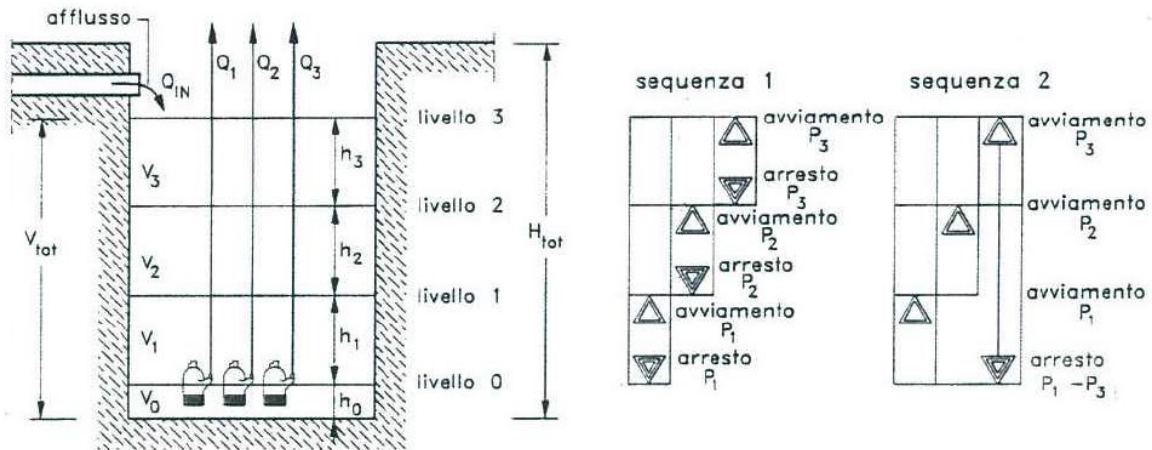


Figura 6 Schema di funzionamento delle pompe

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:

$$V_{350\text{ l/s}} = (Q * T_c)/4 = 39.938\text{ m}^3$$

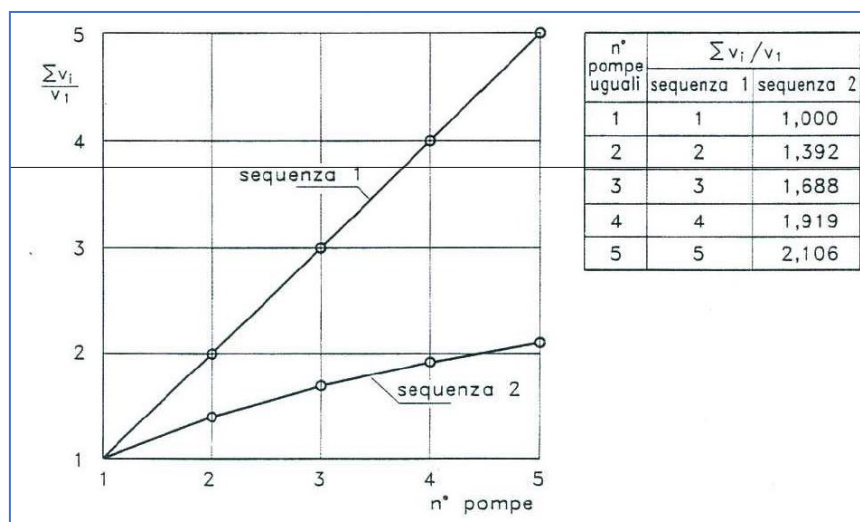


Figura 7 Volume da assegnare alle pompe, per pompe di medesime caratteristiche

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

$$V = \sum_{i=1}^3 1.392 * \frac{V_{350l}}{s} = 1.392 * 39.938 = 55.59 \text{ m}^3$$

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 m<sup>3</sup>**.

#### DATI TECNICI STAZIONE DI SOLLEVAMENTO:

- Portata massima Tr 10 anni: 710 l/s
- Gruppo di sollevamento per acqua meteorica con n.2 pompe sommergibili (2x50%) + n.1 di riserva (1x50%).
- Portata nominale unitaria: 355 l/s
- Prevalenza 26 m
- Potenza unitaria: 130 kW
- Vasca di rilancio: 5x7xh6 m
- Volume minimo di accumulo: 70 m<sup>3</sup>.